



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERDASARKAN *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN METAKOGNISI MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN MASALAH *RESOLVING DOMINATION NUMBER*
PADA GRAF**

TESIS

Oleh:
Yustinus Wangguway
NIM 180220101018

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERDASARKAN *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN METAKOGNISI MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN MASALAH *RESOLVING DOMINATION NUMBER*
PADA GRAF**

TESIS

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S2)
dan Mencapai gelar Magister Pendidikan

Oleh:

**Yustinus Wangguway
NIM 180220101018**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Dengan mengucapkan rasa syukur, tesis ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda tercinta Robert Wangguway, S.K.M. dan ibunda tercinta Petronela A. Kwasuna di Jayapura, terima kasih selama ini telah memberikan limpahan kasih sayang, kepercayaan dan doa yang selalu mengiringi setiap langkah yang dilewati. Semoga Tuhan selalu melindungi dan memberikan kesehatan;
2. Adikku tercinta Bripda Oktovianus Wangguway, Maria Eklevina Wangguway dan Yustina Lea Wangguway terima kasih atas dukungan, doa, dan motivasi yang telah diberikan;
3. Para dosen pembimbing, dosen penguji, tim validator, tim CGANT, dan seluruh dosen FKIP Matematika dan FMIPA yang telah membimbing saya selama perkuliahan hingga selesainya tesis ini;
4. Rekan-rekan RG Kombinatorik 2019 dan rekan-rekan MAGENTA 2018 yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama belajar di Magister Pendidikan Matematika Universitas Jember;
5. Sahabat dan semua pihak yang telah membantu terselesainya tesis ini;
6. Almamater Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan.”

(Amsal 1:7)¹

“Jika nasib adalah titik, dan usaha adalah sisi; maka hidup adalah sebuah graf. Tantangan kita adalah bagaimana merangkai titik dan sisi tersebut agar tercipta sebuah graf yangindahannya dapat dinikmati bersama”

(Slamin)²

“Keinginan merupakan kekuatan besar yang mampu mengalahkan rasa takut dan sifat malas untuk meraih sukses”

(Slamin)²

¹ Lembaga Alkitab Indonesia. 2010. *Alkitab*. Jakarta: Percetakan Lembaga Alkitab Indonesia

² Slamin. *Slamin in wordpress.com (Just another way to keep my curriculum vitae)*. <https://slamin.wordpress.com/> [diakses pada 08 Januari 2020 pukul 22.32 WIB]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yustinus Wangguway

NIM : 180220101018

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiblanan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 06 Januari 2020

Yang Menyatakan,

Yustinus Wangguway

NIM 180220101018

HALAMAN PEMBIMBINGAN

TESIS

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERDASARKAN *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN METAKOGNISI MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN MASALAH *RESOLVING DOMINATION NUMBER*
PADA GRAF**

Oleh:

Yustinus Wangguway
NIM 180220101018

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERDASARKAN *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN METAKOGNISI MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN MASALAH *RESOLVING DOMINATION NUMBER*
PADA GRAF**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan syarat untuk menyelesaikan Program Magister Pendidikan Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan Program Studi Magister Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh:

Nama : Yustinus Wangguway
NIM : 180220101018
Tempat, Tanggal Lahir : Sentani, 29 Maret 1996
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D.
NIP. 19670420 199201 1 001

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.
NIP. 19680802 199303 1 004

PENGESAHAN

Tesis berjudul "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf" karya Yustinus Wangguway telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 06 Januari 2020

Tempat : Gedung III Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Slamir, M.Comp.Sc., Ph.D.

NIP. 19670420 199201 1 001

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP 19680802 199303 1 004

Anggota I,

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd

NIP. 19540501 198303 1 005

Dr. Susanto, M.Pd

NIP. 19630616 198802 1 001

Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19730506 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf; Yustinus Wangguway, 180220101018; 2020; 169 halaman; Program Studi Magister Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Perguruan tinggi juga telah direkonstruksi kurikulum sesuai dengan Permenristek Dikti No. 44 tahun 2015 tentang SNPT dan Perpres No. 2 tahun 2010 tentang KKNI, kurikulum pada perguruan tinggi disebut dengan KPT 2013. Proses pembelajaran di perguruan tinggi telah menerapkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa guna berperan aktif pada kegiatan pembelajaran. Mahasiswa akan berhasil dalam menyelesaikan masalah apabila ia menyelesaikannya secara terencana dan teratur dan memiliki pengetahuan tentang kognisinya. Pemantauan terhadap kognisi mahasiswa dan menakup aktivitas perencanaan, kesadaran akan pemahaman dan kinerja tugas, dan evaluasi kemajuan proses dan strategi pemantauan disebut regulasi Metakognisi. Metakognisi secara singkat didefinisikan sebagai berpikir tentang berpikir. Metakognisi memiliki peranan yang sangat penting dalam pendidikan anak-anak dan orang dewasa.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa yaitu *research based learning (RBL)*. *RBL* merupakan metode pembelajaran yang menggunakan *contextual learning, authentic learning, problem-solving, cooperative learning, hands on & minds on learning, dan inquiry discovery approach*. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis implementasi perangkat pembelajaran matematika untuk meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa pada suatu kegiatan pembelajaran yang berbasis *RBL* dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Pada konsep *resolving dominating* di graf, mahasiswa diharapkan mampu membuat penemuan terkait *resolving domination number*.

Perangkat yang dikembangkan memenuhi kategori valid ditunjukkan dengan koefisien validitas rencana pelaksanaan perkuliahan sebesar 3,82; lembar kerja mahasiswa sebesar 3,85, *pre-test* dan *post-test* sebesar 3,83; lembar observasi aktivitas mahasiswa sebesar 3,67; lembar observasi aktivitas pendidik sebesar 3,83 dan angket respon mahasiswa sebesar 3,83. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas pendidik dalam mengelola pembelajaran dengan persentase keseluruhan rata-rata skor sebesar 93,66%. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan

memenuhi kategori efektif berdasarkan persentase keseluruhan rata-rata skor aktivitas mahasiswa sebesar 97,17%, respon mahasiswa terhadap pembelajaran sebesar 94,90%, dan mahasiswa yang tuntas dalam pembelajaran menggunakan model *RBL* sebesar 93%.

Hasil *post-tes* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *RBL* di dalam pembelajarannya. Kelas eksperimen sebesar 72,98 dan kontrol sebesar 70,49 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan metakognisi mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata hasil keterampilan metakognisi mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan bahwa pembelajaran *RBL* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa. Nilai kelas eksperimen secara signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran *RBL* untuk meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa. Hasil uji independen post tes diperoleh varians nilai sig. (2-tailed) $0.037 < 0.05$. Dapat disimpulkan bahwa hasil postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *RBL* di dalam pembelajarannya.

Profil metakognisi mahasiswa pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran model *RBL* memperoleh hasil 67% mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, 23% mahasiswa dengan keterampilan metakognis bagus dan 10% mahasiswa dengan keterampilan metakognis kurang bagus. Sedangkan profil metakognisi mahasiswa pada kelas kontrol yang telah diterapkan pembelajaran model konvensional memperoleh hasil 56% mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, 29% mahasiswa dengan keterampilan metakognis bagus dan 15% mahasiswa dengan keterampilan metakognis kurang bagus. Potret fase keterampilan metakognisi yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, keterampilan metakognisi bagus dan keterampilan metakognisi kurang bagus. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti dan mahasiswa berupa *resolving domination number* dari graf bintang dan kipas.

Terkait dengan penelitian ini, terdapat beberapa saran sebagai berikut: (1) Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning* pada kajian *resolving domination number*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain; dan (2) Untuk mengetahui lebih lanjut baik atau tidaknya perangkat yang telah dikembangkan ini, maka disarankan pada peneliti untuk menguji cobakan perangkat pada mahasiswa tingkat berbeda atau pada universitas yang berbeda.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan starata dua (S2) pada Program Studi Magister Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, sekaligus selaku Dosen penguji tiga yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran dalam penulisan tesis ini;
3. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II, yang selalu meluangkan waktu dan selalu siap setiap saat membantu, membimbing, memberi arahan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini dengan penuh kesabaran;
4. Dosen penguji I, Penguji II, dan Penguji III yang telah memberikan saran serta membimbing saya dalam penyusunan tesis ini;
5. Bapak dan Ibu dosen Magister Pendidikan Matematika serta seluruh staf karyawan dan karyawan di lingkungan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
6. Ayahanda dan ibunda di Jayapura, yang telah memberikan kepercayaan serta terus memberikan semangat, motivasi, dan doa yang tiada putus;
7. Adikku tercinta yang terus memberikan semangat. Serta keluarga besar di Jayapura yang terus memberikan motivasi, semangat dan doa;

8. Rekan-rekan Magister Pendidikan Matematika angkatan 2018, terimakasih atas dukungan, motivasi, doa serta bantuannya selama ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas budi baik yang telah diberikan dalam membantu penyusunan tesis ini hingga selesai. Penulis sadar tentunya tesis ini masih belum sempurna, maka dari itu penulis juga menerima segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Jember, 06 Januari 2020

Penulis

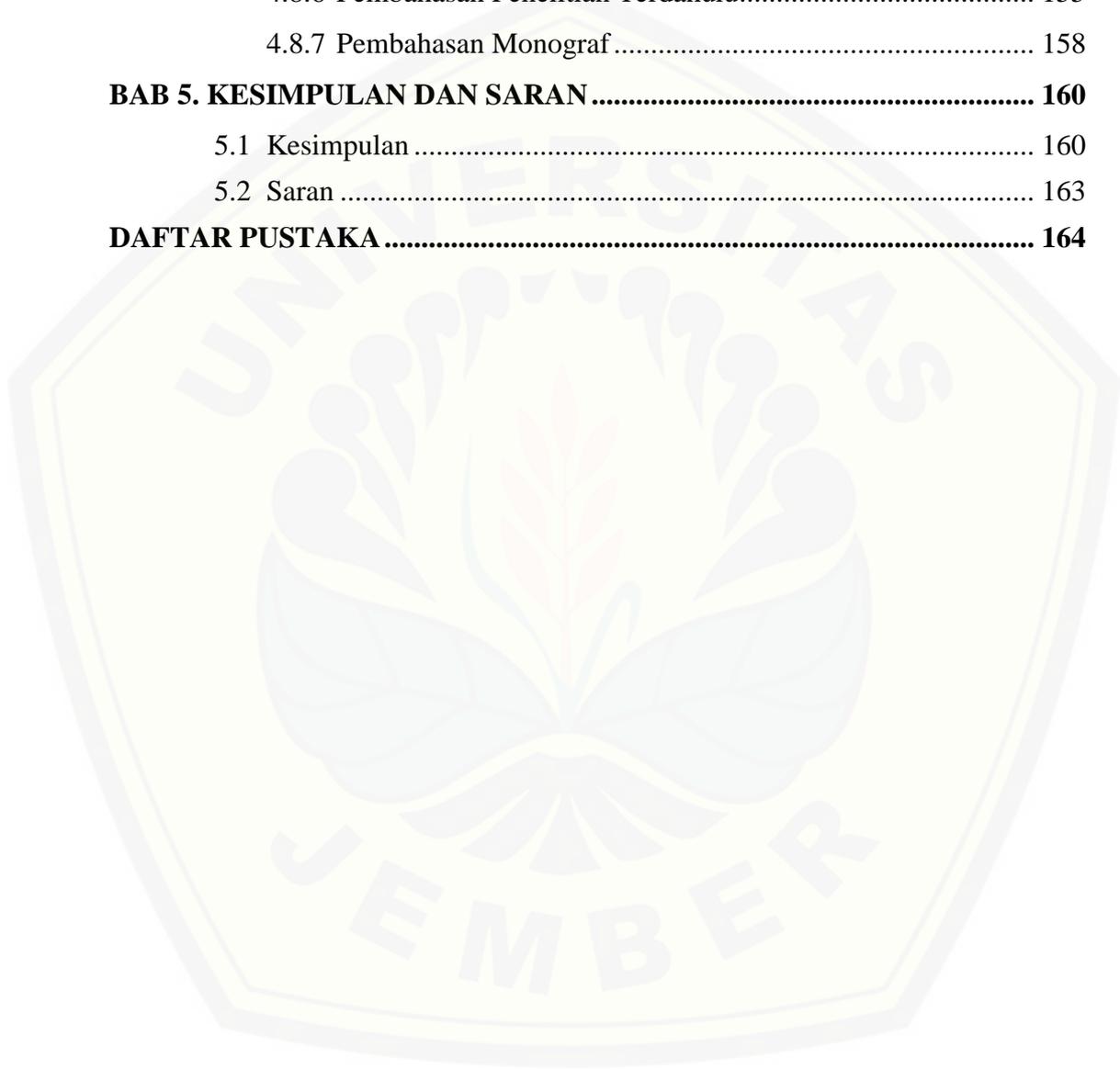
DAFTAR ISI

	Halaman
TESIS	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGAJUAN.....	vi
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GRAFIK.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Spesifikasi Perangkat.....	7
1.6 Kebaharuan Penelitian.....	8
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Perangkat Pembelajaran.....	9
2.1.1 Silabus.....	9
2.1.2 Rencana Pembelajaran Semester (RPS).....	9
2.1.3 Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP).....	10
2.1.4 Tes Hasil Belajar (THB).....	11
2.1.5 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	13
2.2 Model Pembelajaran <i>Research Based Learning</i> (RBL).....	16
2.2.1 Definisi RBL.....	16

2.2.2 Tujuan RBL.....	17
2.2.3 Manfaat RBL.....	18
2.2.4 Karakteristik, Sifat, dan Syarat Pelaksanaan RBL	19
2.2.5 Evaluasi Pelaksanaan RBL.....	20
2.2.6 Strategi Mewujudkan RBL dalam Mata Kuliah.....	21
2.2.7 Sintaks Penerapan RBL dalam Perkuliahan	21
2.3 Keterampilan Metakognisi.....	24
2.3.1 Definisi Metakognisi	24
2.3.2 Hubungan antara Kognisi dan Metakognisi	25
2.3.3 Metakognisi dalam pemecahan Masalah Matematika dan Indikator Berpikir Metakognisi	27
2.3.4 Level Metakognisi	37
2.4 Kajian <i>Resolving Domination Number</i>	38
2.4.1 <i>Domination Number</i>	39
2.4.2 <i>Metric Dimension</i>	39
2.4.3 <i>Resolving domination number</i>	40
2.5 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis RBL dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi dalam Kajian <i>Resolving domination number</i>	41
2.6 Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	42
2.7 Hipotesis Penelitian	46
BAB 3 METODE PENELITIAN	47
3.1 Jenis Penelitian	47
3.2 Definisi Operasional	50
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	51
3.4 Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa	51
3.4.1 Prosedur Penelitian.....	51
3.4.2 Instrumen Penelitian.....	53
3.4.3 Metode Pengumpulan Data	53
3.4.4 Teknik Analisis Data	53
3.5 Penelitian Pengembangan	54
3.5.1 Prosedur Pengembangan	54
3.5.2 Instrumen Penelitian Pengembangan	58

3.5.3 Teknik Pengumpulan Data Penelitian pengembangan	58
3.5.4 Teknik Analisis Data Penelitian Pengembangan.....	60
3.6 Penelitian Experimen	64
3.6.1 Populasi dan Sampel Penelitian	64
3.6.2 Desain Penelitian Experimen	65
3.6.3 Teknik Pengumpulan Data	65
3.6.4 Teknis Analisis Data	68
3.7 Analisis Potret Fase dan Level Metakognisi Mahasiswa.....	70
3.7.1 Prosedur Penelitian.....	71
3.7.2 Instrumen Penelitian.....	72
3.7.3 Metode pengumpulan data	73
3.7.4 Teknik analisis data	74
3.7.5 Potret Fase	77
3.8 Monograf	77
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	79
4.1 Profil Hasil Belajar Mahasiswa di Kelas Pengembangan.....	79
4.2 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran.....	80
4.3 Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran.....	97
4.3.1 Hasil Pengembangan setelah Validasi	98
4.3.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran.....	100
4.4 Pengaruh Penerapan <i>Research Based Learning</i>	105
4.4.1 Analisis <i>Pre-Test</i>	106
4.4.2 Analisis <i>Post-Test</i>	112
4.4.3 Uji Hipotesis	117
4.4.4 Aktivitas RBL	119
4.5 Profil Metakognisi Mahasiswa	124
4.6 Potret Fase Mahasiswa.....	130
4.6.1 Hasil Validasi Pedoman Wawancara	130
4.6.2 Hasil Wawancara dan Potret Fase Mahasiswa	131
4.7 Hasil Monograf	146
4.8 Pembahasan	151
4.8.1 Pembahasan Profil Mahasiswa di Kelas Pengembangan	151

4.8.2 Pembahasan Proses dan Hasil Pengembangan	151
4.8.3 Pembahasan Tahap Pelaksanaan dan Analisis Hasil	152
4.8.4 Pembahasan Profil Metakognisi Mahasiswa	153
4.8.5 Pembahasan Potret Fase Mahasiswa	154
4.8.6 Pembahasan Penelitian Terdahulu	155
4.8.7 Pembahasan Monograf	158
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	160
5.1 Kesimpulan	160
5.2 Saran	163
DAFTAR PUSTAKA	164



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Bagan tahapan pelaksanaan RBL.....	22
Gambar 2. 2 <i>Resolving domination number</i> pada Graf Lintasan (P_7).....	40
Gambar 3. 1 Desain penelitian model <i>Sequential Exploratory</i>	48
Gambar 3. 2 Diagram Alur Model <i>Mixed Method</i>	49
Gambar 3. 3 Prosedur Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa	52
Gambar 3. 4 Skema tahap pengembangan menurut Plomp	59
Gambar 3. 5 Rancangan penelitian eksperimen.....	67
Gambar 3. 6 Tampilan program R <i>Shiny</i> secara online	69
Gambar 3. 7 Prosedur Analisis Potret Fase dan Level Metakognisi Mahasiswa..	72
Gambar 3. 8 Prosedur Potret Fase.....	78
Gambar 4. 1 Peta Konsep Materi <i>Resolving Dominating</i>	82
Gambar 4. 2 Desain awal RPP	85
Gambar 4. 3 Desain awal LKM	86
Gambar 4. 4 Desain awal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	86
Gambar 4. 5 Desain awal Lembar Observasi.....	86
Gambar 4. 6 Desain awal Angket	87
Gambar 4. 7 Desain awal Instrumen Penelitian	87
Gambar 4. 8 Hasil pengembangan RPP	98
Gambar 4. 9 Hasil pengembangan LKM	98
Gambar 4. 10 Hasil pengembangan <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	99
Gambar 4. 11 Hasil Pengembangan Lembar Observasi Mahasiswa.....	99
Gambar 4. 12 Hasil Pengembangan Lembar Observasi Pendidik	100
Gambar 4. 13 Hasil pengembangan Angket	100
Gambar 4. 14 Hasil <i>R shiny Pre-Test</i> Uji Homogenitas	106
Gambar 4. 15 Hasil <i>R shiny Pre-Test</i> Uji Normalitas Kelas Eksperimen.....	107
Gambar 4. 16 Hasil Q-Q Plot <i>Pre-Test</i> Uji Normalitas Kelas Eksperimen.....	107
Gambar 4. 17 Hasil <i>R shiny Pre-Test</i> Uji Normalitas Kelas Kontrol	107
Gambar 4. 18 Hasil Q-Q Plot <i>Pre-Test</i> Uji Normalitas Kelas Kontrol.....	108
Gambar 4. 19 Hasil <i>R shiny Pre-Test</i> Uji independent t-test	108
Gambar 4. 20 Hasil <i>R shiny Post-Test</i> Uji Normalitas Kelas Eksperimen	112
Gambar 4. 21 Hasil Q-Q Plot <i>Post-Test</i> Uji Normalitas Kelas Eksperimen.....	113
Gambar 4. 22 Hasil <i>R shiny Post-Test</i> Uji Normalitas Kelas Kontrol.....	113
Gambar 4. 23 Hasil Q-Q Plot <i>Post-Test</i> Uji Normalitas Kelas Kontrol	113
Gambar 4. 24 Hasil <i>R shiny Post-Test</i> Uji Homogenitas	114
Gambar 4. 25 Hasil <i>R shiny Post-Test</i> Uji independent t-test.....	117
Gambar 4. 26 Riset Satu.....	120
Gambar 4. 27 Riset Dua	121

Gambar 4. 28 Riset Tiga	121
Gambar 4. 29 Hasil pengerjaan Mahasiswa 1	126
Gambar 4. 30 Hasil pengerjaan Mahasiswa 2	127
Gambar 4. 31 Hasil pengerjaan Mahasiswa 3	129
Gambar 4. 32 Hasil pengerjaan Mahasiswa 1	132
Gambar 4. 33 Hasil Potret Fase Mahasiswa 1	134
Gambar 4. 34 Hasil pengerjaan Mahasiswa 2	134
Gambar 4. 35 Hasil Potret Fase Mahasiswa 2	136
Gambar 4. 36 Hasil pengerjaan Mahasiswa 3	137
Gambar 4. 37 Hasil Potret Fase mahasiswa 3	139
Gambar 4. 38 Hasil pengerjaan Mahasiswa 4	139
Gambar 4. 39 Hasil Potret Fase Mahasiswa 4	141
Gambar 4. 40 Hasil pengerjaan Mahasiswa 5	142
Gambar 4. 41 Hasil Potret Fase Mahasiswa 5	144
Gambar 4. 42 Hasil pengerjaan Mahasiswa 6	144
Gambar 4. 43 Hasil Potret Fase mahasiswa 6	146
Gambar 4. 44 Monograf	146
Gambar 4. 45 Graf Kipas	147
Gambar 4. 46 Penentuan Notasi pada Graf Kipas	147
Gambar 4. 47 Kardinalitas Graf Kipas	148
Gambar 4. 48 Titik Dominator dan representasi titik Graf Kipas	148

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Kaitan antara kognisi dan metakognisi	27
Tabel 2. 2 Pendekatan <i>Ask-think</i> dan <i>tell-why</i> pada metakognisi	30
Tabel 2. 3 Indikator proses metakogisi yang terkait dengan pengetahuan dalam pemecahan masalah.	33
Tabel 2. 4 Indikator Keterampilan Metakognisi dalam Pemecahan Masalah.....	35
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu terkait <i>Research Based Learning</i>	43
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu terkait Metakognisi	44
Tabel 3. 1 Kategori Hasil Belajar Mahasiswa.....	54
Tabel 3. 2 Tingkat Kevalidan Instrumen.....	61
Tabel 3. 3 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen	62
Tabel 3. 4 Interval Skor Tingkat Penguasaan Mahasiswa	63
Tabel 3. 5 Skor Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa	64
Tabel 3. 6 Skema desain penelitian eksperimen.....	65
Tabel 3. 7 Indikator keterampilan Metakognisi	66
Tabel 3. 8 Tolak ukur dari instrumen.....	69
Tabel 3. 9 Tingkat Kevalidan Instrumen.....	76
Tabel 4. 1 Hasil Belajar Mahasiswa Pada kelas Pengembangan	79
Tabel 4. 2 Indikator dan Sub Indikator Ketermpilan Metakognisi	83
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Validasi Rencana pembelajaran	88
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Validasi <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	90
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Validasi LKM	91
Tabel 4. 6 Rekapitulasi validasi lembar observasi aktifitas mahasiswa.....	92
Tabel 4. 7 Rekapitulasi validasi lembar observasi pendidik	93
Tabel 4. 8 Rekapitulasi validasi angket.....	94
Tabel 4. 9 Hasil Uji Validitas Korelasi Istrumen.....	96
Tabel 4. 10 Hasil Uji Realibilitas Istrumen.....	96
Tabel 4. 11 Ketuntasan Belajar setelah melaksanakan uji coba perangkat.....	97
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Skor Hasil Observasi Ativitas pendidik Dalam Mengelola Kelas.....	101
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	102
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa terhadap Pembelajaran.....	103
Tabel 4. 15 Ketuntasan Belajar Mahasiswa di Kelas Pengembangan	105
Tabel 4. 16 Pengklasifikasian Kategori	124
Tabel 4. 17 Rekapitulasi validasi pedoman wawancara.....	131
Tabel 4. 18 Representasi $v \in V(Fn)$ terhadap S	149

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4. 1 Persentase Hasil Belajar Mahasiswa pada Kelas Pengembangan	80
Grafik 4. 2 Persentase hasil <i>Pre-Tes</i> pada kelas Kontrol	110
Grafik 4. 3 Rekapitulasi hasil <i>Pre-Tes</i> pada Kelas Kontrol	110
Grafik 4. 4 Persentase Hasil <i>Pre-Test</i> pada Kelas Eksperimen	111
Grafik 4. 5 Rekapitulasi Hasil <i>Pre-Test</i> pada Kelas Eksperimen	112
Grafik 4. 6 Persentase hasil <i>Post-Tes</i> pada kelas Kontrol.....	115
Grafik 4. 7 Rekapitulasi hasil <i>Post-Tes</i> pada Kelas Kontrol.....	116
Grafik 4. 8 Persentasi Hasil <i>Post-Test</i> pada Kelas Eksperimen.....	116
Grafik 4. 9 Rekapitulasi Hasil <i>Post-Test</i> pada Kelas Ekspeimen	117
Grafik 4. 10 Distribusi Aktivitas Mahasiswa Selama Penerapan RBL.....	123
Grafik 4. 11 Persentase Distribusi Aktivitas RBL	124
Grafik 4. 12 Persentase Keterampilan Metakognisi kelas Kontrol	125
Grafik 4. 13 Persentasi Keterampilan Metakognisi Kelas Eksperimen	125

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	
A.1 Matrik Penelitian	170
A.2 Kisi-Kisi Perangkat Pembelajaran.....	172
A.3 Silabus	175
A.4 Rencana Pembelajaran Semester (RPS)	177
A.5 Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP).....	181
A.6 <i>Pre Test</i>	187
A.7 <i>Post Test</i>	190
A.8 Kunci Jawaban <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i>	193
A.9 Rubrik Penilaian <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i>	195
A.10 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Kelas Eksperimen	198
A.11 Kunci Jawaban Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Kelas Eksperimen .	207
A.12 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Kelas Kontrol.....	214
A.13 Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa dan Rubrik Penilaian	222
A.14 Lembar Obsevasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran dan Rubrik Penilaian	226
A.15 Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran	232
A.16 Pedoman Wawancara	234
LAMPIRAN B	
B.1 Format Validasi Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP) dan Rubrik Penilaian	236
B.2 Format Validasi <i>Pre-test</i> dan <i>Post –Test</i> beserta Rubrik Penilaian.....	241
B.3 Format Validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan Rubrik Penilaian	245
B.4 Format Validasi Observasi Aktivitas Mahasiswa dan Rubrik Penilaian .	249
B.5 Format Validasi Observasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran dan dan Rubrik Penilaian.....	253
B.6 Format Validasi Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran dan Rubrik Penilaian	257
B.7 Format Validasi Pedoman Wawancara dan Rubrik Penilaian	261
LAMPIRAN C	
C.1 Hasil Validasi Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	265
C.2 Hasil Validasi <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	269
C.3 Hasil Validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	273
C.4 Hasil Validasi Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa	277
C.5 Hasil Validasi Lembar Observasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran	281

C.6 Hasil Validasi Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran	285
C.7 Hasil Validasi Pedoman Wawancara.....	289

LAMPIRAN D

D.1 Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa	293
D.2 Hasil Observasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran	296
D.3 Hasil Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran	302
D.4 Dokumentasi Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Pengembangan	306
D.5 Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Pengembangan (Uji Coba Perangkat Pembelajaran).....	308
D.6 Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Eksperimen	310
D.7 Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Kontrol.....	312
D.8 Hasil SPSS Data <i>Pre-Test</i>	313
D.9 Hasil SPSS Data <i>Post-Test</i>	316

LAMPIRAN E

E.1 Monograf.....	319
E.2 Foto Kegiatan Penelitian.....	357
E.3 Lembar Revisi Tesis	359
E.4 Autobiografi	360

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang 1.1 Latar Belakang, 1.2 Rumusan Masalah, 1.3 Tujuan Penelitian, 1.4 Manfaat Penelitian, 1.5 Spesifikasi Perangkat, dan 1.6 Kebaharuan Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu faktor utama dalam perkembangan dan kemajuan dari suatu negara, terutama pendidikan pada tingkat universitas, karena pendidikan tinggi atau pada tingkat universitas memiliki peran yang strategis dalam meningkatkan mutu Sumber Daya Manusia (SDM). Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni yang sangat pesat membawa konsekwensi pada penyiapan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan dalam berinovasi. Oleh karena itu, pendidikan pada saat ini dituntut agar dapat menumbuhkan dan mengembangkan semua keterampilan yang ada dalam setiap peserta didik. Keterampilan dari peserta didik yang diharapkan bisa tumbuh melalui proses pendidikan salah satunya adalah kemampuan metakognisi.

Seperti yang tertuang dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menegaskan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Bertalian dengan hal tersebut, standar nasional pendidikan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2015 menegaskan bahwa Standar Nasional Pendidikan adalah kriteria minimal tentang pembelajaran pada jenjang pendidikan tinggi di perguruan tinggi di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia. Kemudian di perkuat oleh Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang KKNI menegaskan bahwa KKNI adalah kerangka penjenjangan kualifikasi kompetensi yang dapat menyandingkan, menyetarakan,

dan mengintegrasikan antara bidang pendidikan dan bidang pelatihan kerja serta pengalaman kerja dalam rangka pemberian pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur pekerjaan di berbagai sektor.

Matematika adalah ilmu yang membahas pola atau keteraturan. Seperti halnya tuntutan untuk memanfaatkan penalaran induktif pada awal proses pembelajaran, dengan tujuan agar para peserta didik belajar mencerna ide-ide baru, mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan, mampu menangani ketidakpastian, mampu menemukan keteraturan, dan mampu memecahkan masalah yang tidak lazim (Shadiq 2007). Beberapa kompetensi yang disarankan para pakar di antaranya adalah para peserta didik harus memiliki kemampuan memecahkan masalah, penalaran dan pembuktian, keterkaitan, komunikasi, dan representasi. Sejalan dengan itu, tujuan pembelajaran matematika yang ditetapkan Depdiknas sudah sesuai dengan kecenderungan terbaru, yang meliputi kemampuan atau kompetensi: (1) memahami konsep matematika, (2) menggunakan penalaran, (3) memecahkan masalah, (4) mengkomunikasikan gagasan, dan (5) memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan. Pendekatan terbaru seperti Pendidikan Matematika Realistik, Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah, Pembelajaran Berbasis Project ataupun Pembelajaran Berbasis Riset merupakan pendekatan atau pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan di atas.

Demi terwujudnya pembelajaran matematika yang sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika yang ditetapkan Depdiknas, maka perlu dikembangkannya perangkat pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan yang digunakan. Perangkat pembelajaran membantu pendidik dalam mengorganisasikan kelas. Pengembangan perangkat pembelajaran dalam pembelajaran matematika di sekolah dan di perguruan tinggi telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Amir, Muris dan Arsyad (2015); Rohati (2015); Ningsih, Asbar dan Masruhim (2016); Fitry Wahyuni (2017); Tambun (2017) menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran sangat dibutuhkan di sekolah atau perguruan tinggi untuk meningkatkan prestasi peserta

didik atau keterampilan berpikirnya. Salah satu keterampilan berpikir yang telah banyak diteliti adalah keterampilan berpikir metakognisi.

Metakognisi didefinisikan sebagai "berpikir tentang berpikir." Metakognisi terdiri dari dua komponen: pengetahuan dan regulasi. Pengetahuan metakognitif mencakup pengetahuan tentang diri sendiri sebagai pembelajar dan faktor-faktor yang dapat memengaruhi kinerja, pengetahuan tentang strategi, dan pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan strategi. Regulasi metakognitif adalah pemantauan terhadap kognisi seseorang dan mencakup aktivitas perencanaan, kesadaran akan pemahaman dan kinerja tugas, dan evaluasi kemandirian proses dan strategi pemantauan (Lai 2011). Menurut Memnun dan Hart (2012) ketika individu menyadari tentang pengetahuannya dan memiliki kemampuan untuk mengendalikan pengetahuan tersebut dalam proses pemecahan masalah serta mampu mengatur berpikirnya dalam pengambilan keputusan dikenal sebagai metakognisi.

Sweeney (dalam Pai'pinan, 2015) mengungkapkan bahwa metakognisi sangat penting untuk keberhasilan akademis, pemecahan masalah, dan prestasi akademik. Mahasiswa yang sadar akan kemampuan metakognitif dan kemampuan kognitif mereka akan memiliki strategi yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah. Mereka akan lebih percaya diri bila dibandingkan dengan mahasiswa yang tidak sadar akan kemampuan metakognitifnya. Mahasiswa yang seperti ini lebih cepat tanggap terhadap sesuatu dan lebih cepat menyadari bila ada kesalahan selama proses penyelesaian masalah. Seseorang akan berhasil dalam menyelesaikan masalah apabila ia menyelesaikannya secara terencana dan teratur dan memiliki pengetahuan tentang proses kognitifnya. Dengan demikian metakognisi memiliki peranan yang penting dalam pendidikan anak-anak dan orang dewasa (Memnun dan Hart 2012).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyadi (2018) menunjukkan bahwa dengan adanya proses metakognitif, peserta didik akan sering mengevaluasi apa yang telah dilakukannya dalam proses memecahkan masalah. Hal ini berarti bahwa penting bagi pendidik untuk melatih peserta didik dalam menggunakan keterampilan metakognitif pada saat memecahkan masalah matematika.

Selanjutnya Panjaitan (2008) mengungkapkan bahwa pentingnya peningkatan kualitas pembelajaran di Perguruan Tinggi agar mendorong mahasiswa memahami proses metakognisi yang perlu dikembangkan dalam pemecahan masalah matematika khususnya matematika kontekstual. Pada teori *resolving domination number*, setiap mahasiswa wajib mempunyai gambaran yang berbeda-beda tentang ilustrasi teori graf ini. Dari situlah nantinya mahasiswa dapat berfikir metakognisi untuk membuat dan menyelesaikan graf khususnya dalam kajian *resolving domination number*, yang akan dijadikan riset dalam penelitian ini.

Resolving domination number merupakan perluasan dari teori *dominating set* dan *metric dimension* yang mempunyai syarat, yaitu memiliki hasil irisan yang berbeda. *Dominating set* merupakan suatu konsep penentuan suatu titik pada graf dengan ketentuan titik sebagai *dominating set* bisa mengcover titik yang ada di sekitarnya dan *adjacent*. *Domination number* merupakan kardinalitas minimum dari *dominating set* yang disimbolkan dengan $\gamma(G)$. *Metric dimension* merupakan kardinalitas minimum himpunan pemisah (*resolving set*) pada G . Sedangkan *resolving domination number* adalah kardinalitas minimum dari *resolving dominating set*. Materi graf tentang *resolving domination number* ini diajarkan kepada mahasiswa, supaya mahasiswa mengetahui bagaimana cara menyelesaikan masalah secara individual atau kelompok, dan sesuai dengan keterampilan berpikir yang diterapkan pada saat pembelajaran berlangsung. Materi *resolving domination number*, membutuhkan tingkat keseriusan mahasiswa dalam mengerjakannya, jika tidak ada keseriusan dan semangat dalam menyelesaikannya, maka hasil yang didapat tidak sesuai konsep yang diharapkan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Olehnya itu, penulis mengangkat judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf”.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan proses menuju kristalisasi dari berbagai hal yang terdapat dalam latar belakang. Masalah muncul karena tidak ada kesesuaian antara harapan, teori, atau kaidah dan kenyataan. Agar pemecahan masalah dapat tuntas dan tidak salah arah, ruang lingkup masalah harus dibatasi dan dinyatakan atau dirumuskan dengan jelas (Wibowo *et al.* 2013).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah profil hasil belajar mahasiswa di kelas Pengembangan?
- 2) Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *research based learning* pada kajian *resolving domination number*?
- 3) Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *research based learning* pada kajian *resolving domination number*?
- 4) Adakah pengaruh penerapan pembelajaran matematika berdasarkan *research based learning* terhadap keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kajian *resolving domination number*?
- 5) Bagaimanakah profil keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan *resolving domination number*?
- 6) Bagaimana potret fase keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination number*?
- 7) Bagaimana bentuk monograf hasil implementasi penerapan perangkat pembelajaran *research based learning* pada kajian *resolving domination number*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berkaitan erat dengan permasalahan dan merupakan arahan jawaban dari hipotesis atau deskripsi sementara dari asumsi. Tujuan penelitian mengemukakan hasil-hasil yang hendak dicapai dan tidak boleh menyimpang dari permasalahan yang telah dikemukakan (Wibowo *et al.* 2013).

Sesuai dengan rumusan masalah dan latar belakang masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui profil hasil belajar mahasiswa pada kelas pengembangan.
- 2) Menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *research based learning* pada kajian *resolving domination number*.
- 3) Menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *research based learning* pada kajian *resolving domination number*.
- 4) Mengetahui pengaruh penerapan pembelajaran *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kajian *resolving domination number*.
- 5) Mengetahui profil keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan *resolving domination number*?
- 6) Mengetahui potret fase keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination number*.
- 7) Menghasilkan monograf hasil implementasi penerapan perangkat pembelajaran *research based learning* pada kajian *resolving domination number*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian disebut juga signifikansi penelitian. Manfaat penelitian memaparkan kegunaan hasil penelitian yang akan dicapai, baik untuk kepentingan ilmu, kebijakan pemerintah, maupun masyarakat luas (Wibowo *et al.* 2013).

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi peneliti, Memperluas wawasan peneliti dalam pembuatan perangkat pembelajaran dalam perkuliahan khususnya kajian dalam teori graf.
- 2) Bagi dosen, dapat meningkatkan dan mengembangkan keterampilan dosen dalam membuat inovasi dalam pembuatan perangkat pembelajaran yakni, dapat menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*

terkhusus untuk kajian *resolving domination number* sehingga dapat meningkatkan kualitas proses perkuliahan.

- 3) Bagi mahasiswa, dapat mengembangkan pemahaman terhadap kajian *resolving domination number* dan menumbuhkan kemampuan berpikir metakognisinya.
- 4) Bagi Universitas, dapat membangun minat dosen dalam mengembangkan kreatifitas pengembangan perangkat pembelajaran berdasarkan model *research based learning*.
- 5) Bagi peneliti lain, sebagai referensi dalam pengembangan penelitian dengan bidang kajian sejenis.

1.5 Spesifikasi Perangkat

Dalam penelitian ini, untuk meningkatkan keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa yaitu dengan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *reasearch based learning*, yang meliputi Rencana Pelaksanaan Perkuliahan, Lembar Kerja Mahasiswa dan Tes Hasil Belajar. Spesifikasi masing-masing produk tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
 - 1) Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP) ini disusun dan dikembangkan dengan menyesuaikan silabus dan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang berlaku di Program studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
 - 2) Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP) ini terdiri dari (1) Pendahuluan; (2) Inti; (3) penutup.
 - 3) *Reserch Based Learning* di rencana pelaksanaan perkuliahan terdapat pada pada langkah pembelajaran/inti pembelajaran.
 - 4) Keterampilan metakognisi mahasiswa di RPP terdapat pada inti pembelajaran dengan memberikan lembar kerja mahasiswa atau soal.

- b. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
- 1) Permasalahan pada kajian *resolving domination number* pada LKM ini adalah materi pengembangan dari *dominatif set* dan *resolving set* sehingga mahasiswa harus benar-benar memahami materi sebelumnya.
 - 2) Permasalahan dan penyelesaian dari masalah pada lembar kerja mahasiswa (LKM) berupa soal meningkatkan kemampuan metakognisi. Dimana penyelesaiannya harus terpenuhi unsur *Planning*, *Monitoring*, dan *Checking*
- c. Tes Hasil Belajar (THB)
- Spesifikasi Tes Hasil Belajar (THB) dalam penelitian ini sebagai berikut:
- 1) Tes Hasil Belajar (THB) ini berupa essay
 - 2) Tes Hasil Belajar (THB) ini memunculkan karakteristik meakognisi

1.6 Kebaharuan Penelitian

- 1) Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* untuk keterampilan *metakognisi* mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number*;
- 2) Penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat mengkonstruksi fungsi *resolving domination number* dari sebuah graf sehingga diakhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf;
- 3) Penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat menemukan fungsi *resolving domination number* dari sebuah graf sehingga diakhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan tentang 2.1 Perangkat Pembelajaran, 2.2 Model Pembelajaran *Research Based Learning* (RBL), 2.3 Keterampilan Berpikir Metakognisi, 2.4 Kajian *Resolving domination number*, 2.5 Implementasi RBL dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Metakognisi dalam Kajian *Resolving domination number*, 2.6 Tinjauan Penelitian Terdahulu, dan 2.7 Hipotesa Tindakan.

2.1 Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dimaksud adalah Silabus, Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Tes Hasil Belajar dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

2.1.1 Silabus

Silabus merupakan rencana dan pengaturan mengenai isi (topik-topik) maupun bahan kajian serta penyampaian (metode, media, sumber) dan penilaiannya. Silabus berfungsi sebagai pedoman pelaksanaan kegiatan pembelajaran untuk satu mata kuliah tertentu di pendidikan tinggi. Selain itu, silabus juga merupakan panduan utama yang dapat dipakai setiap tenaga pengajar (Politeknik Negeri Sriwijaya 2008).

Silabus dibuat untuk setiap mata kuliah dengan menggunakan format yang mencakup: nama dan kode mata kuliah; jumlah sks/jam per-minggu; mata kuliah prasyarat (jika ada); komponen utama silabus, serta sumber pustaka.

2.1.2 Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Peraturan Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2015 pasal 12 menjelaskan bahwa Rencana pembelajaran semester ditetapkan dan dikembangkan oleh dosen secara mandiri atau bersama dalam kelompok keahlian suatu bidang ilmu pengetahuan dan/atau teknologi dalam program studi.

2.1.3 Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan skenario pembelajaran yang bersifat operasional praktis, bukan semata-mata persyaratan administratif. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. RPP dikembangkan dari silabus agar kegiatan pembelajaran lebih terarah dan berjalan lancar secara efektif dan efisien sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik. RPP yang lengkap, sesuai dan sistematis dapat membuat pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberi ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologi siswa. Menurut Trianto (2010) RPP adalah panduan langkah-langkah yang akan dilakukan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran yang disusun dalam skenario kegiatan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran adalah suatu pedoman yang berisi langkah-langkah yang akan dilaksanakan oleh guru untuk mencapai suatu kompetensi dasar yang telah ditetapkan dalam silabus. Fungsi RPP ada dua yaitu fungsi perencanaan dan fungsi pelaksanaan RPP. Fungsi perencanaan, RPP dapat memotivasi guru lebih siap dalam melakukan pembelajaran dengan perencanaan yang matang. Fungsi pelaksanaan, RPP dapat mengkefektifkan proses pembelajaran karena RPP sudah disusun secara sistematis dengan beberapa kemungkinan penyesuaian dalam situasi pembelajaran.

Tujuan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah memberikan deskripsi atau gambaran kepada guru agar proses pembelajaran yang akan dilaksanakan lebih mudah dan sistematis. Selain itu dengan adanya RPP guru juga akan berusaha memodifikasi setiap proses pembelajaran yang dilakukan sehingga tidak menonton. RPP yang disusun haruslah memperhatikan karakteristik siswa, sehingga dapat ditentukan pendekatan atau model yang tepat dalam kegiatan pembelajaran sehingga hasil dari pembelajaran yang dilakukan dapat maksimal.

Hal ini sejalan dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Indonesia Nomor 22 tahun 2016 tentang standar proses untuk satuan pendidikan dasar dan menengah. Dalam menyusun RPP hendaknya memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut.

- a. Perbedaan individual peserta didik antara lain kemampuan awal, tingkat intelektual, bakat, potensi, minat, motivasi belajar, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.
- b. Partisipasi aktif peserta didik.
- c. Berpusat pada peserta didik untuk mendorong semangat belajar, motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, inovasi dan kemandirian.
- d. Pengembangan budaya membaca dan menulis yang dirancang untuk mengembangkan kegemaran membaca, pemahaman beragam bacaan, dan berekspresi dalam berbagai bentuk tulisan.
- e. Pemberian umpan balik dan tindak lanjut RPP memuat rancangan program pemberian umpan balik positif, penguatan, pengayaan, dan remedi.
- f. Penekanan pada keterkaitan dan keterpaduan antara KD, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indicator pencapaian kompetensi, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar.
- g. Mengakomodasi pembelajaran tematik-terpadu, keterpaduan lintas mata pelajaran, lintas aspek belajar, dan keragaman budaya.
- h. Penerapan teknologi informasi dan komunikasi secara terintegrasi, sistematis, dan efektif sesuai dengan situasi dan kondisi.

2.1.4 Tes Hasil Belajar (THB)

Tes merupakan alat ukur untuk proses pengumpulan data di mana dalam memberikan respon atas pertanyaan dalam instrumen, peserta didorong untuk menunjukkan kemampuan maksimalnya. Peserta diharuskan mengeluarkan kemampuan semaksimal mungkin agar data yang diperoleh dari hasil jawaban peserta didik benar-benar menunjukkan kemampuannya. Tes hasil belajar juga merupakan tes penguasaan, karena tes ini berfungsi mengukur penguasaan peserta

didik terhadap materi yang diajarkan oleh guru atau dipelajari oleh peserta didik. Tes diujikan setelah peserta didik memperoleh sejumlah materi sebelumnya dan pengujian dilakukan untuk mengetahui penguasaan peserta didik atas materi tersebut (Purwanto, 2009). Oleh karena itu, tes hasil belajar yang baik harus mampu mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami materi-materi yang diajarkan evaluasi tes hasil belajar tersebut akan mengukur nilai dan efektifitas dari bagian tertentu dalam pendidikan (Kelly, 2006).

Menurut Zainul dan Nasoetion (1997), tes hasil belajar adalah salah satu alat ukur yang paling banyak digunakan untuk menemukan keberhasilan seseorang dalam suatu proses belajar mengajar atau untuk menentukan keberhasilan suatu program pendidikan. Dasar-dasar penyusunan tes hasil belajar adalah sebagai berikut: (1) harus dapat mengukur apa yang dipelajari dalam proses belajar mengajar sesuai dengan tujuan instruksional yang tercantum di dalam kurikulum yang berlaku; (2) tes hasil belajar disusun sedemikian sehingga benar-benar mewakili bahan yang telah dipelajari; (3) hendaknya disesuaikan dengan aspek-aspek tingkat belajar yang diharapkan; (4) tes hasil belajar disusun sesuai dengan tujuan penggunaan tes itu sendiri, karena tes dapat disusun sesuai dengan kebutuhan.

Tes hasil belajar berisi soal-soal yang digunakan untuk mengukur ketrampilan metakognisi mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa. Dan untuk mengukur Hasil Belajar siswa, menurut Norman E Gronland dalam bukunya mengenai penyusunan tes prestasi atau hasil belajar siswa yang dikutip Khaerudin (2015) merumuskan prinsip dasar dalam pengukuran hasil belajar sebagai berikut :

- a) Tes hasil belajar harus mengukur hasil belajar yang telah dibatasi secara jelas sesuai dengan tujuan instruksional.
- b) Tes hasil belajar harus mengukur satuan sample yang representative dari hasil belajar dari materi yang dicukupi oleh program instruksi atau pengajaran.
- c) Tes hasil belajar harus berisi item-item dengan tipe yang paling cocok guna mengukur hasil belajar yang diinginkan.

- d) Tes hasil belajar harus dirancang agar cocok dengan tujuan penggunaan hasilnya.
- e) Tes hasil belajar harus dibuat seriable mungkin dan kemudian harus ditafsirkan dengan hati-hati.
- f) Tes hasil belajar harus digunakan untuk meningkatkan belajar para siswa.

Tes hasil belajar merupakan kelengkapan perangkat pembelajaran mengenai hasil belajar mahasiswa. Pada penelitian ini, tes hasil belajar merupakan tes tulisan kajian *resolving domination number* yang berupa tes esai yang dikembangkan berdasarkan *research based learning* yang dianalisa untuk mengetahui kemampuan metakognisi mahasiswa. Tes ini diberikan sebanyak satu kali yaitu pada akhir pembelajaran. Indikator validasi tes hasil belajar mencakup:

- a. Validasi isi
 - 1) Soal sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran,
 - 2) Maksud soal dirumuskan dengan singkat dan jelas.
- b. Bahasa soal
 - 1) Bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia,
 - 2) Kalimat soal tidak mengandung arti ganda (ambigu),
 - 3) Kalimat soal komutatif, menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami siswa.

2.1.5 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) merupakan media yang membantu mahasiswa dalam memahami suatu konsep. Taufiq *et al* (2018) menjelaskan bahwa LKM merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembaran yang berisi petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas yang dikemas sedemikian rupa agar mahasiswa dapat mempelajari materi tersebut seara mandiri.

LKM yang disusun, dirancang dan dikembangkan dengan mengacu pada model pembelajaran *Research Based Learning*. Dalam melaksanakan diskusi dalam pembelajaran, LKM di gunakan sebagai media untuk dapat mengemukakan pendapat dalam bentuk tulisan oleh mahasiswa. Pembelajaran yang dilaksan

dengan menggunakan LKM mengharuskan pendidik lebih berfungsi sebagai fasilitator, LKM memuat masalah-masalah berdasarkan kajian tertentu. Dengan demikian pendidik tidak perlu menjelaskan semua materi dan contoh-contoh soal secara mendetail kepada mahasiswa namun hanya berupa uraian singkat tentang materi pada kajian pembelajaran yang akan di sampaikan pada mahasiswa.

Menurut Darmojo dan Kaligis (1991) LKM yang berkualitas baik adalah LKM yang memenuhi syarat didaktik, konstruksi dan teknis. Penjelasan mengenai syarat-syarat yang harus dimiliki dalam menyusun LKM diuraikan sebagai berikut.

a. Syarat didaktik

LKM yang ada haruslah mengikuti asas pembelajaran yang efektif, yaitu sebagai berikut.

- 1) Memperhatikan perbedaan individu sehingga LKM dapat digunakan oleh seluruh mahasiswa dengan kemampuan yang berbeda.
- 2) Menekankan pada proses penemuan konsep-konsep sehingga LKM berfungsi sebagai petunjuk untuk mahasiswa dalam mencari informasi dan bukan sebagai alat pemberi tahu informasi.
- 3) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan mahasiswa sehingga mahasiswa diberikan kesempatan untuk melakukan sesuatu misalnya menulis, menggambar, berdialog dengan teman, menggunakan alat dan sebagainya.
- 4) Dapat mengembangkan kemampuan sosial, emosional, moral dan estetika sehingga kegiatan pembelajaran yang dilakukan tidak hanya ditujukan untuk mengenal fakta-fakta dan konsep akademis. Bentuk kegiatan yang ada memungkinkan siswa dapat berinteraksi dengan orang lain dan mengkomunikasikan pendapat serta hasil kerjanya.
- 5) Mengembangkan pribadi mahasiswa dalam hal penentuan pengalaman belajar.

b. Syarat konstruksi

Pada LKM penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan harus tepat guna sehingga dapat dimengerti oleh

pihak-pihak yang menggunakan yaitu siswa. Syarat-syarat konstruksi LKM sebagai berikut.

- 1) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan mahasiswa.
- 2) Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
- 3) Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa.
- 4) Menghindarkan pertanyaan yang terlalu terbuka, pertanyaan yang dianjurkan adalah isian atau jawaban yang didapat dari hasil pengolahan informasi bukan mengambil dari perbendaharaan pengetahuan yang tidak terbatas.
- 5) Tidak mengacu pada buku sumber yang diluar kemampuan dan keterbacaan mahasiswa.
- 6) Menyediakan ruang atau tempat yang cukup untuk memberikan keleluasaan pada siswa untuk menulis maupun menggambar hal-hal yang ingin siswa sampaikan dengan memberi tempat menulis dan menggambar jawaban.
- 7) Menggunakan kalimat yang sederhana sehingga dapat dipahami dan tidak menimbulkan salah tafsir.
- 8) Menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata.
- 9) Mempunyai tujuan belajar yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi belajar.
- 10) Memuat identitas, seperti topik, kelas, nama kelompok, tanggal dan sebagainya.

c. Syarat teknis

Syarat teknis menekankan pada tulisan, gambar dan penampilan penyusunan LKM. Syarat-syarat teknis pada LKM diuraikan sebagai berikut.

1) Tulisan

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penulisan, yaitu sebagai berikut.

- a) Menggunakan huruf yang jelas dan mudah dibaca, meliputi jenis dan ukuran huruf.

- b) Menggunakan huruf tebal yang lebih besar untuk penulisan topik.
- c) Menggunakan perbandingan ukuran huruf dan ukuran gambar yang serasi.

2) Gambar

Gambar yang digunakan dalam LKM dapat menyampaikan pesan secara efektif bagi pengguna LKM untuk mendukung kejelasan konsep.

3) Penampilan

Penampilan LKM sangat penting untuk menarik minat dan perhatian mahasiswa agar mahasiswa tidak merasa jenuh dan bosan. LKM yang menarik adalah LKM yang mempunyai kombinasi antara gambar, warna dan tulisan yang sesuai.

2.2 Model Pembelajaran *Research Based Learning* (RBL)

2.2.1 Definisi RBL

RBL adalah sebuah model pembelajaran yang menjadikan masalah dalam kelompok penelitian sebagai bahasan utama dalam perkuliahan (Dafik 2015a). Selanjutnya Salimi, Susiani and Hidayah (2017) mengungkapkan bahwa RBL adalah model pembelajaran yang mengintegrasikan riset di dalam proses pembelajaran dalam rangka membangun pengetahuan dengan cara merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis, membuat kesimpulan dan menyusun laporan.

Pengajar dalam perkuliahan tidak hanya menyajikan konsep-konsep lama, konsep yang tidak fenomenal apalagi tidak kontekstual sesuai dengan perkembangan jaman atau ilmu itu sendiri, namun pegajar harus menyajikan kajian-kajian sesuai dengan temuan-temuan sesuai dengan perkembangan ilmu terkini dalam kelompok kajian. Pelaksanaan pembelajarannya didasari oleh filosofi konstruktivisme yang ditandai dengan penerapan *contextual teaching and learning approach*, *discovery learning*, *project based learning*, dan juga mencakup empat aspek yaitu: pembelajaran yang berbasis problem posing (masalah yang diajukan berdasarkan penelitian yang dikembangkan oleh dosen dalam kelompok kajian), pembelajaran berbasis *recently prior knowledge* yaitu

berdasarkan hasil-hasil penelitian baru dan mutakhir, penetapan prosedur pemecahan masalah sesuai dengan metodologi penelitian modern, dan terakhir menganalisa dan menguji kebenaran data.

2.2.2 Tujuan RBL

Pembelajaran Berbasis Riset bertujuan untuk menciptakan proses pembelajaran yang mengarah pada aktifitas analisis, sintesis, dan evaluasi serta meningkatkan kemampuan peserta didik dan dosen dalam hal asimilasi dan aplikasi pengetahuan. Widayati *et al.* (2010) secara rinci memberikan tujuan RBL sebagai berikut: 1) Meningkatkan kebermaknaan mata kuliah agar lebih bersifat kontekstual melalui pemaparan hasil-hasil penelitian; 2) Memperkuat kemampuan berpikir peserta didik sebagai peneliti; 3) Melengkapi pembelajaran melalui internalisasi nilai penelitian, praktik, dan etika penelitian dengan cara melibatkan penelitian; 4) Meningkatkan mutu penelitian dan melibatkan peserta didik dalam kegiatan penelitian; 5) Meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang perkembangan suatu ilmu melalui penelitian yang berkelanjutan; 6) Meningkatkan pemahaman tentang peran penelitian dalam inovasi sehingga mendorong mahasiswa untuk selalu berpikir kreatif di masa datang; dan 7) Meningkatkan kualitas pembelajaran secara umum.

Slameto (dalam Haryati, 2017) menjelaskan bahwa RBL bertujuan untuk menciptakan proses pembelajaran yang mengarah pada aktifitas analisis, sintesis, dan evaluasi serta meningkatkan kemampuan mahasiswa dan dosen dalam hal asimilasi dan aplikasi pengetahuan. Dafik (2016) menjelaskan bahwa secara umum tujuan terlaksananya RBL adalah sebagai berikut: 1) Meningkatkan kebermaknaan mata kuliah agar lebih bersifat kontekstual melalui pemaparan hasil-hasil penelitian; 2) Memperkuat kemampuan berpikir peserta didik sebagai peneliti; 3) Melengkapi pembelajaran melalui internalisasi nilai penelitian, praktik, dan etika penelitian dengan cara melibatkan penelitian; 4) Meningkatkan mutu penelitian di Perguruan Tinggi dan melibatkan peserta didik dalam kegiatan penelitian; 5) Meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang perkembangan suatu ilmu melalui penelitian yang berkelanjutan; 6) Meningkatkan pemahaman tentang

peran penelitian dalam inovasi sehingga mendorong mahasiswa untuk selalu berpikir kreatif di masa datang; 7) Meningkatkan kualitas dan kemutakhiran pembelajaran secara umum.

2.2.3 Manfaat RBL

Manfaat RBL adalah sebagai berikut: 1) Mendorong dosen untuk melakukan penelitian yang spesifik untuk kemudian mengupdate keilmuannya dengan membaca dan memanfaatkan hasil penelitian orang lain sebagai bahan pembelajaran; 2) Mendorong peran peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran, dan menjadi mitra aktif dosen dalam penelitian; 3) Mahasiswa terbiasa melakukan proses berfikir dengan pendekatan saintifik sehingga trampil mengidentifikasi persoalan serta memecahkannya dengan kaidah-kaidah ilmiah yang baik; 4) Mahasiswa memiliki kemandirian, logis, kritis, dan kreatif sehingga memberikan peluang tumbuhnya keterampilan berfikir tingkat tinggi pada diri mahasiswa; 5) Peserta didik dilatih memiliki etika, khususnya etika menjauhkan diri dari perilaku buruk seperti pelanggaran *copyright* dan *plagiarisme*; 6) Meningkatkan jumlah publikasi ilmiah perguruan tinggi yang bersumber dari kelompok penelitian atau kajian dosen sehingga jumlahnya meningkat (Dafik 2015a).

Selanjutnya oleh Widayati *et al.* (2010), menjelaskan bahwa dengan RBL maka peserta didik dapat memperoleh berbagai manfaat dalam konteks pengembangan metakognisi dan pencapaian kompetensi yang dapat dipetik selama menjalani proses pembelajaran. Manfaat yang dimaksud meliputi hal-hal sebagai berikut: 1) Peserta didik mengalami pengembangan dan peningkatan kapabilitas dan kompetensi yang lebih tinggi, termasuk: (a) Kompetensi umum, misalnya berpikir secara kritis dan analitik, mengevaluasi informasi, dan pemecahan masalah, (b) Kompetensi dalam hal melaksanakan dan mengevaluasi penelitian yang sangat bermanfaat dan membantu dalam pengembangan profesional yang mengedepankan inovasi dan keunggulan; 2) Peserta didik memiliki motivasi belajar yang tinggi dan memiliki peluang untuk aktif di dalam proses pembelajaran yang berkaitan dengan dunia praktik kelak di kemudian hari;

3) Peserta didik terlatih dengan nilai-nilai disiplin, mendapatkan pengalaman praktik dan etika; 4) Peserta didik lebih memahami tentang betapa pentingnya nilai-nilai disiplin bagi masyarakat

2.2.4 Karakteristik, Sifat, dan Syarat Pelaksanaan RBL

Karakteristik pelaksanaan RBL, menurut Dafik (2016) adalah: 1) terbangunnya kemampuan mahasiswa membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja; 2) adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan mahasiswa terkait dengan *research interest* dosen atau masalah terbuka dari payung penelitian dosen, bisa diajukan mahasiswa namun dielaborasi dengan permasalahan yang berkembang dalam *research interest* dosen; 3) terbangunnya kemampuan mahasiswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan; 4) terciptanya tanggung jawab mahasiswa yang secara kolaboratif untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan dengan metodologi mutakhir; 5) tumbuhnya kemampuan mahasiswa dalam mengkomunikasikan hasil pemecahan masalahnya melalui berbagai media nasional maupun internasional; 6) dilakukannya proses evaluasi yang dijalankan secara kontinu dengan menggunakan penilaian otentik; 7) berkembangnya kemampuan mahasiswa untuk melakukan refleksi atas aktivitas pembelajaran berbasis riset yang sudah dijalankan.

Sifat yang melekat pada RBL, menurut Widayati *et al.* (2010) adalah sebagai berikut: (1) Mendorong dosen untuk melakukan penelitian atau mengupdate keilmuannya dengan membaca dan memanfaatkan hasil penelitian orang lain sebagai bahan pembelajaran; (2) Mendorong peran peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran, bahkan menjadi mitra aktif dosen; (3) Peserta didik menjadi lebih kompeten dalam keilmuan dan penelitian serta trampil mengidentifikasi persoalan serta memecahkannya dengan baik; (4) Peserta didik memiliki kemandirian, kritis, dan kreatif sehingga memberikan peluang munculnya ide dan inovasi baru; (5) Peserta didik dilatih memiliki etika, khususnya etika profesi misalnya menjauhkan diri dari perilaku buruk misalnya plagiarisme.

Selanjutnya Widayati *et al.* (2010) memberikan syarat penerapan RBL adalah sebagai berikut: 1) Kebijakan akademik dan riset universitas dan fakultas; 2) Ketersediaan Learning resources (kurikulum, sarana dan prasarana); 3) Pengembangan staf untuk pelaksanaan RBL: (a) Dosen menguasai metode penelitian, (b) Dosen berpengalaman melakukan kegiatan penelitian, (c) Dosen berpengalaman melakukan praktek nyata/kerja di lapangan; 4) Materi pembelajaran berbasis evidence atau bukti ilmiah; 5) Mahasiswa memiliki motivasi untuk mengembangkan pola pikir ilmiah; 6) Menghubungkan antara penelitian dan proses belajar; 7) Pembelajaran bersifat aktif, yaitu aktivitas pembelajaran yang melibatkan mahasiswa dalam mengerjakan berbagai hal dan berpikir tentang apa yang sedang mereka kerjakan. Pembelajaran aktif dapat berlangsung ketika mahasiswa diberi kesempatan untuk lebih berinteraksi dengan teman sesama mahasiswa maupun dengan dosen perihal pokok yang sedang dihadapinya, mengembangkan pengetahuan dan bukan sekedar menerima informasi dari dosen. Dosen berperan sebagai fasilitator

2.2.5 Evaluasi Pelaksanaan RBL

Metode evaluasi untuk mengukur ketercapaian kompetensi peserta didik melalui metode pembelajaran RBL sangat tergantung pada model RBL yang digunakan. Meskipun demikian pada prinsipnya perlu adanya standar penilaian formatif dan sumatif yang sahih dan reliable. Nilai untuk hasil pembelajaran peserta didik ditentukan setelah mengevaluasi beberapa kegiatan, antara lain melalui: (1) Tes; (2) Kuis. (3) Ujian tulis; (4) Kerja kelompok; (5) Portfolio pembelajaran; (6) Kontrak belajar; dan (7) Logbook yang dibuat oleh peserta didik. Nilai akhir ditentukan oleh persentase ketercapaian kontrak belajar, kesesuaian hasil pembelajaran dengan portfolio, dan hasil kegiatan pembelajaran seperti tercantum dalam logbook. Nilai bisa ditentukan terhadap ketercapaian kompetensi yang direncanakan pada awal proses pembelajaran (Widayati *et al.* 2010).

2.2.6 Strategi Mewujudkan RBL dalam Mata Kuliah

Beberapa strategi dalam mengintegrasikan riset dalam pembelajaran diantaranya adalah (1) memperkaya bahan ajar dengan hasil penelitian dosen, (2) menggunakan temuan-temuan penelitian mutakhir dan melacak sejarah asal usul temuan tersebut, (3) memperkaya kegiatan pembelajaran dengan isu-isu penelitian kontemporer, (4) mengajarkan materi metodologi penelitian di dalam proses pembelajaran, (5) memperkaya proses pembelajaran dengan kegiatan penelitian dalam skala kecil, (6) memperkaya proses pembelajaran dengan melibatkan peserta didik dalam kegiatan, (7) menerapkan cooperative teaching and learning dalam pembelajaran dengan mendorong peserta didik aktif berinteraksi, dan (8) memperkaya proses pembelajaran dengan nilai-nilai yang harus dimiliki oleh peneliti (Dafik 2016).

2.2.7 Sintaks Penerapan RBL dalam Perkuliahan

Tahapan pelaksanaan RBL dalam perkuliahan menurut Dafik (2016) adalah sebagai berikut: 1) kembangkan kelompok kajian atau research group yang beranggotakan minimal tiga orang dosen di level prodi, jurusan, fakultas atau lintas fakultas; 2) Petakan beberapa mata kuliah yang relevan dengan kelompok kajian atau research group ini, kemudian kembangkan Silabus, RPS, RTM, LKM dan Kontrak perkuliahan bersama untuk menerapkan PBR dalam pembelajaran; 3) Terapkan dalam kelas perkuliahan melalui *team teaching*, *contextual teaching* dan *cooperative learning* melalui tahapan berikut: (1) memberikan informasi pokok tentang materi yang sedang dipelajari, (2) menunjukkan hasil-hasil penelitian dosen dalam kelompok kajian atau *research group* yang berkenaan/bersentuhan dengan materi yang sedang dibahas, (3) membagi mahasiswa dalam kelompok diskusi, (4) memberikan penugasan kepada mahasiswa dalam bentuk diskusi dalam kelompok-kelompok tentang (a) isi pokok penelitian, (b) proses penelitian, (c) cara analisis, (d) perumusan kesimpulan, dan (e) nilai-nilai yang muncul dari hasil penelitian tersebut, (4) dengan dipimpin dosen mahasiswa melakukan diskusi antar kelompok, (5) bersama dosen mahasiswa membuat kesimpulan. Dalam tahapan ini sedapat mungkin mahasiswa lebih terlibat dalam pembelajaran

(pembelajaran berpusat pada mahasiswa). Dosen lebih berperan sebagai fasilitator. Bila memungkinkan saat diskusi berlangsung, apabila terdapat persoalan-persoalan yang membutuhkan literatur, dosen dapat menunjukkannya melalui media online (internet) sehingga problematika yang dihadapi mahasiswa dapat terjawab; 4) Setiap kelompok mengembangkan laporan, slide presentasi dan artikel untuk kemungkinan publikasi dalam skala lokal; 5) Secara berkesinambungan dosen membawa hasil-hasil RBL dalam perkuliahan ini dalam kelompok kajian, atau *research group* untuk ditindaklanjuti lebih mendalam oleh mahasiswa yang sedang menempuh skripsi atau thesis.

Secara umum tahapan yang harus dilaksanakan dalam penerapan RBL adalah:



Sumber: (Dafik 2015b)

Gambar 2. 1 Bagan tahapan pelaksanaan RBL

Sedangkan Sintak model RBL menurut (Arifin 2010), yaitu ada tiga pengelompokan langkah utama yang harus ada dalam tahapan RBL yaitu:

- Exposure stage*, yaitu mengumpulkan informasi berdasarkan *inquiry* dan mencari literatur pada suatu topik tertentu (*focused topic*),
- Experience stage*, yaitu mengidentifikasi dan memformulasi problem berdasarkan studi literatur dan pengalaman eksperimen,

- c. *Capstone stage*, menyampaikan rencana atau gagasan dalam memberikan solusi problem atau metode pengukuran atau komputasi.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, peneliti menyimpulkan langkah-langkah RBL dengan menggunakan pengembangan sintaksis RBL menurut Arifin, yaitu sebagai berikut:

1. *Exposure stage*, meliputi:
 - a) Tahap Pengenalan, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu: (a) Dosen membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok, (b) Pembagian LKM mengenai materi pembelajaran yang akan dipelajari, (c) Mahasiswa memperhatikan dosen dalam mengenalkan LKM yang telah diberikan.
 - b) Tahap Pemberian Referensi, pelaksanaan pembelajaran pada tahap ini meliputi beberapa kegiatan yakni pemberian referensi (pengetahuan awal) serta pengarahan kepada mahasiswa untuk mengemukakan hipotesis.
2. *Experience stage*, meliputi:
 - a) Tahap Tindakan merupakan tahap inti dalam pembelajaran RBL. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi bimbing untuk melaksanakan riset sesuai langkah LKM.
 - b) Tahap Diskusi, pelaksanaan diskusi bersama kelompok yang telah dibentuk pada tahap awal pembelajaran dimana mahasiswa diarahkan untuk menulis hasil riset pada lembar yang disediakan di tiap kegiatannya sesuai waktu yang diatur dosen.
3. *Capstone stage*, meliputi:
 - a) Presentasi, pada tahap ini mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, memberikan tanggapan presentasi kelompok lain, mengumpulkan LKM, serta bersama dosen mengevaluasi jalannya riset.
 - b) Laporan Akhir/*Final Report*, yaitu kegiatan pengaitan hipotesis dan penyimpulan materi yang telah dipelajari.

2.3 Keterampilan Metakognisi

2.3.1 Definisi Metakognisi

Istilah metakognisi (*metacognition*) pertama kali diperkenalkan oleh John Flavell pada tahun 1976. Metakognisi terdiri dari imbuhan “*meta*” dan “*kognisi*”. *Meta* merupakan awalan untuk kognisi yang artinya “sesudah” kognisi. Penambahan awalan “*meta*” pada kognisi untuk merefleksikan ide bahwa metakognisi diartikan sebagai kognisi tentang kognisi, pengetahuan tentang pengetahuan atau berpikir tentang berpikir. Flavell mengartikan metakognisi sebagai berpikir tentang berpikirnya sendiri (*thinking about thinking*) atau pengetahuan seseorang tentang proses berpikirnya. Sholihah (2016) menyatakan bahwa “*Metacognition is the mind’s ability to monitor and control itself, in other words, the ability to know about our knowledge*” atau yang dapat diartikan bahwa metakognisi adalah kemampuan pikiran untuk memonitor dan mengendalikan dirinya, dengan kata lain, kemampuan untuk mengetahui tentang pengetahuan kita.

Lai (2011) mendefinisikan metakognisi sebagai berikut “*Metacognition is a multidimensional set of skills that involve thinking about thinking*”. Livingston (2003) mendefinisikan metakognisi sebagai *thinking about thinking* atau berpikir tentang berpikir. Metakognisi, menurutnya adalah kemampuan berpikir di mana yang menjadi objek berpikirnya adalah proses berpikir yang terjadi pada diri sendiri. Wellman dalam Mulbar, menyatakan bahwa “*metacognition is a form of cognition, a second or higher order thinking process which involves active control over cognitive processes. It can be simply defined as thinking about thinking or as a person’s cognition about cognition*”. Artinya, metakognisi merupakan suatu bentuk kognisi atau proses berpikir dua tingkat atau lebih yang melibatkan pengendalian terhadap aktivitas kognitif. Oleh karena itu, metakognisi dapat dikatakan sebagai berpikir seseorang tentang berpikirnya sendiri atau kognisi seseorang tentang kognisinya sendiri.

Menurut Suherman (dalam Kartika *et all.* (2015), metakognisi merupakan suatu kemampuan untuk menyadari apa yang siswa ketahui tentang dirinya sebagai pembelajar, sehingga ia dapat mengontrol serta menyesuaikan

perilakunya secara optimal. Marzano (dalam Chairani, 2015) menyatakan bahwa : *“if students are aware of how committed (or uncommitted) they are to reaching goals, of how strong (or weak) is their disposition to persist, and of how focused (or wandering) is their attention to a thinking or writing task, they can regulate their commitment, disposition, and attention”*.

Dari pemaparan ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa metakognisi adalah berpikir tentang berpikir atau kemampuan seseorang untuk menyadari apa yang dipikirkan dirinya.

2.3.2 Hubungan antara Kognisi dan Metakognisi

Kognisi dan metakognisi pada dasarnya merupakan suatu rangkaian dari aktivitas berpikir yang dilakukan manusia. Ketika membicarakan pengembangan metakognisi, sebenarnya tidak terlepas dari membicarakan pengembangan kognisi itu sendiri, sehingga tidak berlebihan bila dikatakan bahwa kognisi dan metakognisi merupakan satu rangkaian yang tidak dapat dipisahkan (Anggo 2011). Panaoura dan Philippou (dalam Anggo, 2011) mengemukakan bahwa pengembangan metakognisi bukan merupakan proses yang bersifat otomatis, tetapi merupakan hasil dari proses pengembangan yang panjang dari sistem kognitif.

Istilah kognisi cukup banyak digunakan khususnya berkaitan dengan pemrosesan informasi. Menurut Niesser (dalam Anggo, 2011) istilah kognisi mengacu pada seluruh proses dimana input sensorik diubah, dikurangi, dimaknai, disimpan, diambil kembali, dan digunakan. Dengan demikian, kognisi dalam hal ini berkaitan dengan cara seseorang memperoleh dan memproses informasi, menyimpan informasi, dan memanggilnya kembali untuk digunakan pada kegiatan belajar atau pemecahan masalah.

Secara sederhana, metakognisi dipahami sebagai berpikir tentang berpikir atau kognisi tentang kognisi seseorang, atau dapat dipandang bahwa metakognisi adalah kognisi pada tingkatan kedua. Pemahaman ini sejalan dengan pandangan Gama (2004), bahwa metakognisi adalah suatu bentuk dari kognisi, tingkatan

kedua atau lebih tinggi dari proses berpikir yang meliputi kontrol aktif atas proses kognisi.

Menurut Gama (2004), hubungan antara proses kognisi dengan proses metakognisi adalah pengetahuan yang dimiliki seseorang, tersimpan dalam memori jangka panjang (*long-term-memory*) dapat dipanggil kembali sebagai suatu pencarian memori yang dilakukan secara sadar dan disengaja atau diaktifkan secara otomatis muncul ketika seseorang dihadapkan pada permasalahan tertentu. Pengetahuan yang muncul melalui kesadaran dan dilakukan secara berulang, akan menjadi suatu pengalaman, yang disebut dengan pengalaman metakognisi.

Menurut Brown dan Flavell (dalam Anggo, 2011; Chairani, 2015), pendekatan yang digunakan para peneliti untuk menuju pada metakognitif adalah mengidentifikasi aktivitas metakognisi sebagaimana aktivitas kognisi dan mencoba mengklarifikasi mekanismenya. Dalam hal ini mekanisme aktivitas kognitif mencerminkan proses metakognitif dalam langkah-langkah sistematisnya untuk menggali informasi tentang bagaimana pengetahuan metakognisi (deklaratif, prosedural, dan kondisional), yang dikembangkan melalui keterampilan metakognisi (merencanakan, memonitor pelaksanaan, dan evaluasi) sedangkan pelaksanaannya menggunakan strategi metakognisi yang mengkaitkan pengetahuan dan keterampilan metakognisi untuk mencapai tujuan kognisi.

Flavel lebih lanjut menyatakan bahwa perbedaan metakognitif dan kognitif dilihat pada dasar karakteristiknya yaitu *content* dan *function*, tetapi mempunyai kesamaan dalam bentuk dan kualitas, misalnya keduanya dapat terjadi, dapat terlupakan, dapat benar atau salah, dan metakognitif dapat digambarkan dalam formulasi eksternal, dengan mengatakan salah satunya benar atau salah, subjektif, atau sudah valid, seperti juga kognitif. Kita dapat membedakan kognitif dan metakognitif dengan menggunakan kedua karakteristik tersebut.

Content metakognisi adalah pengetahuan, skill dan informasi tentang kognisi (bagian dari mental), selama kognisi dan sesuatunya berada pada dunia nyata dan gambaran mental (misalnya objek, kejadian, fisik, fenomena, simbol, keterampilan untuk mengatasi kesulitannya, dan informasi dalam tugas). Jadi

salah satu yang membedakan berpikir metakognisi dari bentuk berpikir lainnya adalah memperhatikan ruang lingkungannya.

Berdasarkan model metakognisi oleh Flavel, Gama (2004) menyatakan bahwa metakognisi dan kognisi berbeda dalam isi dan fungsinya, tetapi mirip dalam bentuk dan kualitasnya. Dengan demikian metakognisi dan kognisi hanya dapat dibedakan dengan memperhatikan dua karakteristik dasarnya yaitu isi dan fungsi. (1) Isi dari metakognisi adalah pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran terhadap kognisi, sedangkan isi kognisi adalah hal-hal yang ada dalam dunia nyata atau dalam gambaran mental, (2) Fungsi kognisi adalah untuk memecahkan masalah, sedangkan fungsi metakognisi adalah untuk mengatur aktivitas kognisi seseorang dalam memecahkan masalah atau melaksanakan suatu tugas.

Tabel 2. 1 Kaitan antara kognisi dan metakognisi

	ISI	Fungsi
Kognisi	Hal-hal yang ada di dunia nyata atau gambaran mental	Memecahkan masalah
Metakognisi	Pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran terhadap kognisi	Mengatur aktivitas kognisi dalam memecahkan masalah

Sumber: (Anggo 2011)

Dari pemaparan di atas, dapat dilihat bahwa terdapat keterkaitan yang sangat erat antara kognisi dengan metakognisi, dan keduanya merupakan satu rangkaian yang tidak terpisahkan. Usaha untuk meningkatkan kemampuan kognisi seseorang, perlu didukung oleh peningkatan kemampuan metakognisi, demikian pula sebaliknya. Pada penerapannya dalam kegiatan belajar atau pemecahan masalah, proses kognisi dan metakognisi dapat berlangsung secara bersamaan atau beriringan, yang saling menunjang satu sama lain.

2.3.3 Metakognisi dalam pemecahan Masalah Matematika dan Indikator Berpikir Metakognisi

Metakognisi terbagi menjadi dua komponen, yaitu: pengetahuan dan keterampilan. Pengetahuan metakognisi didefinisikan sebagai pengetahuan dan pemahaman pada proses berpikir. Keterampilan metakognisi didefinisikan sebagai

pengendalian pada proses berpikir. Tiga komponen pengetahuan metakognisi: deklarasi, prosedural, dan kondisional. Empat komponen keterampilan metakognisi: memprediksi, merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi (Mariati, 2012). Flavell (dalam Livingston, 1997) juga mengemukakan bahwa metakognisi meliputi dua komponen, yaitu: (a) pengetahuan metakognitif (*metacognitive knowledge*); (b) pengalaman atau regulasi metakognitif (*metacognitive experiences or regulation*).

Metakognisi dalam pemecahan masalah terdiri dari *metacognitive awareness*, *metacognitive evaluation*, dan *metacognitive regulation*. *Metacognitive awareness* berkaitan dengan kesadaran individu tentang keberadaannya dalam proses memecahkan masalah, pengetahuan-pengetahuan khusus tentang masalah yang dihadapi, dan pengetahuan tentang strategi-strategi untuk memecahkan masalah. *Metacognitive awareness* juga mencakup pengetahuan tentang apa yang perlu dilakukan, apa yang telah dilakukan, dan apa yang mungkin dilakukan didalam proses memecahkan masalah. Selanjutnya, *metacognitive evaluation* mengacu pada penilaian yang dibuat mengenai proses berpikir, kapasitas berpikir, dan keterbatasan diri sendiri ketika bekerja pada situasi tertentu, sedangkan *metacognitive regulation* terjadi ketika seseorang menggunakan keterampilan metakognitifnya untuk mengatur pengetahuan dan berpikirnya. *Metacognitive regulation* mengacu pada pengetahuan seseorang tentang strategi (termasuk bagaimana dan kapan menggunakan strategi tertentu) dan penggunaan keterampilan executive (perencanaan, mengoreksi, pengaturan tujuan) untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya kognitif mereka sendiri (Setyadi 2018).

Brown (dalam Anggo, 2011; Pai'pinan, 2015) membagi metakognisi menjadi dua kategori utama: (1) pengetahuan tentang kognisi (*knowledge of cognition*), yaitu kegiatan yang melibatkan kesadaran refleksi pada kemampuan dan aktivitas kognitif dan (2) pengaturan kognisi (*regulation of cognition*), yaitu kegiatan yang menyangkut mekanisme pengaturan diri selama berlangsungnya kegiatan belajar atau pemecahan masalah. Menurut Brown, kedua bentuk metakognisi ini memiliki keterkaitan yang sangat erat satu sama lain, meskipun

keduanya dapat dibedakan. Selanjutnya Brown mengemukakan keterampilan atau kemampuan metakognisi yang esensial bagi setiap pemecah masalah yang efisien meliputi kemampuan dalam: (1) perencanaan (*planning*), meliputi pendugaan hasil, dan penjadwalan strategi, (2) pemantauan (*monitoring*), meliputi pengujian, perevisian, dan penjadwalan ulang strategi yang dilakukan, dan (3) pemeriksaan (*checking*), meliputi evaluasi hasil dari pelaksanaan suatu strategi berdasarkan kriteria efisiensi dan efektivitas.

Pendapat lain dikemukakan oleh Schraw dan Dennison (dalam Pai'pinan, 2015) bahwa metakognisi terdiri dari dua komponen besar yaitu pengetahuan tentang kognisi dan pengaturan kognisi. Pengetahuan tentang kognisi terdiri dari tiga subkomponen yaitu (1) pengetahuan deklaratif berkaitan dengan pengetahuan tentang diri sendiri dan tentang strategi, (2) pengetahuan prosedural berkaitan dengan pengetahuan tentang bagaimana menggunakan strategi tertentu, dan (3) pengetahuan kondisional berkaitan dengan kapan dan mengapa menggunakan suatu strategi tertentu. Sedangkan pengaturan kognisi terdiri dari lima subkomponen yaitu: perencanaan, strategi pengelolaan informasi (*information management strategies*), pemantauan pengetahuan (*comprehension monitoring*), strategi perbaikan kesalahan kecil (*debugging strategies*), dan evaluasi.

Sejalan dengan pandangan Brown, Cohors-Fresenborg dan Kaune (dalam Anggo, 2011) mengelompokkan aktivitas metakognisi dalam memecahkan masalah matematika terdiri atas (1) perencanaan (*planning*), (2) pemantauan (*monitoring*), dan (3) refleksi (*reflection*). Keterlaksanaan ketiga aktivitas metakognisi ini sangat ditentukan oleh kesadaran siswa terhadap pengetahuan yang dimilikinya berkaitan dengan masalah yang dipecahkan serta bagaimana mengatur kesadaran tersebut dalam memecahkan masalah.

Perilaku metakognisi adalah representasi eksternal dari proses monitoring terhadap proses kognisi seseorang. Kayashima (dalam Chairani, 2015) menyatakan bahwa proses metakognisi merupakan proses yang cukup sulit untuk diungkapkan secara jelas karena proses tersebut terjadi didalam proses mental (*internal*). Oleh karena itu salah satu cara untuk meminimalis kesulitan dalam menggali proses metakognisi peserta didik adalah menggunakan pendekatan “ask-

think “ dan “*tell-why*”, yaitu menanyakan apa yang difikirkan (lingkup kognitif), dan meminta peserta didik untuk menjelaskan alasannya (lingkup metakognitif). Pertanyaan-pertanyaan yang merupakan lingkup metakognitif adalah pertanyaan-pertanyaan tentang proses kognisi untuk memonitor apakah tujuan proses kognisi sudah tercapai.

Chairani (2015) memberikan contoh penggunaan pendekatan *ask-think* “ dan “*tell-why*” untuk merepresentasikan secara eksternal perilaku metakogisi yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 2 Pendekatan *Ask-think* dan *tell-why* pada metakognisi

Ask-think and Tell why			
Proses Pemecahan Masalah	Proses kognisi	Poses Metakognisi	Perilaku Metakognisi
Memahami masalah	a) Apakah anda dapat memahami masalah? b) Apa yang anda peroleh dari memahami masalah? c) Coba tuliskan apa saja yang menunjukkan bahwa anda memahami masalah. d) Apakah anda memiliki cara lain untuk memahami masalah?	i. Bagaimana caranya anda dapat memahami masalah ii. Jelaskan mengapa cara tersebut yang anda gunakan untuk memahami masalah. iii. Bagaimana caranya Anda dapat mengidentifikasi data pada saat memahami masalah. iv. Jika tidak, mengapa Anda tidak menggunakan cara lain selain rencana anda tersebut. Jika ya coba jelaskan cara tersebut.	a) Menjelaskan cara-cara yang digunakan untuk memahami masalah b) Memberikan alasan dalam memilih cara untuk memahami masalah c) Menjelaskan bagaimana caranya mengidentifikasi data dalam diketahui dan ditanyakan sebagai bukti bahwa siswa telah memahami masalah d) Memberikan alasan

Ask-think and Tell why			
Proses Pemecahan Masalah	Proses kognisi	Poses Metakognisi	Perilaku Metakognisi
Merencanakan pemecahan masalah	a) Apa rencana anda untuk melaksanakan penyelesaian? b) Menurut pendapat anda apakah rencana tersebut sudah tepat?	a) Berikan alasan mengapa rencana tersebut yang anda pilih. b) Mengapa Anda sangat yakin kalau rencana tersebut sudah tepat untuk digunakan? c) Pengetahuan apa saja yang anda perlukan untuk membuat rencana penyelesaian?	mengapa tidak menggunakan cara lain a) Menjelaskan alasan dalam memilih rencana penyelesaian b) Memberikan pernyataan /alasan tentang keyakinan dari rencana yang dibuatnya c) Menjelaskan konsep-konsep yang digunakan untuk menyelesaikan masalah
Melaksanakan pemecahan masalah	a) Apakah anda melaksanakan penyelesaian dengan rencana yang anda buat? b) Coba jelaskan masalah ini sesuai dengan rencana anda	a) Mengapa anda beranggapan penyelesaian ini sesuai dengan rencana anda? b) (Pertanyaan-pertanyaan mengacu pada langkah-langkah penyelesaian masalah tertulis dengan lebih menekankan pada kata “bagaimana”, mengapa,	a) Memberikan keyakinan terhadap rencana penyelesaian b) (Menjawab pertanyaan yang terkait dengan langkah-langkah penyelesaian masalah.)

Ask-think and Tell why			
Proses Pemecahan Masalah	Proses kognisi	Poses Metakognisi	Perilaku Metakognisi
Memeriksa kembali	a) Apakah anda sudah yakin bahwa yang anda kerjakan sudah benar? b) Apakah anda merencanakan untuk memeriksa kembali? c) Apakah ada cara lain untuk memeriksa kembali?	berikan alasan anda, jelaskan.) a) Bagaimana caranya anda dapat mengetahui bahwa pekerjaan anda ini sudah benar? b) Bagaimana rencana anda untuk memeriksa kembali c) Jika ada coba jelaskan . jika tidak mengapa?	a) Menjelaskan tentang keyakinanny a. b) Menjelaskan rencana untuk memeriksa kembali c) Menjelaskan ada atau tidak nya cara memeriksa kembali

Sementara itu, Kundre dan Pratini (2019) memberikan indikator proses metakognisi yang terkait dengan pengetahuan meliputi: (a) kesadaran dalam pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisional dalam memahami masalah, (b) kesadaran dalam pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisioanal dalam membuat perencanaan untuk melaksanakan pemecahan masalah, (c) kesadaran dalam pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisional dalam melaksanakan pemecahan masalah dan (d) kesadaran dalam pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional dalam melakukan pemeriksaan kembali proses dan hasil pemecahan masalah. Proses tersebut dapat terjadi sebelum (perencanaan), selama (pelaksanaan), dan setelah siswa menyelesaikan masalah (evaluasi). Sistematika indikator yang disusun pada Tabel 2.3 berikut ini, merupakan sistematika indikator proses metakognisi yang terkait dengan pengetahuan dalam pemecahan masalah.

Tabel 2. 3 Indikator proses metakognisi yang terkait dengan pengetahuan dalam pemecahan masalah.

Langkah Pemecahan Masalah	Indikator Proses Metakognisi (Terkait dengan Pengetahuan Deklaratif, Prosedural dan Kondisional)	Sub Indikator
Memahami masalah	Sadar terhadap proses dan hasil berpikir terkait dengan pengetahuan prosedural, deklaratif dan kondisional yang dimiliki saat memahami masalah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengidentifikasi data yang diketahui dan ditanyakan pada saat memahami masalah ➤ Menyajikan data yang diketahui dan ditanyakan pada saat memahami masalah. ➤ Menjelaskan kecukupan data yang diketahui dan ditanyakan
Merencanakan pemecahan masalah	Sadar terhadap proses dan hasil berpikir yang terkait dengan pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisional yang dimiliki untuk merencanakan masalah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menentukan rencana dan alasan menggunakan pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisional pada rencana yang dipilih ➤ Menseleksi, mengidentifikasi dan menjasakan alasan penggunaan simbol/rumus yang akan digunakan. ➤ Menjelaskan langkah-langkah prosedural rencana pemecahan masalah
Melaksanakan pemecahan masalah	Sadar terhadap hasil dan proses berpikir yang terkait dengan pengetahuan deklaratif, prosedural dan kondisional yang dimiliki saat melaksanakan pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menjelaskan langkah-langkah prosedur dan pengetahuan yang digunakan untuk mendapatkan pemecahan masalah yang benar ➤ Menafsirkan solusi yang diperoleh
Memeriksa kembali	Sadar untuk memeriksa kembali proses dan hasil berpikir yang terkait dengan pengetahuan deklaratif,	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menjelaskan cara memeriksa kembali dan ketepatan pengetahuan yang

Langkah Pemecahan Masalah	Indikator Proses Metakognisi (Terkait dengan Pengetahuan Deklaratif, Prosedural dan Kondisional)	Sub Indikator
	prosedural dan kondisional.	digunakan dalam proses pemecahan masalah. ➤ Menjelaskan keyakinan

Sumber: (Kundre dan Pratini 2019)

Pada setiap proses metakognisi terdiri atas beberapa tahapan-tahapan pemecahan masalah menurut Polya antara lain, memahami masalah, merencanakan langkah-langkah pemecahan masalah, melaksanakan rencana pemecahan masalah dan memeriksa kembali solusi pemecahan masalah. Pada tahap memahami masalah, siswa pada tahap berfikir visualisasi, analisis, deduksi informal dan deduksi memiliki urutan yang relatif sama dalam memahami masalah pada proses *planing*, *monitoring* dan *evaluating*. Aspek-aspek yang menjadi urutan proses memahami masalah antara lain memahami yang diketahui, ditanyakan, maksud dari permasalahan melalui kalimat yang dibuat sendiri untuk lebih memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan. Pada proses merencanakan langkah-langkah pemecahan masalah yaitu dapat menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada jawaban siswa. Pada proses pemantauan yaitu memantau kembali proses memahami masalah, rencana pemecahan masalah, pelaksanaan pemecahan masalah. Pada proses evaluasi, yaitu memeriksa kembali setiap tahapan sehingga dapat meyakinkan siswa dalam proses memahami masalah hingga memeriksa kembali solusi. Jadi indikator metakognisi dalam menyelesaikan soal harus memenuhi indikator perencanaan (*planning*), Pemantauan (*monitoring*), dan Evaluasi (*evaluating*).

Dalam penelitian ini untuk mengetahui kemampuan metakognisi mahasiswa dalam mengerjakan soal harus memenuhi tiga komponen keterampilan metakognisi yaitu: perencanaan (*planning*), Pemantauan (*monitoring*), dan Evaluasi (*evaluating*). Dari keempat komponen keterampilan metakognisi diatas,

peneliti mengembangkan menjadi indikator dan sub indikator seperti dalam Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2. 4 Indikator Keterampilan Metakognisi dalam Pemecahan Masalah

Indikator <i>Problem Solving</i>	Indikator Keterampilan Metakognisi
Memahami Masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perencanaan (<i>planning</i>) Merencanakan pemahaman masalah, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Menentukan yang diketahui dari permasalahan yang diberikan. 1.2 Menentukan yang ditanyakan dari permasalahan yang diberikan 1.3 Menyajikan permasalahan dengan bahasa sendiri atau bentuk lain. 2. Pemantauan (<i>monitoring</i>) Memantau cara yang digunakan dalam memahami masalah, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Memantau tentang yang diketahui dalam suatu permasalahan yang diberikan. 2.2 Memantau tentang yang ditanyakan dalam permasalahan yang diberikan sesuai dengan maksud awal 2.3 Memantau bahasa yang digunakan dalam permasalahan yang diberikan sesuai dengan maksud awal 3. Evaluasi (<i>evaluation</i>) Mengevaluasi cara yang digunakan dalam memahami masalah, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Memutuskan data yang diperoleh yaitu yang diketahui sudah benar 3.2 Memutuskan data yang diperoleh yaitu yang ditanyakan sudah sesuai dengan maksud awal 3.3 Memutuskan bahwa dalam menyajikan permasalahan dengan bahasa sendiri atau bentuk lain sudah sesuai dengan maksud awal soal.
Merencanakan Penyelesaian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perencanaan (<i>planning</i>) Memikirkan perencanaan penyelesaian, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Memikirkan hubungan antara yang diketahui dengan yang ditanyakan. 1.2 Memikirkan untuk mencari beberapa strategi/cara yang tepat untuk menyelesaikan soal yang diberikan. 1.3 Memikirkan konsep matematika yang dapat

Indikator <i>Problem Solving</i>	Indikator Keterampilan Metakognisi
	<p>membantunya dalam menyelesaikan soal.</p> <p>1.4 Merencanakan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan soal</p> <p>2. Pemantauan (<i>monitoring</i>) Memantau cara yang digunakan dalam merencanakan penyelesaian, antara lain:</p> <p>2.1 Memantau hubungan antara yang diketahui dengan yang ditanyakan sudah tepat.</p> <p>2.2 Memantau strategi/cara yang tepat untuk menyelesaikan soal yang diberikan.</p> <p>2.3 Memantau bahwa konsep matematika yang digunakan sudah sesuai.</p> <p>3. Evaluasi (<i>evaluation</i>) Mengevaluasi cara yang digunakan dalam merencanakan penyelesaian, antara lain:</p> <p>3.1 Memutuskan bahwa hubungan antara yang diketahui dengan yang ditanyakan sudah tepat.</p> <p>3.2 Memutuskan strategi/cara yang tepat untuk menyelesaikan soal yang diberikan.</p> <p>3.3 Memutuskan bahwa konsep matematika yang digunakan sudah sesuai untuk menyelesaikan soal yang diberikan.</p>
Melaksanaakn rencana penyelesaian	<p>1. Perencanaan (<i>planning</i>) Merencanakan pelaksanaan rencana penyelesaian, antara lain:</p> <p>1.1 Merencanakan untuk melaksanakan strategi/cara yang dipilih.</p> <p>1.2 Merencanakan untuk melakukan perbaikan bila menemukan kesalahan.</p> <p>2. Pemantauan (<i>monitoring</i>) Melaksanakan dan memantau langkah penyelesaian yang dilakukan berdasarkan rencana, antara lain:</p> <p>2.1 Memantau setiap langkah pada jawaban yang diberikan sudah benar atau tidak.</p> <p>2.2 Memantau langkah perbaikan berada dijalur yang benar atau tidak.</p> <p>3. Evaluasi (<i>evaluation</i>) Mengevaluasi langkah yang dilakukan sudah sesuai dengan rencana, antara lain:</p> <p>3.1 Memutuskan bahwa setiap langkah pada jawaban yang diberikan sudah benar.</p> <p>3.2 Memutuskan bahwa perbaikan yang</p>

Indikator <i>Problem Solving</i>	Indikator Keterampilan Metakognisi
Memeriksa kembali	<p>dilakukan telah sesuai dan mampu memperbaiki kesalahan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perencanaan (<i>planning</i>) Merencanakan akan memeriksa kembali setiap langkah yang dilakukan, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Merencanakan akan memeriksa kembali ketepatan jawaban yang diperoleh sesuai dengan yang ditanyakan. 1.2 Merencanakan permasalahan yang diberikan dapat diselesaikan dengan strategi/cara yang berbeda. 2. Pemantauan (<i>monitoring</i>) Memantau setiap langkah dalam memeriksa kembali, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 memeriksa kembali ketepatan jawaban yang diperoleh sesuai dengan yang ditanyakan. 2.2 Memantau pemilihan strategi/cara yang berbeda dalam permasalahan yang diberikan. 3. Evaluasi (<i>evaluation</i>) Memeriksa langkah yang dilakukan dalam memeriksa kembali sudah benar, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Memutuskan bahwa ketepatan jawaban yang diperoleh sesuai dengan yang ditanyakan. 3.2 Memutuskan memang dapat diselesaikan dengan strategi/cara yang berbeda dalam permasalahan yang diberikan. 3.3 Memutuskan bahwa strategi/cara yang digunakan efektif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang diberikan.

(Diadaptasi dari Nurhayati *et al.* 2017)

2.3.4 Level Metakognisi

Swartz dan Perkins membagi level metakognisi seseorang dalam berpikir ketika menyelesaikan masalah menjadi 4 tingkatan (Sophianingtyas dan Sugiarto 2013, Alkadrie *et al.* 2015):

a. *Tacit use*

Tacit use adalah penggunaan pemikiran metakognitif tanpa kesadaran. Jenis pemikiran yang berkaitan dengan pengambilan keputusan tanpa berpikir tentang keputusan tersebut. Dalam hal ini, siswa menerapkan strategi atau

keterampilan tanpa kesadaran khusus atau melalui coba-coba dan asal menjawab dalam memecahkan masalah.

b. *Awaew Use*

Awaew Use adalah penggunaan pemikiran metakognitif dengan kesadaran. Jenis pemikiran yang berkaitan dengan kesadaran siswa mengenai apa dan mengapa siswa melakukan menyadari bahwa dia harus menggunakan suatu langkah penyelesaian masalah dengan memberikan penjelasan mengapa dia memilih menggunakan langkah tersebut.

c. *Strategic Use*

Strategic Use adalah penggunaan pemikiran metakognitif yang bersifat strategis. Jenis pemikiran yang berkaitan dengan pengaturan individu dalam proses berpikirnya secara sadar dengan menggunakan strategi-strategi khusus yang dapat meningkatkan ketepatan berpikirnya. Dalam hal ini, siswa sadar dan mampu menyeleksi strategi atau keterampilan khusus untuk menyelesaikan masalah.

d. *Reflective Use*

Reflective Use adalah penggunaan pemikiran metakognitif yang bersifat reflektif. Jenis pemikiran yang berkaitan dengan refleksi individu dalam proses berpikirnya sebelum dan sesudah atau bahkan selama proses berlangsung dengan mempertimbangkan kelanjutan dan perbaikan hasil pemikirannya. Dalam hal ini, siswa menyadari dan memperbaiki kesalahan yang dilakukandalam langkah-langkah penyelesaian masalah.

2.4 Kajian *Resolving Domination Number*

Matematika diskrit adalah cabang matematika yang mengkaji model-model fenomena dalam kehidupan sehari-hari dengan domain yang tidak berkesinambungan. Domain matematika diskrit biasanya berupa bilangan bulat atau bilangan rasional namun bukan merupakan bilangan real atau imajiner. Dalam matematika diskrit terdapat kajian yang paling banyak aplikasinya yaitu *Graph theory* (Dafik, 2015a).

Teori graf merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang dapat diterapkan pada permasalahan di dunia nyata. Beberapa aplikasi dari teori graf terdapat pada bidang sains, komputasi, dan robotika. Graf G dibentuk dari sebuah himpunan $V(G)$ yang memuat elemen-elemen yang disebut titik dan sebuah himpunan terhingga $E(G)$ yang memuat pasangan-pasangan elemen $V(G)$ yaitu pasangan-pasangan titik yang ada di dalam $V(G)$ yang berbeda dan tak berurutan disebut sisi. Himpunan titik dinotasikan dengan $V(G)$ dan himpunan sisi dinotasikan dengan $E(G)$ dari graf G (Wilson 2009).

2.4.1 *Domination Number*

Studi matematika tentang *dominating set* dimulai pada tahun 1960 an, dan sejak saat itu, *dominating set* digunakan untuk banyak aplikasi yang berbeda, diantaranya untuk memodelkan keterkaitan pada jaringan komunikasi komputer, teori jejaring sosial, dan masalah serupa lainnya. Penelitian terkait *dominating set* berkembang cukup pesat (Roifah 2018).

Domination Number yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$ adalah kardinalitas minimum dari sebuah *dominating set*. *Dominating set* dinotasikan dengan S dimana $S \subseteq V(G)$. Batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik pada graf. Ketika paling sedikit satu titik yang dibutuhkan untuk *dominating set* di graf, maka $1 \leq \gamma(G) \leq n$ untuk setiap graf yang berordo n . Diketahui graf $G = (V, E)$. Misalkan D merupakan himpunan bagian dari V . Jika setiap titik dari $V - D$ saling bertetangga sedikitnya dengan satu titik dari D , maka D dikatakan himpunan dominasi dalam graf.

2.4.2 *Metric Dimension*

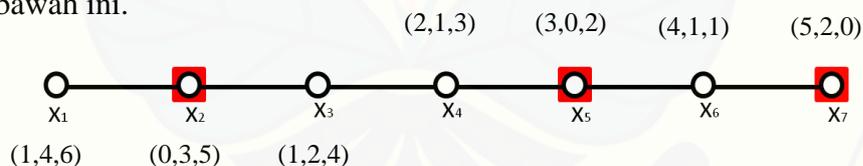
Salah satu konsep ilmu dalam teori graf yang dapat menyelesaikan permasalahan adalah dimensi metrik. Pada tahun 1975, konsep dimensi metrik muncul dari himpunan pembeda dengan istilah locating set yang diperkenalkan oleh Slater. Slater mendefinisikan himpunan pembeda W sebagai himpunan dari *vertex* pada suatu graf G sedemikian sehingga untuk setiap *vertex* di G menghasilkan jarak yang berbeda terhadap setiap *vertex* di W . Dimensi metrik adalah kardinalitas terkecil dari himpunan pembeda.

Harary (1976) memberikan definisi dimensi metrik adalah kardinalitas minimum himpunan pembeda (*resolving set*) pada G . Untuk titik u dan v dalam graf G , jarak $d(u,v)$ adalah panjang dari lintasan terpendek antara u dan v pada G . Untuk himpunan terurut $W = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ dari titik dalam graf terhubung G dan titik r pada G adalah vektor- k (pasangan k -tuple), $r(v/W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_k))$ menunjukkan representasi dari v pada W . Himpunan W dinamakan himpunan pembeda (*resolving set*) G jika titik G mempunyai representasi berbeda. Himpunan pembeda dengan kardinalitas minimum disebut himpunan pembeda minimum dan kardinalitas tersebut menyatakan dimensi metrik dari G yang dinotasikan dengan $dim(G)$.

2.4.3 Resolving domination number

Resolving domination number adalah penggabungan dari kajian *dominating number* dan *metric dimension*. *Resolving domination number* adalah kardinalitas minimum dari *resolving dominating set*. *Resolving domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma_r(G)$ memiliki syarat yaitu sebuah *dominating number* dan memiliki kondisi *metric dimension*.

Berikut ini, diberikan contoh *resolving domination number* dalam Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 *Resolving domination number* pada Graf Lintasan (P_7)

Berdasarkan Gambar 2.2, graf lintasan adalah graf yang terhubung dengan himpunan titik $V(P_7) = \{x_i; 1 \leq i \leq 7\}$ dan himpunan sisi $E(P_7) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq 6\}$. Kardinalitas titik dan sisi dari P_7 adalah $|V(P_7)| = 7$ dan $|E(P_7)| = 6$. Sedangkan *resolving domination number* $S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$ dan kardinalitas $|S(P_7)| = 3$. Berdasarkan kardinalitasnya dapat disimpulkan γ_r graf P_7 adalah 3. Hal itu dibuktikan dengan 3 titik yang mendominasi yaitu titik x_2 mendominasi titik x_1 dan x_3 , titik x_5 mendominasi titik x_4 dan x_6 , dan titik x_7 sebagai titik yang mendominasi. Selain titik yang mendominasi, representasi titik pada graf lintasan tersebut berbeda yang dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. 5 Representasi ν terhadap S

ν	$r(\nu/S)$
x_1	(1,4,6)
x_2	(0,3,5)
x_3	(1,2,4)
x_4	(2,1,3)
x_5	(3,0,2)
x_6	(4,1,1)
x_7	(5,2,0)

2.5 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis RBL dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi dalam Kajian *Resolving domination number*

Pengembangan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah proses, cara, perbuatan mengembangkan. Dan lebih dijelaskan lagi dalam Kamus Umum Bahasa Indonesia karya Poerwadarminta, bahwa pengembangan adalah perbuatan menjadikan bertambah, berubah sempurna (pikiran, pengetahuan dan sebagainya). Dari uraian diatas pengembangan adalah suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk. Pengembangan dapat berupa proses, produk dan rancangan.

Perangkat menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah alat perlengkapan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran adalah alat perlengkapan yang digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam proses perkuliahan. Perangkat pembelajaran adalah alat atau perlengkapan untuk melaksanakan proses yang memungkinkan pendidik dan peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran. Perangkat pembelajaran menjadi pegangan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran baik di kelas, laboratorium atau di luar kelas. Dalam Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah disebutkan bahwa penyusunan perangkat pembelajaran merupakan bagian dari perencanaan pembelajaran. Perencanaan pembelajaran dirancang dalam bentuk silabus dan RPP yang mengacu pada standar isi. Selain

itu, dalam perencanaan pembelajaran juga dilakukan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian, dan skenario pembelajaran.

Pada kajian *Resolving domination number*, saat mahasiswa menentukan graf khusus yang sederhana, mahasiswa harus mengerti penempatan variabel x, y, z atau variabel lain, dan juga mengerti titik (V) mana saja yang dapat ditempati oleh variabel tersebut. Baik titik yang berjalan atau tidak. Setelah itu mahasiswa diharapkan mampu mengekspan graf yang dimiliki. Jika graf tersebut dapat diekspan dengan benar, langkah berikutnya adalah menentukan kardinalitas dari graf yang sudah ditemukan. Dalam menentukan kardinalitas ini, mahasiswa membutuhkan kejelian dalam menentukan titik (V) dan sisi (E), sehingga muncul suatu rumus dari $|V|$ dan $|E|$. Untuk menentukan hal tersebut, mahasiswa dengan mudah mengerjakan, baik individual maupun kelompok.

Langkah berikutnya adalah menentukan *Resolving domination number* dari graf sederhana tersebut, dengan beberapa eksperimen sehingga ditentukan titik mana yang menjadi lokasi dominatornya dan memenuhi dimensi metrik. Dalam menentukan Dominator dan dimensi metrik, mahasiswa membutuhkan waktu lebih lama, daripada menentukan kardinalitas sebelumnya, karena dalam menentukan dominator dan dimensi metrik butuh percobaan-percobaan yang harus dilakukan untuk membuktikan bahwa dominator tersebut benar dan dimensi metrik memiliki representasi yang berbeda. Jika graf n genap dan graf n ganjil sudah ditentukan dominatornya dan resolvingnya, langkah berikutnya adalah menarik kesimpulan untuk menentukan rumus *Resolving domination number*.

Penentuan letak dominator suatu graf dan dimensi metrik, diikuti dengan proses tabulasi yang akhirnya muncul suatu tabel titik-titik dominator dan dimensi metrik dari n genap maupun n ganjil, yang pada akhirnya muncul suatu generalisasi serta rumus dari *Resolving domination number*.

2.6 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang membahas tentang *Research Based Learning* dan keterampilan metakognisi secara luas telah banyak diteliti. Namun tidak ada yang sama persis dengan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti. Berikut

disajikan Tabel 2.6 beberapa artikel yang membahas tentang *Research Based Learning* serta perbandingannya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti :

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu terkait *Research Based Learning*

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
		Slameto (2016)	Syaibani (2017)	Wardani (2019)	Yustinus Wangguway
1	Judul	Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Riset Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Aras Tinggi	Pengembangan perangkat pembelajaran research based learning untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif mahasiswa pada materi rainbow connection	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan <i>Conjecturing</i> Mahasiswa dalam Kajian <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i>	Analisis Implementasi Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan <i>Research Based Learning</i> dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah <i>Resolving Domination Numbers</i> pada Graf
2	Variabel Penelitian	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir aras tinggi	Model <i>RBL</i> , kemampuan berpikir kreatif	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir <i>conjecturing</i>	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir metakognisi
3	Subjek Penelitian	Mahasiswa PGSD di Universitas Kristen Satya Wacana yang berjumlah 37 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember berjumlah 64 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember
4	Pelajaran/ Materi	<i>Assesment</i> pembelajaran SD	Pewarnaan graf <i>rainbow connection</i>	<i>Local antimagic vertex dynamic coloring</i>	<i>Resolving Domination Number</i>
5	Metode Penelitian	<i>Research dan Development</i>	<i>Research dan Development</i>	<i>Mixed Method</i>	<i>Mixed Method</i>
6	Hasil Penelitian	Perangkat Pembelajaran	Perangkat Pembelajaran	Perangkat pembelajaran	Nantinya penelitian akan

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
		Slameto (2016)	Syaibani (2017)	Wardani (2019)	Yustinus Wangguway
		yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran didapat tingkat berfikir aras mahasiswa kategori rendah sebesar 12,8%, kategori sedang 55,3% dan tinggi sebesar 31,9%	yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Dalam penerapan model RBL ini, juga didapat sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan pewarnaan rainbow connection, dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan dalam sebuah monograf.	yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan model <i>RBL</i> didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> , dimana temuan dari mahasiswa tersebut dimasukkan dalam sebuah monograf.	menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria praktis dan efektif. Kemudian penerapan model <i>RBL</i> nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>resolving domination number</i> , dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan dalam sebuah monograf.

Selain yang disebutkan diatas pada Tabel 2.6 ada beberapa penelitian lain terkait berpikir metakognisi pada tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu terkait Metakognisi

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu		
		(Chairani 2015)	Waskitoningtyas (2015)	Kundre (2019)
1	Judul	Perilaku metakognisi siswa dalam pemecahan masalah matematika	Pembelajaran Matematika dengan Kemampuan Metakognitif Berbasis	Proses Berpikir Mahasswa Ditinjau dari Kemampuan Metakognisi Mahasiswa dalam

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu		
		(Chairani 2015)	Waskitoningtyas (2015)	Kundre (2019)
			Pemecahan Masalah Kontektual Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Balikpapan	Mendesain Pembelajaran Matematika
2	Variabel Penelitian	Perilaku Metakognisi, pemecahan masalah matematika	Kemampuan metakogitif, pemecahan masalah kontekstual	Kemampuan metakognisi, proses berpikir
3	Subjek Penelitian	Pendidikan Matematika, STKIP PGRI Banjarmasin	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Balikpapan	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Darma
4	Pelajaran/ Materi	<i>Assesment</i> pembelajaran matematika	Pembelajaran matematika	Pembelajaran matematika
5	Metode Penelitian	penelitian kualitatif	penelitian kualitatif	penelitian kualitatif deskriptif
6	Hasil Penelitian	Content metakognisi adalah pengetahuan, skill dan informasi tentang kognisi (bagian dari mental), selama kognisi dan sesuatunya berada pada dunia nyata dan gambaran mental (misalnya objek, kejadian, fisik, fenomena, simbol, keterampilan untuk mengatasi	Mahasiswa yang mempunyai kemampuan metakognisi yang baik cenderung dapat memecahkan masalah yang dihadapinya dengan baik melalui pengerahan kesadaran dan pengaturan berpikir yang dilakukannya	Kemampuan metakognisi mahasiswa tidak selalu dapat dilihat dalam proses pemecahan masalah.

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu		
		(Chairani 2015)	Waskitoningtyas (2015)	Kundre (2019)
		kesulitannya, dan informasi dalam tugas).		

2.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah pernyataan atau dugaan yang bersifat sementara terhadap suatu masalah penelitian yang kebenarannya masih (belum tentu kebenarannya) sehingga harus diuji secara empiris. Hipotesis dalam penelitian ini menggunakan hipotesis asosiatif, yaitu hipotesis mengenai nilai hubungan antara satu atau lebih variabel dengan satu atau lebih variabel lainnya.

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah “ada pengaruh penerapan *Research Based Learning* (RBL) terhadap keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa pada kajian *resolving domination number*”.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang 3.1 Jenis Penelitian, 3.2 Definisi Operasional, 3.3 Waktu dan Tepat Penelitian, 3.4 Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa, 3.5 Penelitian Pengembangan, 3.6 Penelitian Eksperimen, 3.7 Analisis Potret Fase dan Level Metakognisi Mahasiswa, dan 3.8 Monograf.

3.1 Jenis Penelitian

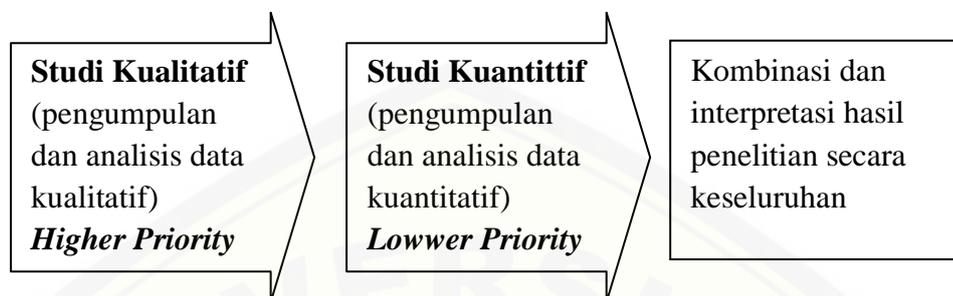
Penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan penelitian kombinasi (*mixed methods*). Penelitian kombinasi dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat pragmatisme (kombinasi positivisme dan postpositivisme) digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah maupun buatan. Hasil penelitian kombinasi bisa untuk memahami makna dan membuat generalisasi.

Creswell (2009) memberikan pengertian penelitian kombinasi sebagai berikut. “*Mixed methods research is an approach to inquiry that combines or associates both qualitative and quantitative forms of research. It involves philosophical assumptions, the use of qualitative and quantitative approaches, and the mixing of both approaches in a study*” yang dapat diartikan bahwa penelitian ini merupakan pendekatan penelitian yang mengkombinasikan atau mengasosiasikan penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif. Pendekatan ini melibatkan asumsi-asumsi filosofis, aplikasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif, serta pencampuran (*mixing*) kedua pendekatan tersebut dalam suatu penelitian.

Selanjutnya Sugiyono (2016) menjelaskan bahwa penelitian kombinasi adalah suatu metode penelitian yang mengkombinasikan atau menggabungkan antara metode kuantitatif dan kualitatif untuk digunakan secara bersama-sama dalam suatu kegiatan penelitian, sehingga diperoleh data yang lebih komprehensif, valid, reliabel dan obyektif.

Penelitian ini lebih kompleks dari sekedar mengumpulkan dan menganalisis dua jenis data karena melibatkan juga fungsi dari dua pendekatan secara kolektif sehingga kekuatan penelitian ini secara keseluruhan lebih besar jika dibandingkan

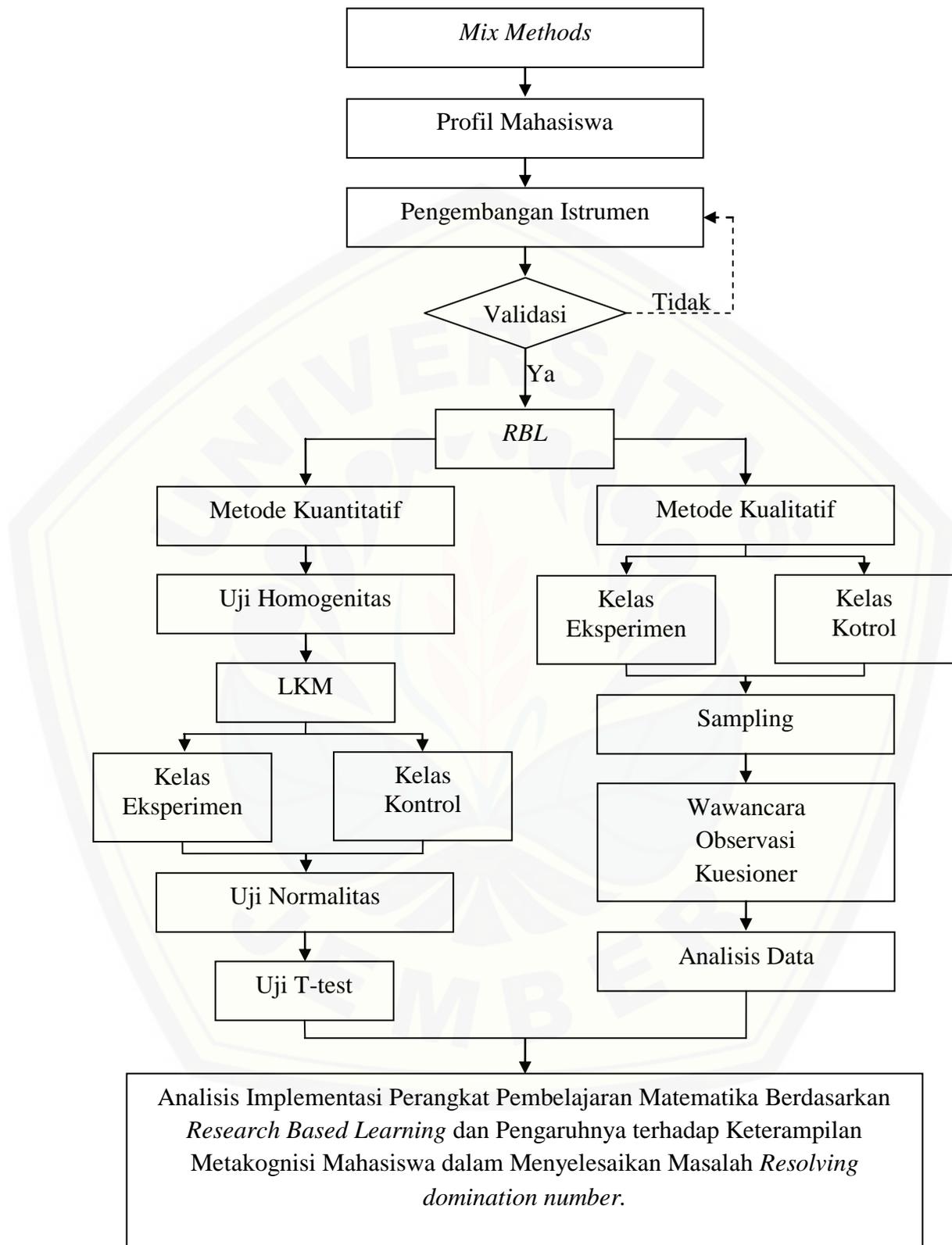
dengan penelitian kuantitatif atau penelitian kualitatif. Penelitian kombinasi (*mixed methods*) yang dimaksud dalam penelitian ini akan dilaksanakan berupa penelitian kualitatif, kuantitatif dan kualitatif secara berurutan.



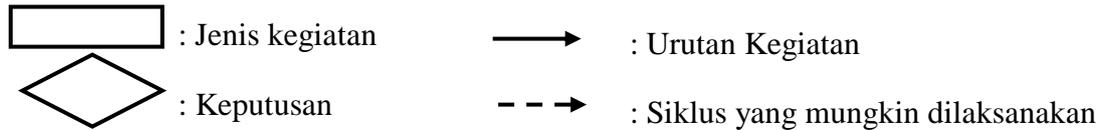
Gambar 3. 1 Desain penelitian model *Sequential Exploratory*

Berikut ini adalah peneliti yang juga menggunakan *mixed method* dalam penelitiannya.

1. Anggraini, Dafik dan Slamin, (2019), The analysis of implementation of discovery learning to improve student 's creative thinking skill in local super antimagic total face coloring problem. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol 1211
2. Septory, Dafik dan Tirta, (2019), The analysis of student's combinatorial thinking skills in solving r-dynamic vertex coloring under the implementation of problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol 1211
3. Suntusia, Dafik dan Hobri, (2018), The Effectiveness of Research Based Learning in Improving Student's Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems. *International Journal of Instruction*. Vol 12 pp 17-32
4. Tohir *et al.*, (2018), Students creative thinking skills in solving two dimensional arithmetic series through research-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol 1008
5. Hobri, Dafik dan Hossain, (2018), The Implementation of Learning Together in Improving Students ' Mathematical Performance. *International Journal of Instruction*. 11(2).483-496

Gambar 3. 2 Diagram Alur Model *Mixed Method*

Keterangan :



3.2 Definisi Operasional

Terdapat dua variabel yang menjadi inti dalam penelitian ini, antara lain: keterampilan berpikir metakognisi dan Pembelajaran Berbasis Riset. Kedua komponen tersebut merupakan satu kesatuan yang menjadi tolak ukur dalam penelitian ini, yang dapat menentukan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *Resolving Domination Number*.

Dengan memperhatikan Jenis Penelitian yang digunakan sebagai panduan kegiatan pembelajaran dan pengukuran, untuk menghindari pemahaman atau penafsiran yang berbeda-beda terhadap istilah-istilah dalam penelitian ini, maka dikemukakan definisi operasional variabel sebagai berikut:

- 1) Perangkat pembelajaran adalah pelengkapan kegiatan pembelajaran yang disusun secara sistematis yang digunakan oleh mahasiswa maupun dosen dalam proses pembelajaran. Perangkat pembelajaran di dalamnya terdapat tiga komponen berpikir metakognisi yaitu merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi.
- 2) Pembelajaran berbasis penelitian (*research based learning*) merupakan salah satu model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa sehingga mahasiswa dapat mengembangkan kemampuannya untuk memecahkan masalah dalam kelompok penelitian sebagai bahan utama perkuliahan.
- 3) Keterampilan Metakognisi adalah pengendalian yang dimiliki seseorang tentang pengetahuan dan kesadaran akan proses kognitifnya sendiri dalam memecahkan masalah graf khususnya kajian *resolving domination number*. Kemampuan metakognisi mahasiswa dalam memecahkan masalah *resolving domination number* harus memenuhi tiga komponen keterampilan metakognisi yaitu: merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi.

- 4) *Resolving domination number* adalah penggabungan dari kajian *dominating number* dan *metric dimension*. *Resolving domination number* adalah kardinalitas minimum dari *resolving dominating set*. *Resolving domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma_r(G)$ memiliki syarat yaitu sebuah *dominating number* dan memiliki kondisi *metric dimension*

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian menjelaskan lokasi atau daerah sasaran dan kapan (kurun waktu) penelitian dilakukan beserta pertimbangan yang logis dalam penentuan (pilihan) lokasi yang menggambarkan konteks peristiwa penelitian (Wibowo *et al.* 2013).

Penelitian ini akan dilaksanakan pada tahun ajaran 2019/2020 tepatnya di semester Gasal. Tempat penelitian untuk melakukan uji coba terbatas adalah dua kelas perkuliahan (kelas eksperimen dan kelas kontrol) di Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

3.4 Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa

Tahap ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada butir ke-1. Pada tahap ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif. Data merupakan data verbal meskipun ada data berupa angka-angka tetapi hanya bersifat melengkapi dan akan dipaparkan sesuai kejadian yang terjadi, analisis data dilakukan secara induktif.

3.4.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian secara teratur dan sistematis sehingga mencapai sebuah kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Prosedur penelitian berisi langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penelitian, diantaranya sebagai berikut.

1. Kegiatan pendahuluan

Kegiatan pendahuluan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat rancangan penelitian, menentukan daerah penelitian, membuat surat

ijin penelitian, kemudian meminta persetujuan pihak terkait untuk dilakukan penelitian. Setelah mendapat persetujuan dari pihak terkait, langkah berikutnya adalah berkoordinasi dengan dosen pengampu matakuliah untuk menentukan jadwal pelaksanaan penelitian.

2. Pengumpulan data

Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan komunikasi dengan pihak terkait untuk memperoleh data dokumentasi hasil belajar mahasiswa berupa nilai.

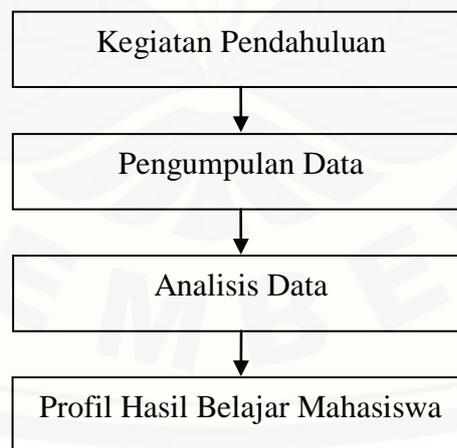
3. Analisis data

Pada tahap ini, dilakukan analisis data terhadap hasil belajar mahasiswa yang diperoleh dari dokumentasi dosen pengampu matakuliah. Hasil analisis data akan disajikan dalam bentuk deskripsi.

4. Penarikan kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian, yaitu dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya untuk menjawab rumusan masalah.

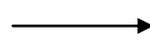
Berdasarkan uraian di atas, prosedur penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Prosedur Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa

Keterangan

 : Kegiatan Penelitian

 : Alur Kegiatan

3.4.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data pada saat penelitian dilakukan. Adapun instrumen dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Peneliti

Manusia adalah instrumen utama, karena manusia sangat berperan dalam keseluruhan proses penelitian, termasuk dalam pengumpulan data melalui tes dan wawancara. Pada penelitian ini, peneliti berperan langsung dalam serangkaian kegiatan penelitian yakni, perencanaan, pengumpulan data, analisis data, dan pembuatan kesimpulan.

2. Pedoman Dokumentasi

Pedoman Dokumentasi digunakan sebagai alat bantu dalam pengumpulan data. Pedoman dokumentasi berisi point-point data yang akan di dokumentasikan. Pedoman dokumentasi disusun agar pada saat penelitian berlangsung, peneliti dapat berpedoman sesuai dengan data yang ingin dicapai.

3.4.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan agar memperoleh bahan-bahan yang akurat, relevan dan dapat digunakan dengan tepat sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap metode memiliki ciri yang berbeda-beda sehingga apabila ada kelemahan atau kekurangan pada suatu metode dapat dipenuhi oleh metode lain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi.

Dalam penelitian ini, dokumentasi yang dimaksudkan adalah dokumentasi hasil belajar mahasiswa yang diperoleh dari dosen pengampu matakuliah. Dokumentasi hasil belajar mahasiswa selanjutnya dianalisis untuk mengetahui profil awal subjek pada matakuliah tersebut.

3.4.4 Teknik Analisis Data

Analisis data memiliki tujuan untuk mengolah dan menginterpretasikan data hasil penelitian sehingga diperoleh informasi yang jelas mengenai data hasil penelitian. Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk

mendeskripsikan profil hasil belajar mahasiswa yang didapatkan dari dokumentasi hasil belajar mahasiswa dan aktivitas belajar mahasiswa yang diperoleh dari observasi.

Data yang diperoleh dari hasil dokumentasi digunakan sebagai data awal dalam pengelompokan tingkat kemampuan mahasiswa dalam matakuliah tersebut. Pengelompokan terdiri dari 3 tingkatan yaitu, mahasiswa dengan kategori hasil belajar tinggi, sedang, dan rendah seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kategori Hasil Belajar Mahasiswa

Skor Hasil Belajar Mahasiswa	Kategori
$90 \leq skor \leq 100$	Sangat Tinggi
$75 \leq skor < 90$	Tinggi
$60 \leq skor < 75$	Sedang
$40 \leq skor < 60$	Cukup
$0 \leq skor < 40$	Rendah

Sumber: Diadaptasi dari (Hobri 2010)

3.5 Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan digunakan untuk menjawab rumusan masalah 2 dan 3 yaitu untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan perangkat matematika berbasis *research based learning* dalam kajian *resolving domination number*. Pengembangan perangkat pembelajaran pada penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp.

3.5.1 Prosedur Pengembangan

Sesuai dengan model pengembangan, prosedur pengembangan perangkat pembelajaran matematika ini mengikuti pengembangan produk dari Plomp. Plomp dalam Hobri (2010) mengemukakan suatu model dalam mendesain pendidikan terbagi dalam 5 fase, yaitu: (1) fase investigasi awal, (2) fase desain, (3) fase realisasi/konstruksi, (4) fase tes, evaluasi, dan revisi, dan (5) fase implementasi.

1. Fase Investigasi Awal

Fase investigasi awal dilakukan untuk menentukan masalah dasar yang diperlukan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan analisis teori pendukung perangkat pembelajaran matematika,

analisis kurikulum, analisis mahasiswa, dan analisis materi ajar dengan cara mengumpulkan dan menganalisis informasi yang mendukung untuk merencanakan kegiatan selanjutnya.

a. Teori pendukung perangkat pembelajaran

Untuk mendukung terwujudnya perangkat pembelajaran berdasarkan *Research Based Learning*, peneliti mencari literatur untuk mengkaji teori-teori *Research Based Learning* yang akan digunakan.

b. Analisis mahasiswa

Analisis mahasiswa merupakan kajian tentang karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan perancangan perangkat pembelajaran matematika. Karakteristik mahasiswa yang dimaksud adalah pengetahuan *Research Based Learning* dan keterampilan metakognisi mahasiswa.

c. Analisis materi

Analisis materi dilakukan untuk memilih dan menetapkan, merinci dan menyusun secara sistematis materi ajar yang relevan untuk diajarkan. Pemilihan materi ajar dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian konsep dan isi materi. Setelah itu, materi dirinci dan disusun secara sistematis ke dalam perangkat pembelajaran yang dikembangkan agar saling berkesinambungan untuk mendukung terlaksananya pembelajaran.

d. Analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran

Analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran ditujukan untuk mengidentifikasi keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination* pada graf.

e. Menetapkan indikator keterampilan metakognisi mahasiswa

Indikator keterampilan metakognisi mahasiswa yang digunakan oleh peneliti adalah indikator keterampilan metakognisi mahasiswa yang komponennya meliputi perencanaan, pemantauan, dan pemeriksaan.

f. Merencanakan kegiatan lanjut

Rencana kegiatan lanjut oleh peneliti berupa pengembangan perangkat pembelajaran untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa.

2. Fase Desain

Pada fase ini, dirancang perangkat pembelajaran yang ditujukan untuk menghasilkan prototipe pembelajaran pada materi *resolving domination number*. Selain itu, dirancang pula instrumen yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi instrumen validitas, instrumen kepraktisan (pernyataan ahli di lembar validasi dan lembar keterlaksanaan pembelajaran) dan keefektifan (angket respons siswa dan hasil belajar siswa) untuk perangkat pembelajaran.

3. Fase Realisasi

Perangkat pembelajaran matematika berdasarkan RBL untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa yang telah tersusun, selanjutnya pada fase desain disebut dengan *prototipe 1*.

4. Fase tes, evaluasi, dan revisi

Pada fase ini, *prototipe 1* yang dihasilkan diuji dan dievaluasi. Dalam hal ini perangkat pembelajaran yang berhasil direalisasikan dilihat kualitasnya, yaitu dengan melakukan beberapa hal diantaranya:

a. Kegiatan validasi secara teoritis

Sebelum kegiatan validasi perangkat pembelajaran dilakukan, terlebih dahulu dikembangkan instrumen validasi isi dan instrumen validasi konstruk. Instrumen validasi tersebut terlebih dahulu divalidasi oleh para pakar, layak atau tidak layak instrumen tersebut digunakan untuk mengukur aspek-aspek yang ditetapkan. Jika para ahli menyatakan layak digunakan, maka instrumen validasi tersebut langsung digunakan. Jika para ahli menyatakan tidak layak digunakan, maka dilakukan revisi terhadap instrumen validasi tersebut. Kegiatan validasi secara teoritis meliputi validasi isi dan validasi konstruk. Kegiatan yang dilakukan pada waktu memvalidasi perangkat pembelajaran adalah sebagai berikut.

- 1) Menyerahkan instrumen validasi isi dan validasi konstruk serta perangkat pembelajaran yang berupa *prototipe 1* kepada para pakar dan praktisi.
- 2) Meminta para ahli dan praktisi untuk melakukan penelaahan soal pada perangkat pembelajaran (*prototipe 1*) berdasarkan isi dan

konstruksinya serta meminta saran-saran ahli dan praktisi untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran.

- 3) Melakukan analisis terhadap hasil validasi. Jika hasil analisis menunjukkan: a) Sangat valid atau valid tanpa revisi, maka kegiatan selanjutnya adalah uji coba lapangan. b) Cukup valid, maka kegiatan selanjutnya adalah merevisi terlebih dahulu, kemudian langsung uji coba lapangan. c) Kurang valid atau tidak valid, maka dilakukan revisi sehingga diperoleh prototipe baru paket tes. Kemudian kembali pada kegiatan validasi isi dan validasi konstruk.

Berdasarkan hasil uji validitas kemudian dilakukan revisi (jika diperlukan) sehingga diperoleh perangkat pembelajaran dalam bentuk *prototipe 2*. Dalam proses pengembangan untuk mendapatkan perangkat pembelajaran yang valid secara teoritis memungkinkan terjadi siklus, yaitu melakukan validasi dan revisi berulang kali terhadap *prototipe 1*.

b. Kegiatan Uji Coba Lapangan

Sebelum kegiatan uji coba paket tes (*prototipe 2*), terlebih dahulu dikembangkan angket uji kepraktisan. Angket uji kepraktisan tersebut sebelum digunakan, terlebih dahulu divalidasi oleh para pakar, layak atau tidak layak instrumen tersebut digunakan untuk mengukur aspek-aspek yang ditetapkan. Kegiatan uji coba lapangan dilakukan secara bertahap meliputi: uji satu orang, uji kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Hasil kegiatan uji coba lapangan dianalisis dengan ditentukan validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran pada masing-masing perangkat pembelajaran. Sedangkan hasil angket uji kepraktisan dianalisis dengan menggunakan statistik inferensial. Berdasarkan hasil analisis uji coba lapangan dan angket uji kepraktisan maka dilakukan revisi terhadap *prototipe 2* yang menghasilkan *prototipe final*.

5. Fase Implementasi

Pada tahap ini disebut tahap desiminasi yaitu tahap yang berkaitan dengan pengimplementasian *prototipe final* pada lingkup yang lebih luas.

Hasil dari tahap desiminasi ini ditentukan validitas dan reliabilitas dari soal yang merupakan parameter keberhasilan perangkat pembelajaran ini.

Pada penelitian ini, peneliti tidak mengimplementasikan prototipe final pada lingkup yang lebih luas. Skema dari tahap pengembangan menurut Plomp yang dilaksanakan dalam penelitian dan pengembangan ini dapat diperhatikan pada Gambar 3.4.

3.5.2 Instrumen Penelitian Pengembangan

Sesuai dengan jenis data yang akan diambil, Instrumen penelitian yang diperlukan dalam penelitian ini sebanyak empat jenis yaitu (1) lembar validasi, (2) lembar respon mahasiswa, dan (3) lembar tes hasil belajar. Secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

1. Lembar validasi perangkat pembelajaran

Untuk memperoleh data tentang kevalidan perangkat pembelajaran maematika yang dikembangkan digunakan instrumen berupa lembar validasi perangkat pembelajaran maematika. Lembar validasi yang digunakan untuk mendapatkan data tentang kevalidan perangkat pembelajaran maematika.

2. Lembar tes hasil belajar

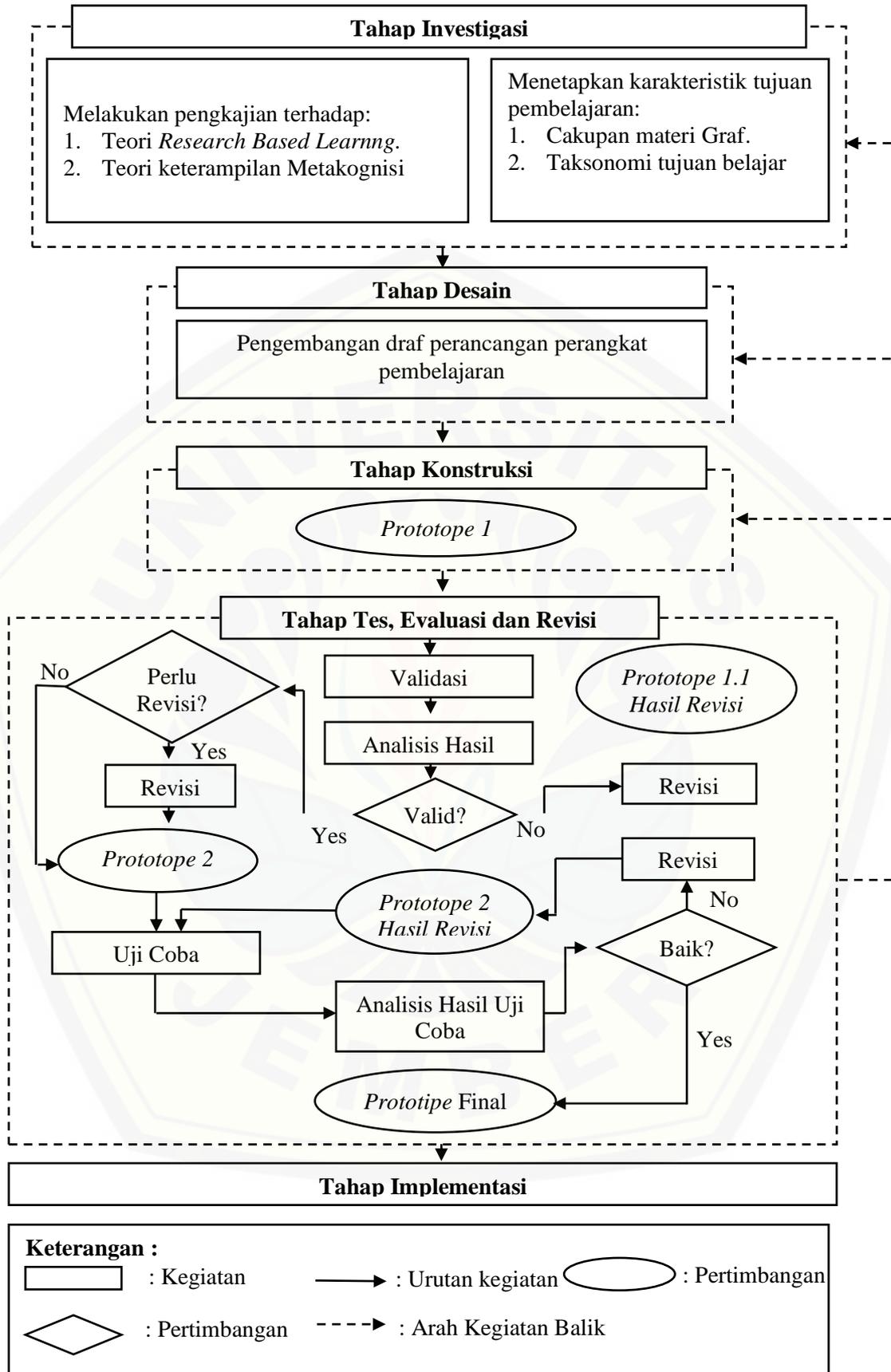
Lembar tes hasil belajar digunakan untuk mengukur kemampuan mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Tes hasil belajar dilaksanakan untuk mendapatkan data dalam menguji keefektifan perangkat pembelajaran.

3. Lembar agket respon mahasiswa

Angket respons mahasiswa digunakan untuk mengetahui respons atau tanggapan siswa terhadap penggunaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam pembelajaran.

3.5.3 Teknik Pengumpulan Data Penelitian pengembangan

Teknik pengumpulan data berdasarkan instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian, yaitu:



Gambar 3. 4 Skema tahap pengembangan menurut Plomp

1. Validasi perangkat pembelajaran

Data yang dikumpulkan adalah data tentang kevalidan perangkat pembelajaran berupa pernyataan para validator mengenai aspek-aspek yang terdapat pada perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Teknik yang dilakukan adalah memberikan perangkat pembelajaran yang dikembangkan beserta lembar validasi kepada validator untuk kemudian diberikan penilaian.

2. Angket respons mahasiswa

Data yang diperoleh berupa respons atau tanggapan dari mahasiswa terhadap penggunaan perangkat pembelajaran dalam pembelajaran. Teknik yang digunakan dengan memberikan lembar angket kepada mahasiswa setelah pembelajaran selesai.

3.5.4 Teknik Analisis Data Penelitian Pengembangan

Data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis untuk kemudian digunakan untuk merevisi perangkat pembelajaran yang baik sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

Analisis data yang diperoleh sebagai berikut.

1. Analisis data hasil validasi perangkat pembelajaran

Aspek yang dinilai dalam perangkat pembelajaran ada tiga, yaitu: isi, kebahasaan, dan penyajian. Setiap validator memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda cek (✓) pada kolom-kolom kategori penilaian. Selanjutnya nilai yang diberikan oleh validator akan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

- a. Menghitung rerata nilai kedua validator dari setiap aspek penilaian (I_i)

Menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap aspek (I_i) dengan persamaan:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ij}}{n}$$

dengan:

V_{ij} = data nilai validator ke- j terhadap indikator ke- i

j = validator; 1,2.

i = validator; 1,2,... (sebanyak indikator)

n = banyaknya validator

- b. Menentukan nilai rerata total untuk semua aspek (V_a)

Setelah setiap aspek penilaian terdapat nilai rerata semua validator (I_i), selanjutnya semua aspek tersebut dijumlahkan dan dibagi dengan banyak aspek dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}$$

dengan:

V_a = nilai rerata total untuk semua aspek

I_i = rerata nilai aspek ke- i ,

i = aspek yang dinilai; 1,2,3,...

n = banyaknya aspek

- c. Menentukan tingkat kevalidan instrumen

Setelah nilai (V_a) didapatkan kemudian merujuk nilai tersebut pada tabel tingkat kevalidan instrumen berikut ini.

Tabel 3. 2 Tingkat Kevalidan Instrumen

Nilai V_a	Tingkat Kevalidan
$3,5 \leq V_a \leq 4$	Sangat valid
$2,5 \leq V_a < 3,5$	Valid
$1,5 \leq V_a < 2,5$	Cukup Valid
$1 \leq V_a < 1,5$	Tidak Valid

Sumber: (Hobri, 2010)

Instrumen yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen yang memiliki tingkat kevalidan $\geq 2,5$. Jika tidak memenuhi kriteria valid atau sangat valid, maka perlu dilakukan revisi sesuai dengan saran validator kemudian dilakukan validasi kembali hingga di dapat instrumen yang valid.

2. Analisis kepraktisan perangkat pembelajaran

Data kepraktisan perangkat merupakan data yang menggambarkan keterlaksanaan perangkat pada saat kegiatan pembelajaran. Data ini diperoleh dari data aktivitas dosen yang diamati melalui lembar observasi. Data yang

dihasilkan dari observasi aktivitas dosen dianalisis menggunakan beberapa langkah sebagai berikut (Cahyanti 2016).

- Menjumlahkan skor dari semua pertemuan
- Menghitung persentase skor rata-rata dengan menggunakan rumus:

$$\text{Skor rata - rata} = \frac{\text{Skor Total Observer}}{\text{Skor Maksimal yg diperoleh dari observasi}} \times 100\%$$

- Membuat kesimpulan dari hasil analisis observasi aktivitas dosen. Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria presentase rata-rata hasil observasi sehingga dapat disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen

Skor	Kesimpulan
$90\% \leq \text{Skor Rata-rata} \leq 100\%$	Sangat baik
$80\% \leq \text{Skor Rata-rata} < 90\%$	baik
$70\% \leq \text{Skor Rata-rata} < 80\%$	Cukup
$40\% \leq \text{Skor Rata-rata} < 70\%$	Kurang
$0\% \leq \text{Skor Rata-rata} < 40\%$	Sangat Kurang

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis dan dapat digunakan jika perangkat pembelajaran memiliki skor rata-rata $\geq 70\%$. Jika tidak memenuhi skor rata-rata $\geq 70\%$, maka perlu dilakukan revisi pada perangkat pembelajaran.

3. Analisis keefektifan terhadap perangkat pembelajaran

Tiga indikator yang digunakan dalam mengukur keefektifan perangkat yaitu hasil aktivitas riset, aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa.

- Analisis Data Hasil Belajar

Data yang diperoleh akan dianalisis dan digunakan sebagai acuan untuk menilai tercapai tidaknya pengembangan perangkat pembelajaran yang efektif serta untuk merevisi perangkat post tes jika terdapat hal yang perlu diperbaiki. Jenis tes yang digunakan adalah jenis tes keterampilan metakognisi mahasiswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada definisi operasional. Interval skor penentuan siswa penguasaan siswa ditetapkan sebagai berikut (Hobri 2010).

Tabel 3. 4 Interval Skor Tingkat Penguasaan Mahasiswa

Skor Tingkat Penguasaan Mahasiswa	Kategori
$90 \leq TPM \leq 100$	Sangat Tinggi
$75 \leq TPM < 90$	Tinggi
$60 \leq TPM < 75$	Sedang
$40 \leq TPM < 60$	Cukup
$0 \leq TPM < 40$	Rendah

Adapun langkah-langkah untuk menganalisis hasil belajar sebagai berikut:

- 1) Melakukan rekapitulasi skor masing-masing mahasiswa
 - 2) Menentukan kategori ketuntasan belajar mahasiswa, diambil nilai ketuntasan minimum yaitu 60
 - 3) Menghitung banyaknya mahasiswa yang telah tuntas
 - 4) Menentukan ketuntasan klasikal
 - a) Jika $\geq 75\%$ dari jumlah mahasiswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan telah tuntas secara klasikal.
 - b) Jika $< 75\%$ dari jumlah mahasiswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan tidak tuntas secara klasikal.
- Analisis Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Hasil observasi berupa aktivitas mahasiswa selama kegiatan pembelajaran. Menurut Cahyanti (2016) keaktifan mahasiswa dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Ps = \frac{As}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

Ps = presentase keaktifan skor rata-rata hasil observasi

As = jumlah skor yang diperoleh observer

N = jumlah skor maksimal

Skor aktivitas mahasiswa terdiri dari skor 1 sampai dengan 4 yang terbagi menjadi empat interval. Adapun kriteria skor dalam Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Skor Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Skor	Kesimpulan
$1 \leq P_s \leq 1,4$	Tidak Aktif
$1,5 \leq P_s \leq 2,4$	Kurang Aktif
$2,5 \leq P_s \leq 3,4$	Aktif
$3,5 \leq P_s \leq 4$	Sangat Aktif

Perangkat pembelajaran dikatakan efektif dan dapat digunakan jika perangkat pembelajaran memenuhi tiga indikator yaitu hasil aktivitas riset, aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa terhadap pembelajaran. Jika tidak memenuhi tiga indikator tersebut, maka perlu dilakukan revisi pada perangkat pembelajaran

3.6 Penelitian Experimen

Penelitian eksperimen digunakan untuk menganalisis penerapan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa. Desain penelitian eksperimen menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas menggunakan perangkatan pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis riset. Kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Pada penelitian eksperimen ini akan membandingkan keterampilan metakognisi mahasiswa kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

3.6.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini merupakan mahasiswa pendidikan matematika universitas jember yang menempuh mata kuliah matematika diskrit. Sampel penelitian ini terdiri dari dua kelas yang terdiri dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kedua kelas tersebut pengajar yang sama namun dengan perlakuan yang berbeda. Misal pada kelas eksperimen akan menggunakan perangkatan pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis riset sedangkan kelas kontrol akan menggunakan pembelajaran yang konvensional.

3.6.2 Desain Penelitian Experimen

Desain penelitian yang digunakan berbentuk *non equivalent control group design*. Pada penelitian ini akan memperoleh dua kelompok yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelas tersebut diberi pra-tes untuk mengetahui kemampuan awal dari mahasiswa dikelas tersebut. Kemudian pada kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang berbasis riset dan kelas kontrol kegiatan pembelajaran menggunakan pembelajaran konvensional. Pada akhir dari pembelajaran dilakukan *post-tes* untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang telah diberikan. Desain penelitian menggunakan *Non equevalent Control Group Design* dengan skema seperti Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Skema desain penelitian experimen

Kelas Ekspeimen	R_1	X	R_2
Kelas control	R_3	-	R_4

Keterangan:

R_1, R_3 : Pre-test

R_2, R_4 : Post-test

X : Perlakuan pada kelas eksperien berupa perangkat pembelajaran berbasis riset

Penelitian eksperimen menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah perangkat pembelajaran yang berbasis riset, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu keterampilan metakognisi mahasiswa. Adapun bagan rancangan penelitian eksperimen disajikan pada Gambar 3.5.

3.6.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian yaitu memilih kelas sampel yang digunakan sebagai subjek penelitian berupa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pra-tes dilakukan pada awal pembelajaran dan post-tes dilakukan pada akhir pembelajaran. Kedua tes tersebut digunakan untuk mengukur keterampilan

metakognisi mahasiswa. Teknik dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian sebagai berikut.

1. Data Keterampilan Metakognisi Mahasiswa

a. Indikator

Adapun keterampilan metakognisi yang dicapai mahasiswa meliputi aspek: Perencanaan, pemantauan, dan pemeriksaan. Indikator keterampilan metakognisi dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Indikator keterampilan Metakognisi

Keterampilan Metakognisi	Indikator
Perencanaan (<i>Planning</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Membaca dan menguraikan masalah b. Dapat memprediksi rencana penyelesaian masalah c. Dapat memperoleh rencana penyelesaiannya d. Mampu melibatkan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan masalah
Pemantauan (<i>Monitoring</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyakini rencana penyelesaian yang dipilih benar b. Melakukan langkah kerja yang benar c. Memeriksa kebenaran langkah d. Mampu mengatur hasilnya
Pemeriksaan (<i>Checking</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Memeriksa kembali pengerjaannya b. Dapat menentukan dengan cara yang berbeda c. Mampu menerapkan metode ini untuk soal yang lain d. Memperhatikan cara kerja sendiri e. Mengevaluasi pencapaian tujuan

b. Metode

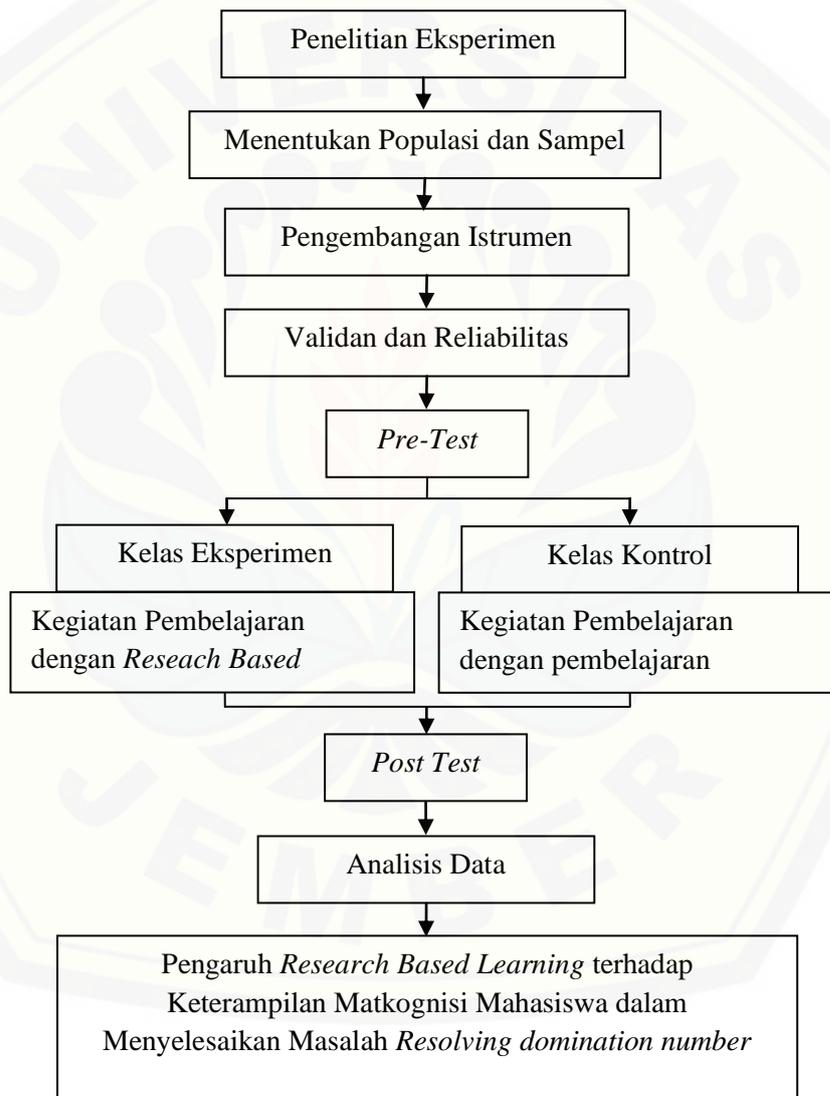
Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan metakognisi mahasiswa melalui pra-tes dan post-tes berupa soal esai. Jumlah skor maksimal yang akan diperoleh mahasiswa jika menjawab semua soal dengan benar yaitu 100.

c. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan metakognisi mahasiswa melalui pra-tes dan post-tes berupa soal esai. Jumlah skor maksimal yang akan diperoleh mahasiswa jika menjawab semua soal dengan benar yaitu 100.

d. Prosedur

Langkah pertama untuk menilai kompetensi pengetahuan mahasiswa yaitu dengan memberikan pra-tes diawal pembelajaran sebelum mahasiswa menerima pembelajaran terkait dengan materi yang akan diajarkan. Kemudian diakhir pembelajaran setelah materi *resolving domination number* diajarkan maka mahasiswa akan menyelesaikan post-tes.



Gambar 3. 5 Rancangan penelitian eksperimen

2. Data Pendukung Keterlaksanaan Penelitian

a. Dokumentasi

Dokumentasi yang akan diambil dalam penelitian ini yaitu daftar nama mahasiswa, foto dan video pelaksanaan penelitian.

b. Observasi

Data proses pembelajaran diperoleh dengan melakukan observasi selama pembelajaran berlangsung. Observasi ini menggunakan lembar keterlaksanaan pembelajaran yang juga terdapat catatan agar observer dapat mencatat kejadian di luar dari rancangan pelaksanaan pembelajaran.

c. Tes

Metode tes digunakan untuk memperoleh hasil belajar mahasiswa setelah melakukan kegiatan pembelajaran berupa post tes.

d. Angket

Angket diberikan pada mahasiswa untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran.

3.6.4 Teknis Analisis Data

Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas yang diuji dalam penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran berbasis riset sedangkan variabel terikat yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu keterampilan metakognisi mahasiswa. Jika data dalam penelitian ini berdistribusi normal dan homogen maka menggunakan teknik analisis data yang berupa uji t-tes. Akan tetapi jika data tidak terdistribusi normal atau tidak homogen maka menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Mann-Whitney*. Analisis data menggunakan program *R shiny* yang dapat diakses secara online di <http://statslab-rshiny.fmipa.unej.ac.id/RDoc/GenStat/>.



Gambar 3. 6 Tampilan program R *Shiny* secara online

a. Uji Prasyarat Analisis

▪ Uji Reliabilitas Perangkat

Uji reliabilitas untuk menjamin instrumen yang digunakan konsistensi, stabil dan dependibilitas sehingga bila digunakan berulang kali akan menghasilkan data yang sama. Pengukuran tingkat reliabilitas alat pengumpulan data dalam penelitian ini dengan menggunakan *Alpha Cronbrach*. Besarnya koefien Alpha merupakan tolak ukur dari instrumen digunakan pedoman yang dikemukakan oleh George dan Mallery (1995) sebagai berikut :

Tabel 3. 8 Tolak ukur dari instrumen

Interval	Kesimpulan
$0.9 \leq \alpha < 1.0$	Sangat Bagus
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Bagus
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Dapat Diterima
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Diragukan
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Jelek
$\alpha < 0.5$	Tidak Dapat Diterima

▪ Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui data dari masing-masing kelompok sampel yang digunakan mempunyai varians yang sama

atau tidak sehingga dapat ditentukan rumus *t-test* yang akan digunakan untuk pengujian hipotesis. Uji homogenitas varian menggunakan program *R shiny*, jika nilai signifikansi > 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa varian dari kelompok data adalah sama sehingga uji homogenitas varian menggunakan rumus berikut :

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

- Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui populasi data yang digunakan berdistribusi normal dan tidak. Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan program *R shiny*. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada *Kolmogorov-Smirnov* nilai sig. > 0.05

- Uji Hipotesis dengan Uji T-test

Uji *paired samplet-test* dalam penelitian ini menggunakan program *R shiny* dengan memasukkan data *pre-tes* dan *post test* kelas yang digunakan eksperimen. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pasangan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1). Dengan kriteria pengujian terima H_0 jika nilai signifikasi atau nilai probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 jika nilai signifikasi atau nilai probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak.

H_0 : tidak ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa

H_1 : ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa

3.7 Analisis Potret Fase dan Level Metakognisi Mahasiswa

Tahap ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada butir ke-5 dan 6. Pada tahap ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif. Data merupakan data verbal meskipun ada data berupa angka-angka tetapi hanya bersifat melengkapi dan akan dipaparkan sesuai kejadian yang terjadi.

3.7.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang harus dilalui dalam suatu penelitian. Adapun prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Penentuan Subjek

Subjek penelitian merupakan mahasiswa S1 program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Jember. Penentuan subjek yang digunakan adalah *purposive sampling*. *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu sesuai tujuan penelitian (Sugiyono 2014). Penentuan subjek ini digunakan untuk mendeskripsikan level keterampilan metakognisi mahasiswa dan potret fase.

2) Pembuatan Instrumen

Pada tahap ini instrumen yang dibuat berupa pedoman wawancara untuk mengetahui keterampilan metakognisi mahasiswa dan lembar validasi pedoman wawancara.

3) Uji Validasi

Melakukan uji validasi instrumen pedoman wawancara dengan cara memberikan instrumen penelitian kepada 2 validator yaitu dari dosen Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember agar instrumen yang dibuat valid.

4) Pengumpulan Data

Data diperoleh dari hasil wawancara untuk mengetahui keterampilan metakognisi mahasiswa dan potret fase mahasiswa.

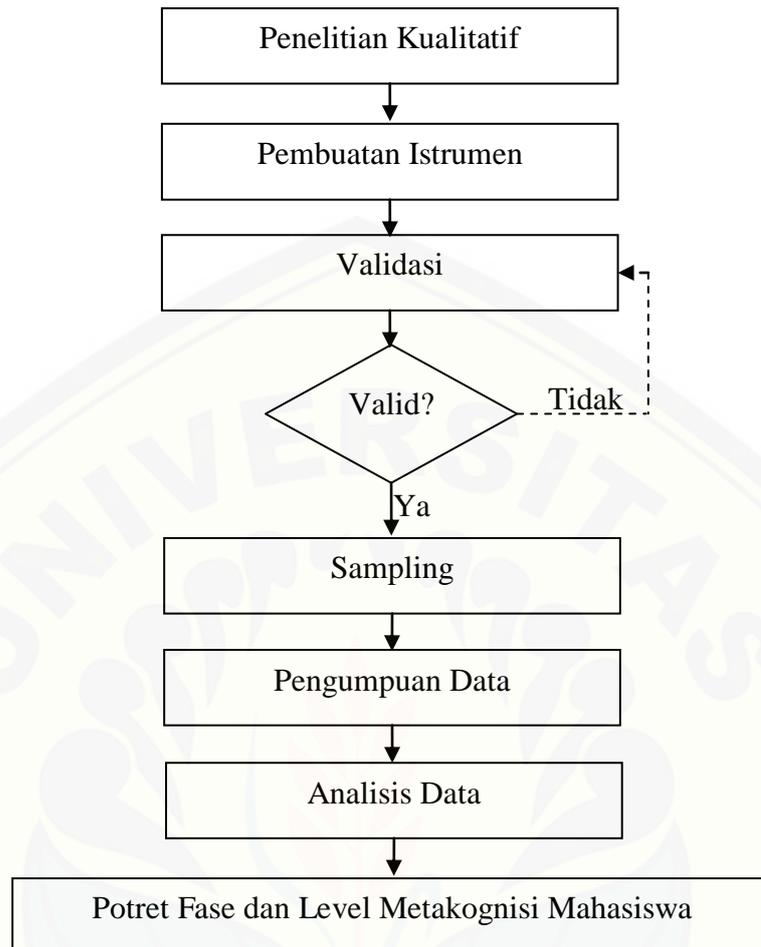
5) Penganalisan Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data hasil wawancara untuk mengetahui keterampilan metakognisi mahasiswa dan potret fase mahasiswa.

6) Tahap Penyimpulan

Penyimpulan merupakan tahap akhir dalam penelitian. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan terhadap hasil analisis data pada tahap sebelumnya mengenai keterampilan metakognisi mahasiswa dan potret fase mahasiswa.

Secara ringkas prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Prosedur Analisis Potret Fase dan Level Metakognisi Mahasiswa

3.7.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data pada saat penelitian dilakukan. Adapun instrumen dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Pedoman wawancara

Pedoman wawancara dalam penelitian ini berisi garis besar pertanyaan yang akan disampaikan dalam kegiatan wawancara untuk memperoleh informasi guna mendukung proses analisis. Wawancara dilakukan untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa dan menggambar potret fase.

2. Lembar validasi

Lembar validasi digunakan untuk mengetahui kevalidan dari instrument yang telah dibuat. Instrumen yang divalidasi dalam penelitian ini adalah pedoman wawancara.

3. Alat Perekam

Alat perekam yang dimaksud adalah alat perekam suara. Saat mahasiswa mengerjakan tes keterampilan metakognisi juga dilakukan perekaman suara.

3.7.3 Metode pengumpulan data

Pengumpulan data bertujuan agar memperoleh bahan-bahan yang akurat, relevan dan dapat digunakan dengan tepat sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap metode memiliki ciri yang berbeda-beda sehingga apabila ada kelemahan atau kekurangan pada suatu metode dapat dipenuhi oleh metode lain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode wawancara.

1) Wawancara

Wawancara dilakukan kepada mahasiswa yang sudah ditentukan berdasarkan tes keterampilan metakognisi. Penelitian ini menggunakan metode wawancara *think aloud*, yaitu metode wawancara yang dapat digunakan untuk mengamati, mendefinisikan, dan mengukur isi pikiran mahasiswa saat mereka memecahkan soal tes (Leighton 2009). Hasil wawancara digunakan untuk mengetahui lebih dalam tentang abstraksi mahasiswa pada materi berdasarkan tes yang sedang dikerjakan. Metode *think aloud* yang digunakan lebih dispesifikkan pada tipe *protocol analysis*. Tipe ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur proses penyelesaian masalah. Dalam *protocol analysis*, wawancara *think aloud* menuntut mahasiswa untuk memberikan laporan lisan dari apa yang dipikirkan oleh mereka secara bersamaan ketika mereka menyelesaikan tugas (*working memory*) (Leighton 2009). Meskipun dengan metode ini hal yang ditanyakan sesuai dengan kondisi mahasiswa sebagai subjek penelitian berdasarkan pengerjaan tes, tetapi penelitian ini tetap menggunakan pedoman wawancara yang divalidasi oleh validator.

2) Triangulasi

Sugiyono (2014) mengatakan bahwa triangulasi dapat diartikan sebagai teknik pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari berbagai teknik pengumpulan data dan sumber data yang telah ada. Dengan kata lain triangulasi merupakan suatu metode untuk menguatkan keabsahan data yang diperoleh dengan beberapa cara, diantaranya:

- 1) Triangulasi dengan sumber, yaitu membandingkan dan mengecek kembali derajat kepercayaan suatu informasi yang diperoleh melalui waktu dan alat yang berbeda.
- 2) Triangulasi dengan metode, yaitu membandingkan dan mengecek kembali derajat kepercayaan suatu informasi yang diperoleh melalui metode yang berbeda.
- 3) Triangulasi dengan peneliti, yaitu memanfaatkan peneliti atau pengamat lain untuk mengecek kembali derajat kepercayaan data.
- 4) Triangulasi dengan teori, yaitu triangulasi yang dilakukan karena adanya anggapan bahwa fakta tertentu tidak dapat diperiksa derajat kepercayaannya dengan satu atau lebih teori.

Dalam penelitian ini, metode triangulasi yang digunakan adalah triangulasi metode. Metode yang digunakan adalah metode tes dan wawancara, diharapkan dengan 2 alat ini hasil penelitian menjadi valid dalam mengukur tingkat keterampilan metakognisi mahasiswa.

3.7.4 Teknik analisis data

Analisis data memiliki tujuan untuk mengolah dan menginterpretasikan data hasil penelitian sehingga diperoleh informasi yang jelas mengenai data hasil penelitian. Berikut analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

1) Analisis Validitas Instrumen

Validitas menurut Arikunto (2002:144) adalah ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Sebuah tes dinyatakan valid jika tes tersebut mengukur apa yang hendak diukur. Validasi instrumen dilaksanakan dengan meminta bantuan dari 2 orang dosen dari Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu

Pendidikan Universitas Jember sebagai validator. Setelah validator melakukan penilaian pada lembar validasi, selanjutnya peneliti melakukan perhitungan tingkat kevalidan instrumen yang digunakan berdasarkan nilai rerata total semua aspek (V_a). Adapun langkah-langkah untuk menentukan tingkat kevalidan instrumen adalah:

- a. Menghitung rerata nilai kedua validator dari setiap aspek penilaian (I_i)
Menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap aspek (I_i) dengan persamaan:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ij}}{n}$$

dengan:

V_{ij} = data nilai validator ke- j terhadap indikator ke- i

j = validator; 1,2.

i = indikator; 1,2,... (sebanyak indikator)

n = banyaknya validator

- b. Menentukan nilai rerata total untuk semua aspek (V_a)
Setelah setiap aspek penilaian terdapat nilai rerata semua validator (I_i), selanjutnya semua aspek tersebut dijumlahkan dan dibagi dengan banyak aspek dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}$$

dengan:

V_a = nilai rerata total untuk semua aspek

I_i = rerata nilai aspek ke- i ,

i = aspek yang dinilai; 1,2,3,...

n = banyaknya aspek

- c. Menentukan tingkat kevalidan instrumen
Setelah nilai (V_a) didapatkan kemudian merujuk nilai tersebut pada tabel tingkat kevalidan instrumen berikut ini.

Tabel 3. 9 Tingkat Kevalidan Instrumen

Nilai V_a	Tingkat Kevalidan
$3,5 \leq V_a \leq 4$	Sangat valid
$2,5 \leq V_a < 3,5$	Valid
$1,5 \leq V_a < 2,5$	Cukup Valid
$1 \leq V_a < 1,5$	Tidak Valid

Sumber: (Hobri, 2010)

Instrumen yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen yang memiliki kriteria valid atau sangat valid. Jika tidak memenuhi kriteria valid atau sangat valid, maka perlu dilakukan revisi sesuai dengan saran validator kemudian dilakukan validasi kembali hingga di dapat instrumen yang valid.

2) Analisis Data Hasil Triangulasi Metode

a. Analisis Data Hasil Wawancara

Data hasil wawancara dianalisis untuk mengetahui kecocokan data hasil analisis tes tulis dan untuk mengetahui level etakognisi mahasiswa. Setelah itu dilakukan penilaian dan memberikan skor sesuai dengan rubrik penilaian keterampilan metakognisi mahasiswa.

b. Mereduksi Data

Mereduksi data yaitu suatu bentuk analisis yang mengacu pada proses menggolongkan informasi, menajamkan, mengorganisasikan, dan membuang yang tidak perlu dari data mentah yang diperoleh dari lapangan. Jadi, pada tahap ini dilakukan pengartian inti data dari hasil triangulasi metode yang dituangkan secara tertulis.

c. Pemaparan Data

Langkah ini meliputi kegiatan mengklasifikasi dan mengidentifikasi data untuk menarik kesimpulan. Pemaparan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengklasifikasian dan identifikasi mengenai level metakognisi mahasiswa.

d. Menarik Kesimpulan

Setelah dianalisis, hasil tersebut digunakan untuk membuat kesimpulan mengenai level metakognisi mahasiswa. Hasil diperoleh dari hasil tes

keterampilan metakognisi mahasiswa yang sesuai dengan rubrik penilaian. Setelah selesai dipaparkan barulah pada tahap ini ditarik kesimpulan sebagai hasil dari penelitian.

3.7.5 Potret Fase

Potret fase merupakan gambaran alur berpikir mahasiswa dalam memecahkan suatu permasalahan. Dalam penelitian ini, potret fase mahasiswa didasarkan pada alur kemampuan berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan kajian *Resolving domination number* berbasis *Research Based Learning*. Berikut beberapa langkah untuk mengetahui potret fase mahasiswa:

1. Menyediakan pertanyaan yang bertuliskan indikator dari kemampuan berpikir metakognisi berdasarkan hasil observasi dari pengerjaan post tes.
2. Melakukan wawancara dengan meminta mahasiswa mengambil sebuah kartu indikator untuk setiap langkah pengerjaan Post-tes dengan ada pengambilan kartu indikator, sehingga langkah yang diambil oleh mahasiswa dapat berulang.
3. Menulis urutan dari setiap kartu indikator yang diambil oleh mahasiswa dan menggambar urutan tersebut dalam bentuk graf sehingga ada langkah yang diulang.

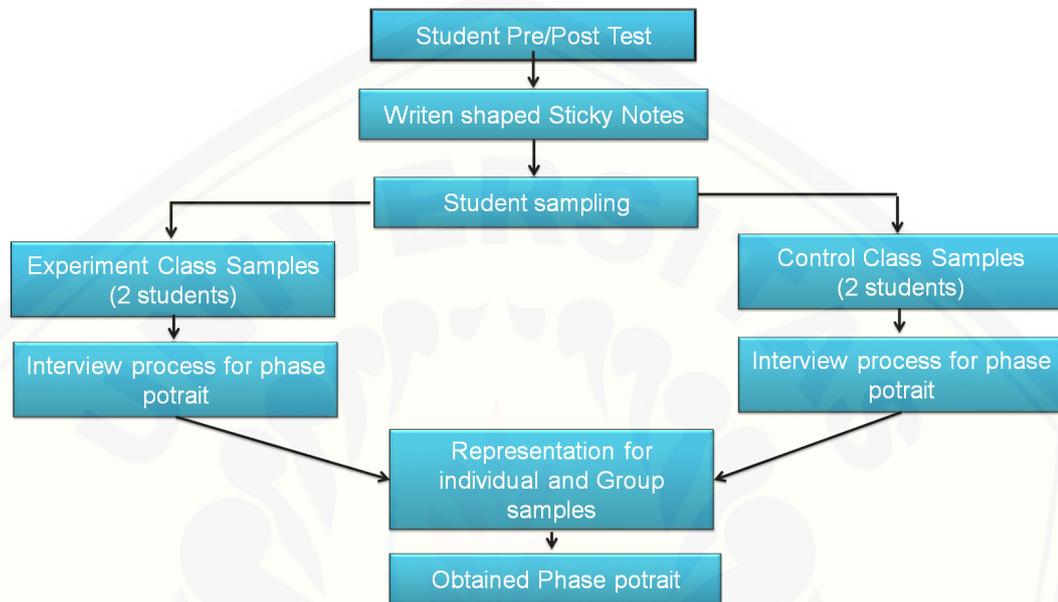
Secara ringkas prosedur potret fase digambarkan dalam gambar di bawah ini.

3.8 Monograf

Monograf adalah suatu tulisan ilmiah dalam bentuk buku yang substansi pembahasannya hanya pada satu topik atau hal dalam suatu bidang ilmu kompetensi penulis (Sutikno 2017). Monograf berisi kumpulan paper atau hasil penelitian dalam sebuah topik khusus dan ditulis oleh para ahli di bidangnya. Monograf bukan sekedar berisi makalah-makalah yang sifatnya teoritis tetapi harus bersumber dari penelitian yang bermula dari data empiris. Sangat diperlukan oleh para perumus yang mengutamakan bukti (*evidence*) (Kumorotomo 2017).

Penelitian ini akan menghasilkan sebuah monograf *resolving domination number*. Monograf dalam penelitian merupakan buku yang berisi materi *resolving*

domination number yang menyajikan munculnya *resolving domination number*, hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *dominating number* dan *metric dimension*, dan hasil penelitian terbaru yang ditemukan oleh mahasiswa dan digeneralisasi peneliti serta aplikasi *resolving domination number*.



Gambar 3. 8 Prosedur Potret Fase

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang 4.1 Analisis Profil Hasil Belajar Mahasiswa di kelas pengembangan, 4.2 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran, 4.3 Hasil pengembangan perangkat pembelajaran, 4.4 Pengaruh penerapan *Research Based Learning*, 4.5 Profil Metakognisi Mahasiswa, 4.6 Potret Fase Mahasiswa, 4.7 Monograf, dan 4.8 Pembahasan.

4.1 Profil Hasil Belajar Mahasiswa di Kelas Pengembangan

Langkah awal yang dilakukan sebelum mengembangkan perangkat pembelajaran adalah menentukan kelas pengembangan. Setelah kelas pengembangan ditentukan, dilakukan koordinasi dengan Dosen pengampu matakuliah guna memperoleh izin penelitian di kelas Dosen tersebut. Langkah selanjutnya adalah mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan RBL.

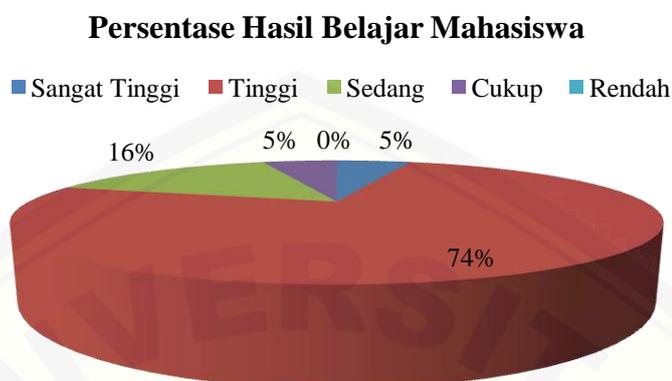
Penelitian awal ini dilakukan di Universitas Jember kampus Bondowoso pada program studi S1 Pendidikan Matematika semester 3 mata kuliah kombinatorika. Pada tahap awal, peneliti menganalisis profil hasil belajar mahasiswa berdasarkan hasil dokumentasi nilai dari Dosen pengampu mata kuliah. Hasil dokumentasi nilai 39 mahasiswa pada kelas pengembangan dibagi berdasarkan interval sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Hasil Belajar Mahasiswa Pada kelas Pengembangan

Skor Hasil Belajar Mahasiswa	Kategori	Keterangan
$90 \leq skor \leq 100$	Sangat Tinggi	2 Mahasiswa
$75 \leq skor < 90$	Tinggi	29 Mahasiswa
$60 \leq skor < 75$	Sedang	6 Mahasiswa
$40 \leq skor < 60$	Cukup	2 Mahasiswa
$0 \leq skor < 40$	Rendah	0 Mahasiswa

Berdasarkan hasil belajar mahasiswa pada tabel 4.1, dikelas pengembangan ditemukan bahwa 2 mahasiswa berada pada kategori sangat tinggi, 29 mahasiswa berada pada kategori tinggi, 6 mahasiswa berada pada kategori sedang, 2 mahasiswa berada pada kategori cukup dan 0 mahasiswa atau tidak ada mahasiswa yang berada pada kategori rendah. Hasil belajar mahasiswa pada kelas

pengembangan selanjutnya digambarkan dalam bentuk *diagram pie* sebagai berikut.



Grafik 4. 1 Persentase Hasil Belajar Mahasiswa pada Kelas Pengembangan

4.2 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran berdasarkan *research based learning* bertujuan untuk menganalisis keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number* pada graf. Pengembangan perangkat pembelajaran berdasarkan *research based learning* pada penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp yang terbagi menjadi 5 fase, yaitu: (1) fase investigasi awal, (2) fase desain, (3) fase realisasi/konstruksi, (4) fase tes, evaluasi, dan revisi, dan (5) fase implementasi.

1. Fase Investigasi Awal

Pada tahap ini dilakukan analisis teori pendukung pengembangan perangkat pembelajaran matematika, analisis mahasiswa, analisis materi atau konsep, menetapkan indikator keterampilan metakognisi mahasiswa dan merencanakan kegiatan lanjutan. Kelima proses dan hasil dari kegiatan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut.

(1) Teori pendukung pengembangan perangkat pembelajaran

Teori pendukung yang menjadi dasar dalam pengembangan perangkat pembelajaran berbasis RBL adalah teori pengembangan perangkat model Plomp. Digunakannya model pengembangan dari Plomp didasarkan atas pertimbangan bahwa model yang dikemukakan oleh Plomp merupakan

model yang bersifat umum sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis RBL.

(2) Analisis mahasiswa

Analisis mahasiswa merupakan kajian tentang karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan perancangan perangkat pembelajaran matematika berbasis RBL. Dalam penelitian ini, mahasiswa semester tiga program studi pendidikan matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember kampus Bondowoso dijadikan sebagai kelas pengembangan. Karakteristik mahasiswa yang dimaksud adalah pengetahuan *Research Based Learning* dan keterampilan metakognisi mahasiswa.

1) Latar belakang pengetahuan mahasiswa

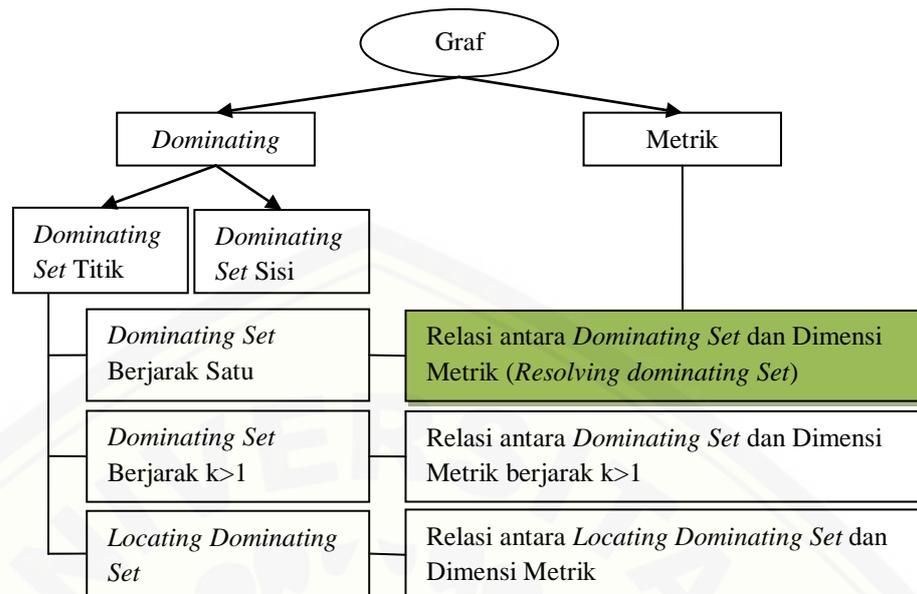
Mahasiswa semester tiga sudah diajarkan materi kombinatorika sebagai prasyarat untuk mempelajari Graf.

2) Kemampuan akademik mahasiswa

Mahasiswa semester tiga tahun akademik 2019/2020 program studi pendidikan matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember kampus Bondowoso yang dijadikan subjek penelitian dalam uji coba terbatas, memiliki kemampuan akademik yang heterogen. Dalam pembelajaran matematika seorang mahasiswa dikatakan tuntas jika memperoleh nilai ≥ 60 .

(3) Analisis materi

Analisis materi dilakukan untuk memilih dan menetapkan, merinci dan menyusun secara sistematis materi ajar yang relevan untuk diajarkan. Pemilihan materi ajar dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian konsep dan isi materi. Setelah itu, materi dirinci dan disusun secara sistematis ke dalam perangkat pembelajaran yang dikembangkan agar saling berkesinambungan untuk mendukung terlaksananya pembelajaran. Dalam penelitian ini, materi yang digunakan adalah *resolving domination number* pada graf.



Gambar 4. 1 Peta Konsep Materi *Resolving Dominating*

(4) Analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran

Bedasarkan analisis materi pada materi *resolving dominating set*, maka tugas atau kemampuan akhir yang harus dimiliki mahasiswa setelah mempelajari materi tersebut yaitu mampu mengembangkan *resolving dominating set* serta menentukan *resolving domination number* dari suatu graf. Berdasarkan kemampuan akhir yang diharapkan tersebut maka disusunlah indikator pencapaian hasil belajar mahasiswa sebagai berikut: (a) mahasiswa aktif mengemukakan pendapat dan bekerja sama dalam memahami konsep *resolving domination number* melalui diskusi kelompok; (b) mahasiswa dapat menentukan graf baru dan meng-*expand*-nya; (c) mahasiswa dapat menentukan kardinalitas suatu graf; (d) mahasiswa dapat menentukan *resolving dominating set* dari suatu graf; (e) mahasiswa dapat menentukan *resolving domination number* dari suatu graf; dan (f) mahasiswa dapat menentukan rumus dari hasil generalisasi.

(5) Menetapkan indikator keterampilan metakognisi mahasiswa

Indikator-indikator keterampilan metakognisi mahasiswa yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Indikator dan Sub Indikator Keterampilan Metakognisi

Indikator	Sub Indikator
Perencanaan (<i>Planning</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Membaca dan menguraikan masalah b. Dapat memprediksi rencana penyelesaian masalah c. Dapat memperoleh rencana penyelesaiannya d. Mampu melibatkan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan masalah
Pemantauan (<i>Monitoring</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyakini rencana penyelesaian yang dipilih benar b. Melakukan langkah kerja yang benar c. Memeriksa kebenaran langkah d. Mampu mengatur hasilnya
Pemeriksaan (<i>Checking</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Memeriksa kembali pengerjaannya b. Dapat menentukan dengan cara yang berbeda c. Mampu menerapkan metode ini untuk soal yang lain d. Memperhatikan cara kerja sendiri

(6) Merencanakan kegiatan lanjut

Rencana kegiatan lanjut oleh peneliti berupa pengembangan perangkat pembeajaran berbasis RBL untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa.

2. Fase Desain

Pada fase ini, yang dilakukan adalah pemilihan format dan proses pembuatan produk. Tahap perancangan dalam penelitian ini difokuskan pada desain awal produk berupa perangkat pembelajara yang terdiri dari RPP, LKM, soal test (*pre-test* dan *post-test*), angket dan lembar observasi aktivitas pendidik dan mahasiswa. Perangkat pembelajaran tersebut disusun berbasis RBL dengan materi *resolving domination number*.

(1) Pengembangan RPP

Penelitian ini melibatkan dua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hanya saja, dalam penelitian yang dikembangkan yaitu RPP pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *Research Based Learning*. Langkah selanjutnya adalah membuat outline yang disesuaikan dengan komponen-komponen RPP meliputi: (a) Identitas Perguruan tinggi, mata kuliah, dan Materi yang akan dibahas; (b)

Indikator pencapaian kompetensi; (c) Capaian mata kuliah; (d) Kemampuan akhir yang diharapkan; (e) Materi perkuliahan; (f) Pendekatan, model dan metode perkuliahan; (g) Media, alat dan sumber belajar; (h) Kegiatan pembelajaran meliputi kegiatan pendahuluann, kegiatan inti dan kegiatan penutup; dan (i) Penilaian hasil belajar meliputi prosedur penilaann dan jenis penilaian.

(2) Pengembangan LKM

LKM dikembangkan sesuai dengan indikator keterampilan metakognisi yang akan dicapai oleh mahasiswa. LKM dibagi menjadi tiga riset bagian yaitu riset 1 yang berisi tentang kardinalitas dari graf, riset 2 berisi tentang kardinalitas *resolving domination* dan riset 3 berisi *resolving domination* yang umum pada suatu graf. Selain itu LKM ini berfungsi untuk meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa. Desain dari LKM berisi kotak kosong, tabel koong atau titik yang disediakan utuk memudahkan mahasiswa menungakan ide yang dimilikinya. Langkah selanjutnya adalah membuat LKM yang memenuhi syarat didaktik, konstruksi dan teknis.

(3) Pengembangan Tes (*pre-test* dan *post-test*)

Tes yang dikembangkan adalah *pre-test* dan *post-test* yang memiliki soal yang sama. Penelitian ini dilakukan dalam 2 pertemuan sehingga terdapat 2 test yang dikebangkan yaitu 1 *pre-test* dan 1 *post-test*.

(4) Pengembangan Lembar observasi

Lembar observasi aktivitas mahasiswa dan aktivitas pendidik dikembangkan berdasarkan rencana pelaksanaan perkuliahan dari kelas eksperimen yang menggunakan model pebelajaran *research based learning*.

(5) Pengembangan Angket

Angket dikembangkan berdasarkan rencana pelaksanaan perkuliahan dari kelas eksperimen yang menggunakan model pebelajaran *research based learning* guna mengetahui respon mahasiswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan.

(6) Penyusunan instrumen penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini terdiri dari lembar validasi RPP, lembar validasi LKM, lembar validasi observasi mahasiswa, lembar observasi pendidik, lembar validasi angket dan lembar validasi *post test* dan *pre test*. Lembar validasi digunakan untuk memperoleh data kevalidan perangkat pembelajaran dan kepraktisan perangkat pembelajaran berdasarkan penilaian umum validator. Lembar tes hasil belajar digunakan untuk mengukur keefektifan perangkat pembelajaran. Instrumen lain yang digunakan untuk mengukur keefektifan perangkat pembelajaran adalah angket respon mahasiswa. Butir pertanyaan yang diajukan dalam angket ini meliputi tanggapan mengenai tampilan, penyajian materi, dan manfaat perangkat pembelajaran.

3. Fase Realisasi

Fase ini merupakan lanjutan dari fase desain. Berdasarkan fase ini, desain yang telah dibuat dijadikan sebagai dasar pembuatan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang disebut sebagai prototipe 1. Pada fase ini perangkat pembelajaran yang sudah dihasilkan ini adalah hasil awal yang belum divalidasi oleh validator.

(1) Pengembangan RPP

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Fakultas/Prodi : Keguruan dan Ilmu Pendidikan / Pendidikan Matematika
 Mata Kuliah :
 Semester :
 SSKS :
 Dosen Pengampu :
 Bahan Kajian : *Desain dan Pengembangan Instrumen*
 Pertemuan ke : 1 - 2
 Keterangan Akhir : Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan melaksanakan desain yang dimaksudkan, dan mampu mengkonstruksi desain yang dimaksudkan.
 Sub Bahan Kajian : *Konstruksi, dan pengembangan instrumen tes, dan pengembangan instrumen asesmen*

Sumber Pembelajaran : Buku dan Jurnal Pendidikan terkait
 Media Pembelajaran : LKM
 Fasilitas/Alat/Benda : Papan tulis dan alat tulis
 Skema Pembelajaran :
 • Pertemuan ke 1. *Konstruksi, dan pengembangan instrumen*

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuat daftar nilai dan skor	1. Mengingat nilai dan skor	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yang terdapat dalam LKM (Lembar Kerja Mahasiswa)	2. Mengetahui dan apa saja parts terdapat dalam LKM	3'
3. Membagikan pengisian instrumen tes dan meminta mahasiswa mengisi instrumen tes dengan cara yang benar	3. Mengetahui dan cara yang benar dalam mengisi instrumen tes	7'
4. Mengetahui hasil tes yang akan diperoleh dengan instrumen tes	4. Mengetahui jawaban yang benar dan salah dalam mengisi instrumen tes	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengajar mahasiswa dalam hal cara mengisi instrumen tes	1. Mengetahui dan cara mengisi instrumen tes	5'
2. Mengetahui LKM yang akan digunakan dalam pembelajaran	2. Mengetahui LKM yang akan digunakan dalam pembelajaran	5'
3. Mengetahui referensi yang akan digunakan dalam mengisi instrumen tes	3. Mengetahui referensi yang akan digunakan dalam mengisi instrumen tes	10'
4. Mengetahui pengisian instrumen tes yang akan digunakan dalam pembelajaran	4. Mengetahui pengisian instrumen tes yang akan digunakan dalam pembelajaran	10'
KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
<i>Experiment Stage</i>		

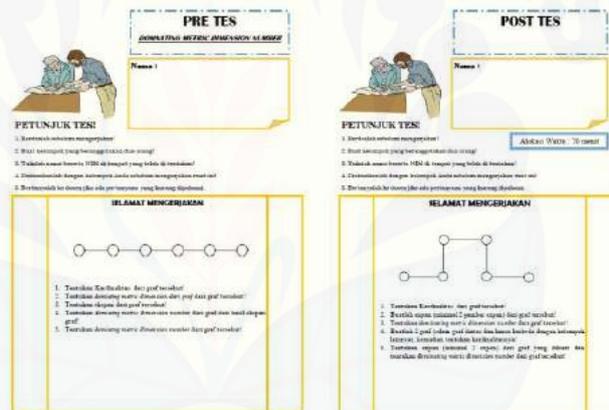
Gambar 4. 2 Desain awal RPP

(2) Pengembangan LKM



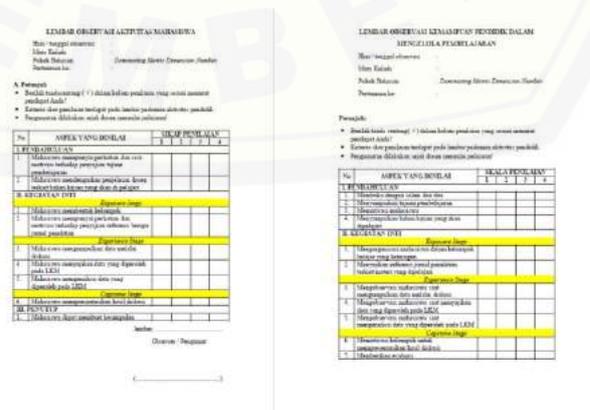
Gambar 4. 3 Desain awal LKM

(3) Pengembangan Tes (*pre-test* dan *post-test*)



Gambar 4. 4 Desain awal *Pre-Test* dan *Post-Test*

(4) Pengembangan Lembar observasi



Gambar 4. 5 Desain awal Lembar Observasi

(5) Pengembangan Angket

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Tujuan utama pengembangan perangkat pembelajaran matematika adalah belajar dan aktif, serta membuat tanggapan dan memberikan masukan terhadap proses pembelajaran matematika untuk Rencana Belajar Learning atau pokok bahasan belajar (Dosen) dan/atau yang akan dilakukan. Tujuan pengembangan instrumen adalah untuk mengetahui dan/atau untuk menilai dengan objektif dan akurat hal-hal yang berkaitan dengan hal-hal tersebut.

Paragraf Pengantar Angket:

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar sesuai dengan kenyataan.
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pernyataan yang diberikan.
3. Berilah skor sesuai dengan angka di bawah ini.

NO	ASPEK YANG DITENJUKAN	SELUKALAH	NETRAL	ALAMAT
1.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
2.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
3.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
4.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
5.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
6.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
7.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
8.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
9.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			
10.	Apakah Anda merasa senang belajar kegiatan pembelajaran matematika?			

Gambar 4. 6 Desain awal Angket

(6) Penyusunan instrumen penelitian

LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA MAHASISWA SAKSI

Nama Validasi :
Materi :
Kelas/Semester :
Nama Validasi :

A. Tujuan
Tujuan pengujian instrumen ini adalah untuk mengetahui kevalidan LKSI dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran research based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

B. Petunjuk
Mohon kerjakan Lembar Kerja Saksi ini sesuai dengan petunjuk yang tertera pada lembar ini. Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan kenyataan.

C. Penilaian
Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan kenyataan.

No	Aspek yang dinilai	Valid	Tidak Valid
1.	Format		
2.	Isi LKSI		
3.	Kejelasan bahasa		
4.	Kejelasan bahasa		
5.	Kejelasan bahasa		
6.	Kejelasan bahasa		
7.	Kejelasan bahasa		
8.	Kejelasan bahasa		
9.	Kejelasan bahasa		
10.	Kejelasan bahasa		

Gambar 4. 7 Desain awal Instrumen Penelitian

4. Fase tes, evaluasi, dan revisi

Pada fase ini, *prototipe* 1 yang dihasilkan diuji dan dievaluasi. Dalam hal ini perangkat pembelajaran yang berhasil direalisasikan dilihat kualitasnya, yaitu dengan melakukan beberapa hal diantaranya:

(1) Validasi secara teoritis

Seluruh instrumen yang dikembangkan tersebut kemudian diuji kevalidan oleh 2 validator yaitu Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd.,M.Pd. sebagai validator 1, dan Ridho Alfari, S.Pd., M.Si. sebagai validator ke 2. Validasi pada penelitian dilakukan pada bulan agustus dan september tahun 2019. Lembar validasi dari RPP, *Pres-Test* dan *Post-Test*, LKM,

lembar observasi mahasiswa, lembar observasi pendidik dan angket yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.1, C.2, C.3, C.4, C.5 dan C.6. Hasil validasi tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat kevalidan dari instrumen yang telah dikembangkan.

a) Validasi RPP

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki penulisan pada sub indikator dan memperbaiki definisi yang dituliskan pada bagian materi perkuliahan, sehingga peneliti merevisi RPP sesuai saran dari validator. RPP dapat dilihat pada lampiran A.5.

Lebar validasi RPP dinilai berdasarkan 4 aspek yaitu perumusan tujuan pembelajaran, isi, bahasa dan tulisan, dan waktu. Lembar validasi yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.1. Teknik validasi RPP yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi RPP dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Validasi Rencana pembelajaran

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I _i	V _a
		1	2		
I. Perumusan Tujuan Pembelajaran					
1.	Kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD)	4	3	3,5	3,7
2.	Kesesuaian capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) dengan tujuan pembelajaran	4	3	3,5	
3.	Ketepatan penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator	4	3	3,5	
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	
5.	Kesesuaian indikator dengan	4	4	4	

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I _i	V _a
		1	2		
	tingkat perkembangan mahasiswa				
II. Isi RPP					
1.	Sistematika penyusunan RPP	4	4	4	3,83
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>Research Based Learning</i>	4	4	4	
3.	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup)	4	3	3,5	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	3,75
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	3	4	3,5	
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	4	4	4	4
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	4	4	4	
Total V_a					3,82
Keterangan: Sangat Valid					

b) Validasi *Pre-test* dan *Post-test*

Terdapat saran dari validator yaitu menghilangkan gambar yang tidak diperlukan pada lembar *Pre-test* dan *Post-test*, sehingga peneliti merevisi *Pre-test* dan *Post-test* sesuai saran dari validator. *Pre-test* dan *Post-test* dapat dilihat pada lampiran A.6.

Lebar validasi *Pre-test* dan *Post-test* dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi *Pre-test* dan *Post-test* yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.2. Teknik validasi *Pre-test* dan *Post-test* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi

validasi *Pre-test* dan *Post-test* dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Validasi *Pre-test* dan *Post-test*

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I _i	V _a
		1	2		
I. Format					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada Pre-Test dan Post-Test	4	4	4	4
II. Isi					
1.	Soal pada Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan materi yang telah diajarkan	4	4	4	3,83
2.	Tingkat kesulitan soal Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa	4	3	3,5	
3.	Permasalahan pada Pre-Test dan Post-Test mampu meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa	4	4	4	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana	4	4	4	3,67
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	3	3	3	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	4	4	4	
Total V_a					3,83
Keterangan: Sangat Valid					

c) Validasi LKM

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki judul LKM, memperbaiki judul mata kuliah, serta memperbaiki petunjuk penggunaan LKM. Peneliti merevisi LKM sesuai saran dari validator yang dapat dilihat pada lampiran A.7.

Lebar validasi LKM dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi LKM yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.3. Teknik validasi LKM yang

dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi LKM dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Validasi LKM

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I _i	V _a
		1	2		
I. Format					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	4
II. Isi					
1.	LKM disajikan secara sistematis	4	4	4	3,8
2.	Kebenaran konsep/materi	4	4	4	
3.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	4	4	4	
4.	Kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa	4	3	3,5	
5.	Penyajian LKM menarik	4	3	3,5	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana	4	4	4	3,75
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	3	3	3	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	4	4	4	
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	4	4	
Total V_a					3,85
Keterangan: Sangat Valid					

d) Validasi lembar observasi aktivitas mahasiswa

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki penulisan tata bahasa agar konsisten. Peneliti merevisi lembar observasi aktivitas mahasiswa sesuai saran dari validator yang dapat dilihat pada lampiran A.9.

Lebar validasi observasi aktivitas mahasiswa dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi observasi aktivitas mahasiswa yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.4. Teknik validasi observasi aktivitas mahasiswa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi observasi aktivitas mahasiswa dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Rekapitulasi validasi lembar observasi aktivitas mahasiswa

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I_i	V_a
		1	2		
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian	4	3	3,5	3,5
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	4	4	4	4
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	4	4	4	
3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati	4	4	4	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	3,5
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	3	3	3	
Total V_a					3,67
Keterangan: Sangat Valid					

e) Validasi lembar observasi pendidik

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki penulisan pada petunjuk pengisian lembar validasi agar konsisten dengan

petunjuk pengisian pada lembar observasi aktivitas mahasiswa. Peneliti merevisi lembar observasi pendidik sesuai saran dari validator yang dapat dilihat pada lampiran A.10.

Lembar validasi observasi pendidik dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi observasi pendidik yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.5. Teknik validasi observasi aktivitas mahasiswa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi observasi aktivitas mahasiswa dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi validasi lembar observasi pendidik

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I_i	V_a
		1	2		
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan melakukan pengisian observer	4	4	4	4
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	4	4	4	4
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	4	4	4	
3.	Setiap aktivitas pendidik dapat teramati	4	4	4	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	3,5
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	3	3	3	
Total V_a					3,83
Keterangan: Sangat Valid					

f) Validasi Angket

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki penulisan pada petunjuk pengisian angket dan memperbaiki penjelasan pada tujuan diberikannya angket pada mahasiswa. Peneliti merevisi angket sesuai saran dari validator yang dapat dilihat pada lampiran A.11.

Lebar validasi angket dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi angket yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.6. Teknik validasi observasi aktivitas mahasiswa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi observasi aktivitas mahasiswa dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi validasi angket

No.	Aspek yang Dinilai	Vlidator		I_i	V_a
		1	2		
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan mahasiswa melakukan pengisian	4	4	4	4
II. Isi					
1.	Pertanyaan pada angket sesuai dengan kegiatan pembelajaran	4	4	4	4
2.	Angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran	4	4	4	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	3,5
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	3	3	3	

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I_i	V_a
		1	2		
Total V_a					3,83
Keterangan: Sangat Valid					

(2) Kegiatan Uji Coba Lapangan

Prototipe 2 sebagai hasil revisi dari validasi pada prototipe 1 kemudian diujicobakan secara terbatas dengan tujuan untuk menguji keefektifan dari perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Prototipe 2 diujicobakan kepada Mahasiswa semester tiga program studi pendidikan matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember kampus Bondowoso pada kelas kombinatorik semester Gasal Tahun Akademik 2019/2020 dengan jumlah mahasiswa sebanyak 39 orang. Pada tahap ini uji coba diperoleh data-data tentang hasil belajar mahasiswa (*pre-test* dan *post-test*).

Sebelum dan setelah mengikuti pembelajaran, 39 mahasiswa subyek uji coba terbatas diberikan tes (*pre-test* dan *post-test*). Skor tes hasil belajar dari 39 orang mahasiswa tersebut dapat dilihat pada lampiran D.5.

Berdasarkan data tes hasil belajar mahasiswa tersebut, maka dapat dihitung validitas soal, realibilitas soal, dan ketuntasan belajar mahasiswa. Validasi butir soal yang dilakukan dengan mengkorelasi skor yang ada pada butir soal dengan skor totalnya. Instrumen dinyatakan valid dan reliabel jika r hitung $\geq r$ tabel (Uji 2 sisi dengan sig. 0,05) dengan derajat kebebasan $(df)=N-2$. Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 menunjukkan hasil validitas dan reliabilitas instrumen penelitian. Berdasarkan table 4.9, dapat dilihat bahwa nilai r hitung dari *problems 1* = 0,304, *problems 2* = 0,487, *problems 3* = 0,839, *problems 4* = 0,729, dan *problems 5* = 0,441. Semua item menghasilkan nilai r hitung $> r$ tabel (0,2605) dengan $df= N-2 =37$, sehingga semua item valid.

Tabel 4. 9 Hasil Uji Validitas Korelasi Instrumen

		Correlations					
		Problems 1	Problems 2	Problems 3	Problems 4	Problems 5	Totals
Problems 1	Pearson Correlation	1	.327*	.208	-.050	-.201	.304
	Sig. (2-tailed)		.037	.191	.756	.208	.054
	N	39	39	39	39	39	39
Problems 2	Pearson Correlation	.327*	1	.253	-.083	-.078	.487**
	Sig. (2-tailed)	.037		.110	.606	.630	.001
	N	39	39	39	39	39	39
Problems 3	Pearson Correlation	.208	.253	1	.603**	.183	.839**
	Sig. (2-tailed)	.191	.110		.000	.253	.000
	N	39	39	39	39	39	39
Problems 4	Pearson Correlation	-.050	-.083	.603**	1	.398*	.729**
	Sig. (2-tailed)	.756	.606	.000		.010	.000
	N	39	39	39	39	39	39
Problems 5	Pearson Correlation	-.201	-.078	.183	.398*	1	.441**
	Sig. (2-tailed)	.208	.630	.253	.010		.004
	N	39	39	39	39	39	39
Totals	Pearson Correlation	.304	.487**	.839**	.729**	.441**	1
	Sig. (2-tailed)	.054	.001	.000	.000	.004	
	N	39	39	39	39	39	39

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4. 10 Hasil Uji Realibilitas Instrumen

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.518	5

Selanjutnya, mahasiswa dikatakan tuntas jika nilai yang diperoleh lebih besar dari nilai ketuntasan yang ditentukan oleh pendidik yaitu sebesar 60 dari skor maksimal 100. Data ketuntasan belajar disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 11 Ketuntasan Belajar setelah melaksanakan uji coba perangkat

Menggunkan perangkat pembelajaran	Jumlah mahasiswa	presentase	Rata-rata
Tuntas Belajar (nilai ≥ 60)	36	93%	70,23
Tidak Tuntas Belajar (nilai < 60)	3	7%	
Jumlah	39	100%	

Berdasarkan tabel 4.11, jumlah mahasiswa yang telah tuntas adalah 36 orang dan jumlah mahasiswa yang tidak tuntas sebanyak 3 orang. Sehingga, perhitungan presentasi ketuntasan secara klasikal adalah 93% sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif untuk digunakan.

5. Fase Implementasi

Tahap ini disebut tahap desiminasi yaitu tahap yang berkaitan dengan pengimplementasian prototipe final pada lingkup yang lebih luas. Hasil dari tahap desiminasi ini ditentukan validitas dan reliabilitas dari soal yang merupakan parameter keberhasilan perangkat pembelajaran ini. Pada penelitian ini, peneliti tidak mengimplementasikan prototipe final pada lingkup yang lebih luas, tetapi mengimplementasikan prototipe final pada mahasiswa semester tiga pogram studi pendidikan matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember kampus Jember tahun akademik 2019/2020.

4.3 Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu rencana pembelajaran perkuliahan, lembar kerja mahasiswa, *pre-test* dan *post-test*, lembar

observasi pendidik, lembar observasi mahasiswa dan angket. Semua perangkat pembelajaran menggunakan model *research based learning* pada kajian *resolving domination number*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini mengacu pada pengembangan perangkat model Plomp.

4.3.1 Hasil Pengembangan setelah Validasi

Berikut ini adalah hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *research based learning* yang sudah divalidasi oleh dua validator.

1. Rencana pembelajaran perkuliahan

Hasil pengembangan rencana pembelajaran perkuliahan secara rinci dapat dilihat pada lampiran A.5

The image shows two tables representing lesson plans (RPP). The first table is titled 'MATERI 1.1' and the second is 'MATERI 2.1'. Both tables have columns for 'Kategori', 'Materi Pokok', 'Materi Pokok', 'Materi Pokok', and 'Materi Pokok'. The tables contain detailed lesson plans for 'Materi 1.1' and 'Materi 2.1'.

Gambar 4. 8 Hasil pengembangan RPP

2. Lembar kerja mahasiswa

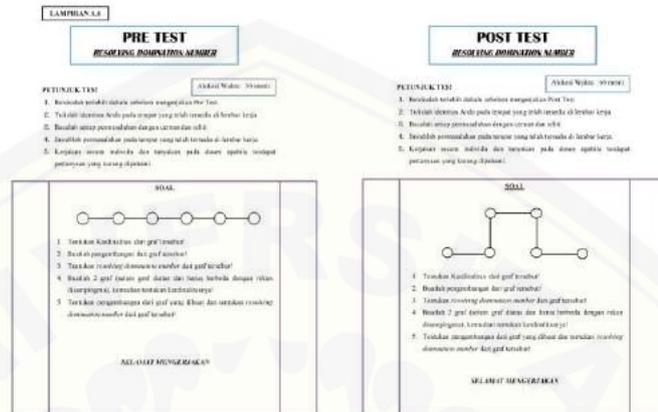
Hasil pengembangan lembar kerja mahasiswa dan kunci jawaban lembar kerja mahasiswa, secara rinci dapat dilihat pada lampiran A.7 dan A.8.



Gambar 4. 9 Hasil pengembangan LKM

3. Tes (*pre-test* dan *post-test*)

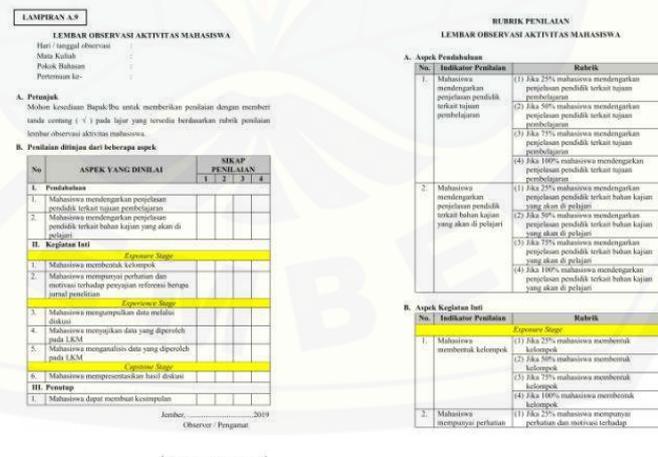
Hasil pengembangan *pre-test* dan *post-test* secara rinci dapat dilihat pada lampiran A.6



Gambar 4. 10 Hasil pengembangan *Pre-Test* dan *Post-Test*

4. Lembar observasi Pendidik dan mahasiswa

Hasil pengembangan lembar observasi pendidik dan lembar observasi mahasiswa secara rinci dapat dilihat pada lampiran A.9 dan lampiran A.10



Gambar 4. 11 Hasil Pengembangan Lembar Observasi Mahasiswa

LAMPIRAN A.11
LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENYIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

LAMPIRAN A.12
LEMBAR PENILAIAN KEMAMPUAN PENYIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

Gambar 4. 12 Hasil Pengembangan Lembar Observasi Pendidik

5. Angket

Hasil pengembangan angket secara rinci dapat dilihat pada lampiran A.11.

LAMPIRAN A.11
ANGKET DESIN MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

LAMPIRAN A.12
ANGKET DESIN MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Gambar 4. 13 Hasil pengembangan Angket

4.3.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran

a. Uji Kepraktisan

Kepraktisan perangkat pembelajaran diketahui melalui analisis aktivitas mahasiswa dan aktivitas pendidik pada saat mengelola kegiatan pembelajaran dikelas. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan oleh tiga orang observer sesuai dengan kriteria dari kualitas perangkat pembelajaran dalam bab 3 maka perangkat pembelajaran dikatakan praktis apabila tingkat pencapaian

kemampuan pendidik dalam kegiatan pembelajaran berdasarkan aktivitas pendidik mencapai ≥ 3 .

Observasi aktivitas pendidik dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan. Skor hasil yang diberikan oleh observer kemudian direkap dan dianalisis. Adapun rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas pendidik dalam mengelola kelas ditunjukkan pada tabel 4.12 :

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Skor Hasil Observasi Ativitas pendidik Dalam Mengelola Kelas

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan		Rata-rata	Rata-rata %
		1	2		
Awal	Kegiatan awal pembelajaran	3,6	3,6	3,6	90%
Inti	Kegiatan inti pembelajaran	3,7	3,57	3,64	91%
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	4	4	4	100%
Rata-rata Skor Tiap Pertemuan		3,76	3,72		
Persentase Skor Tiap Pertemuan		94%	93%		
Rata-rata Keseluruhan Skor				3,74	
Persentase keseluruhan rata-rata Skor				93,66%	

Berdasarkan nilai indikator yang ada pada lembar observasi maka nilai indikator dari setiap pertemuan rata-rata keseluruhan skor hasil observasi pendidik yaitu 3,74 dan presentase rata-rata sebesar 93,66% yang artinya memenuhi kriteria sangat baik .

b. Uji Keefektifan

Tiga indikator yang digunakan dalam mengukur keefektifan perangkat yaitu hasil aktivitas riset, hasil observasi aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa terhadap pembelajaran. Data dan analisis keefektifan perangkat dijelaskan sebagai berikut.

Pada penelitian ini pendidik melakukan pengelolaan pembelajaran dengan baik hal tersebut dapat dilihat dari suasana kelas dimana mahasiswa

bersikap aktif dalam diskusi, cara dosen memberikan penjelasan serta membimbing mahasiswa yang membutuhkan bantuan dalam belajar. Faktor eksternal yang juga mempengaruhi hasil belajar yaitu mahasiswa kurang memahami cara mencari dan memprediksi pola dan kesulitan dalam membuat fungsi secara umum. Selain faktor yang telah disampaikan, perbedaan kemampuan mahasiswa dalam menyerap informasi yang diberikan juga mempengaruhi hasil post tes.

1) Hasil observasi aktivitas mahasiswa

Data pengamatan aktivitas mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran dianalisis sesuai yang dinyatakan pada bab 3. Berdasarkan data analisis aktivitas mahasiswa, hasilnya ditampilkan pada tabel 4.13 :

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan		Rata-rata	Rata-rata %
		Ke-1	Ke-2		
Awal	Kegiatan awal pembelajaran	4	4	4	100%
Inti	Kegiatan inti pembelajaran	3,66	3,66	3,66	91,5%
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	4	4	4	100%
Rata-rata Skor Tiap Pertemuan		3,87	3,87		
Persentase Skor Tiap Pertemuan		96,75%	96,75%		
Jumlah keseluruhan rata-rata Skor				11,66	291,5%
Persentase keseluruhan rata-rata Skor				3,886	97,17%

Penilaian aktivitas mahasiswa dilakukan pada sepuluh kelompok mahasiswa yang terdiri atas 2-3 mahasiswa. Berdasarkan tabel diatas maka diperoleh bahwa persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama 96,75%; dan pertemuan kedua mencapai 9675%. Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa skor rata-rata memenuhi kriteria sangat aktif.

2) Hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran

Data hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran akan diambil melalui lembar angket respon mahasiswa diisi oleh 41 mahasiswa. Adapun hasil rekapitulasi respon mahasiswa terhadap pembelajaran ditunjukkan pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa terhadap Pembelajaran

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Jawaban		Persentase Jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?				
	Materi Pembelajaran	39	0	100%	0%
	Lembar Kerja Mahasiswa	37	2	94,9%	5,1%
	Suasana Pembelajaran	36	3	92,3%	7,7%
	Cara Dosen Mengajar	38	1	97,4%	2,6%
2	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?				
	Materi Pembelajaran	39	0	100%	0%
	Lembar Kerja Mahasiswa	32	7	82,1%	17,9%
	Suasana Pembelajaran	36	3	92,3%	7,7%
	Cara Dosen Mengajar	38	1	97,4%	2,6%
3	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	34	5	87,2%	12,8%
4	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :				
	Lembar Kerja Mahasiswa	38	1	97,4%	2,6%
	Lembar soal post tes	35	4	89,7%	10,3%
5	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	38	1	97,4%	2,6%
	Lembar soal post tes	35	4	89,7%	10,3%

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Jawaban		Persentase Jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
6	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :				
	Lembar Kerja Mahasiswa	39	0	100%	0%
	Lembar soal post tes	37	2	94,9%	5,1%
7	Apakah Anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	38	1	97,4%	2,6%
	Rata-rata	36,81	2,19	94,39%	5,61%

Berdasarkan hasil analisis tiap item pertanyaan yang ada pada angket respon mahasiswa pada tabel 4.14 jawaban positif terendah ada pada pertanyaan ke dua poin ke dua yaitu sebesar 82,1%. Pernyataan dengan skor terendah tersebut terkait dengan pertanyaan komponen pembelajarn. Hal ini sebabkan karena mahasiswa sudah sering menggunakan lembar kerja mahasiswa pada mata kuliah lainnya, sehingga menganggap bahwa lembar kerja mahasiswa bukan komponen pembelajaran yang baru.

Secara keseluruhan, persentase rata-rata setiap pertanyaan adalah 94,39% menjawab “iya” dan 5,61% menjawab “tidak”. Hal tersebut menandakan bahwa rata-rata mahasiswa menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan. Sehingga sesuai kriteria yang telah ditetapkan, maka perangkat pembelajaran efektif dan dapat digunakan. Berdasarkan data secara keseluruhan maka dapat dianalisis prosuk perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah valid dengan beberapa revisi, kemudian, data yang diambil pada saat uji coba produk menunjukkan prosuk kriteria praktis dan efektif.

3) Hasil Belajar Mahasiswa

Mahasiswa dikatakan tuntas jika nilai yang diperoleh lebih besar dari nilai ketuntasan yang ditentukan oleh pendidik sebesar 60 dari skor maksimal 100. Data ketuntasan belajar disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 15 Ketuntasan Belajar Mahasiswa di Kelas Pengembangan

Menggunakan perangkat pembelajaran	Jumlah mahasiswa	presentase	Rata-rata
Tuntas Belajar (nilai ≥ 60)	36	93%	70,23
Tidak Tuntas Belajar (nilai < 60)	3	7%	
Jumlah	39	100%	

Berdasarkan tabel 4.15, jumlah mahasiswa yang telah tuntas adalah 36 orang dan jumlah mahasiswa yang tidak tuntas sebanyak 3 orang. Sehingga, perhitungan presentasi ketuntasan secara klasikal adalah 93% sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif untuk digunakan.

4.4 Pengaruh Penerapan *Research Based Learning*

Metode kualitatif dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui keterampilan metakognisi mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penelitian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan setelah instrumen penelitian diuji validitas dan reliabelitas. Kemudian *pre-test* diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan awal keterampilan metakognisi mahasiswa.

Setelah dilakukan *pre-test* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen maka akan dilaksanakan pembelajaran pada kedua kelas dengan rincian kelas eksperimen menggunakan model *research based learning* dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Setelah diterapkan model pembelajaran pada kedua kelas, langkah selanjutnya diberikan *post-test* untuk mengetahui kemampuan akhir keterampilan metakognisi mahasiswa. Kemudian hasil dari kedua kelas tersebut akan di analisis menggunakan aplikasi SPSS

dan *microsoft excel*. Berikut ini adalah hasil analisis data menggunakan aplikasi SPSS dan *microsoft excel*.

4.4.1 Analisis *Pre-Test*

a) Uji homogenitas, uji normalitas dan uji independent t-test

Data hasil pre-test yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol, selanjutnya dianalisis menggunakan *R shiny* yang dapat diakses secara online di <http://statslab-rshiny.fmipa.unej.ac.id/RDoc/GenStat/> berupa uji homogenitas, uji normalitas dan dan uji independen t-test. Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varian pada kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah berbeda atau sama. Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah distribusi data *pre-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal atau tidak. Sedangkan uji independent t-test bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata data yang independen dari kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Adapun dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut: (1) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} < 0,05$, maka dikatakan bahwa varians data *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah tidak sama (tidak homogen); (2) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} > 0,05$, maka dikatakan bahwa varians data *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah sama (homogen).

```
> # Test Homogenitas
> data_pretest <- read.csv("~/Pogram_R/Pre_test_homogen.csv", sep=";")
> view(data_pretest)
> # install.packages("car")
> library(car)
> leveneTest(nilai ~ kelas, data = data_pretest, center = "mean")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 1 0.1752 0.6768
    70
```

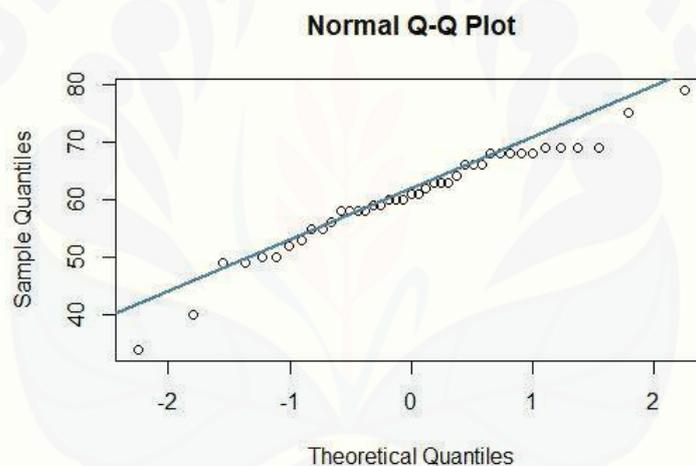
Gambar 4. 14 Hasil *R shiny Pre-Test* Uji Homogenitas

Berdasarkan Gambar 4.14, uji homogenitas *pre-test* di kelas kontrol dan kelas eksperimen mendapatkan nilai sig. 0,1752. Ini signifikan dan lebih besar dari 0,05 ($0,1752 > 0,05$), sehingga varians data *pre-test* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah homogen.

Analisis data selanjutnya adalah uji normalitas. Adapun dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji normalitas adalah sebagai berikut: (1) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} < 0,05$, maka data *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak berdistribusi normal; (2) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} > 0,05$, maka data *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi normal.

```
one-sample kolmogorov-smirnov test
data: kelas_e1$Pre_Test
D = 0.12248, p-value = 0.57
alternative hypothesis: two-sided
```

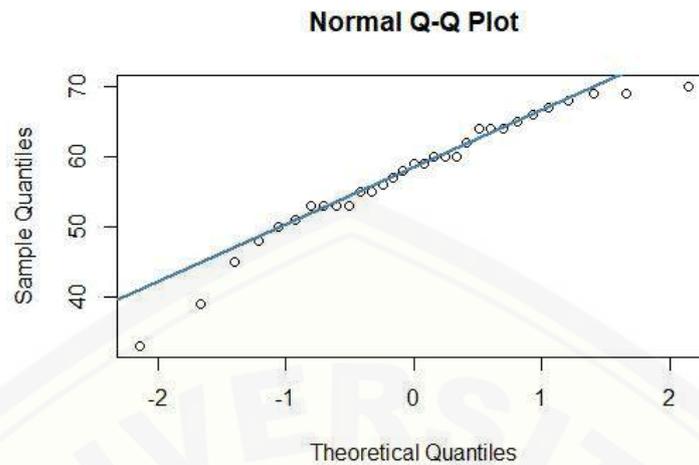
Gambar 4. 15 Hasil *R shiny Pre-Test* Uji Normalitas Kelas Eksperimen



Gambar 4. 16 Hasil Q-Q Plot *Pre-Test* Uji Normalitas Kelas Eksperimen

```
one-sample kolmogorov-smirnov test
data: kelas_kontrol$Pre_Test
D = 0.16507, p-value = 0.367
alternative hypothesis: two-sided
```

Gambar 4. 17 Hasil *R shiny Pre-Test* Uji Normalitas Kelas Kontrol



Gambar 4. 18 Hasil Q-Q Plot *Pre-Test* Uji Normalitas Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 4.15 dan Gambar 4.17, uji normalitas *pre-test* di kelas kontrol mendapatkan nilai sig, 0,367 dan kelas eksperimen mendapatkan nilai sig. 0,57. Ini signifikan dan lebih besar dari 0,05, sehingga data *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi normal.

```
> # Uji t
> t.test(nilai ~ kelas, data = data_pretest)

welch Two sample t-test

data: nilai by kelas
t = 1.1762, df = 69.183, p-value = 0.2435
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.562828  6.053780
sample estimates:
mean in group Eksperimen    mean in group Kontrol
      60.43902                58.19355
```

Gambar 4. 19 Hasil *R shiny Pre-Test* Uji independent t-test

Berdasarkan Gambar 4.19 hasil *R shiny Pre-Test* Uji independent t-test menunjukkan rata-rata masing-masing kelompok kelas kontrol adalah 58,19355 dan kelas eksperimen adalah 60,43902. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kelas kontrol lebih rendah dan kelas eksperimen lebih tinggi. Kemudian analisis selanjutnya adalah analisis hasil uji independen pada kedua kelas. Adapun dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji independent t-test:

H_0 : tidak ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata nilai *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen

H_1 : ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata nilai *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen

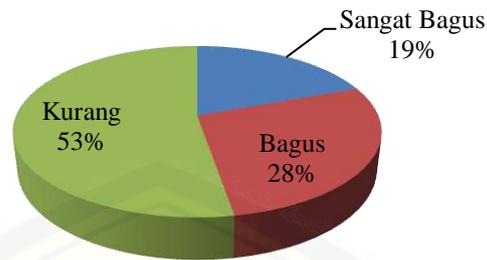
Berdasarkan Gambar 4.19 hasil *R shiny Pre-Test* Uji independent t-test, nilai p-value sebesar 0,2435 lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima, yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata nilai *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen.

b) Hasil *Pre-Test*

Penelitian ini diawali dengan dengan melakukan pre test pada 31 mahasiswa di kelas kontrol dan 41 mahasiswa di kelas eksperimen untuk mengetahui tingkat keterampilan metakognisinya. *Pre-test* digunakan untuk mengetahui keterampilan metakognisi awal mahasiswa dalam permasalahan *resolving domination number*. Soal *pre-test* berisi permasalahan *resolving domination number* dan terdiri dari 3 indikator keterampilan metakognisi. Sedangkan *pos-test* terdiri dari 5 soal untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan model *research based learning* melalui LKM. Berdasarkan hasil *pre-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki varians yang sama.

Hasil analisis *pre-test* secara keseluruhan menunjukkan keterampilan metakognisi mahasiswa dikategorikan menjadi 3 yaitu sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, bagus dalam keterampilan metakognisi, dan kurang dalam keterampilan metakognisi. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut 19% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 28% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 53% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.2.

Persentase Hasil *Pre-Tes* pada Kelas Kontrol



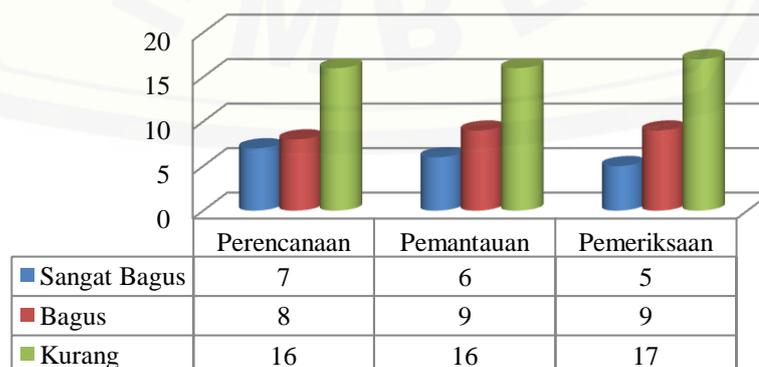
Grafik 4. 2 Persentase hasil *Pre-Tes* pada kelas Kontrol

Jika grafik 4.2 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil *pre-test* pada kelas kontrol dapat dilihat pada grafik 4.3. Pada indikator 1 (perencanaan) terdapat 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 16 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Pada indikator 2 (pemantauan) terdapat 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 16 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Indikator 3 (pemeriksaan) terdapat 5 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 17 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

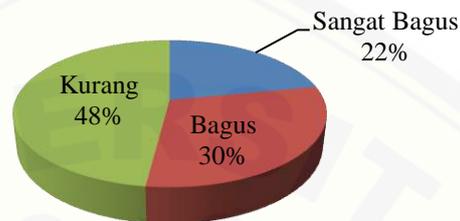
Keterampilan Metakognisi di Kelas Kontrol



Grafik 4. 3 Rekapitulasi hasil *Pre-Tes* pada Kelas Kontrol

Sedangkan pada kelas eksperimen sebagai berikut 22% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 30% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 48% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi.

Persentase Hasil *Pre-Tes* pada Kelas Eksperimen



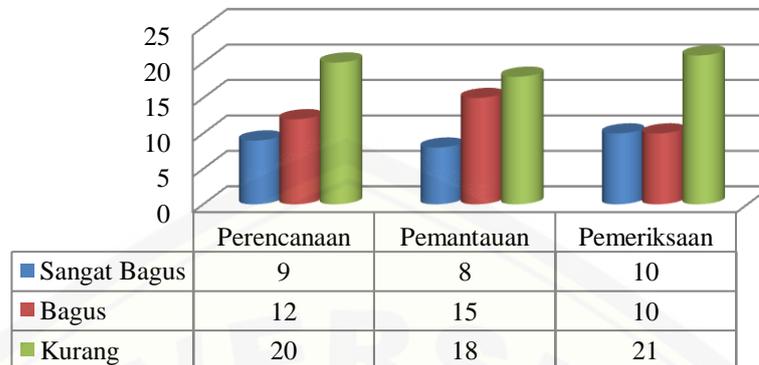
Grafik 4. 4 Persentase Hasil *Pre-Test* pada Kelas Eksperimen

Jika grafik 4.4 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil *pre-test* pada kelas eksperimen dapat dilihat pada grafik 4.5. Pada indikator 1 (perencanaan) terdapat 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 16 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Pada indikator 2 (pemantauan) terdapat 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 16 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Indikator 3 (pemeriksaan) terdapat 5 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognisi sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 17 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Hasil *Pre-Tes* pada Kelas Eksperimen



Grafik 4. 5 Rekapitulasi Hasil *Pre-Test* pada Kelas Eksperimen

4.4.2 Analisis *Post-Test*

Penelitian ini kemudian dilanjutkan dengan melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol dan model *research based learning* pada kelas eksperimen, kemudian dilanjutkan dengan *post-tes* diakhir pembelajaran.

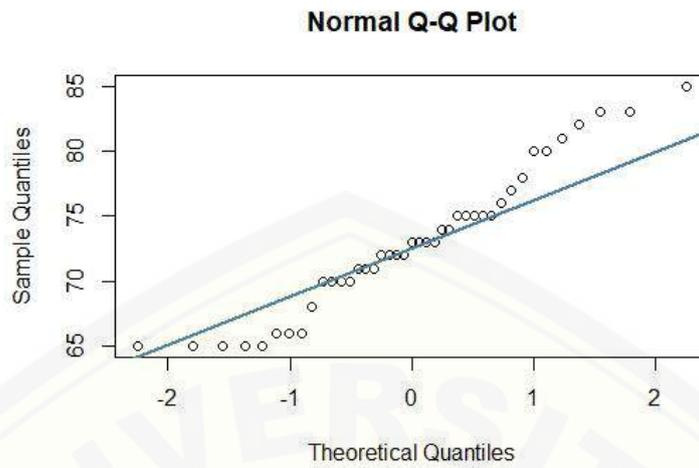
a) Uji Normalitas dan Homogenitas

Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah distribusi data post test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal atau tidak. Adapun dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji normalitas adalah sebagai berikut: (1) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} < 0,05$, maka data *post-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak berdistribusi normal; (2) jika nilai signifikansi atau $\text{sig.} > 0,05$, maka data *post-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi normal.

one-sample kolmogorov-smirnov test

```
data: kelas_e1$Post_Test
D = 0.11211, p-value = 0.6814
alternative hypothesis: two-sided
```

Gambar 4. 20 Hasil *R shiny Post-Test* Uji Normalitas Kelas Eksperimen

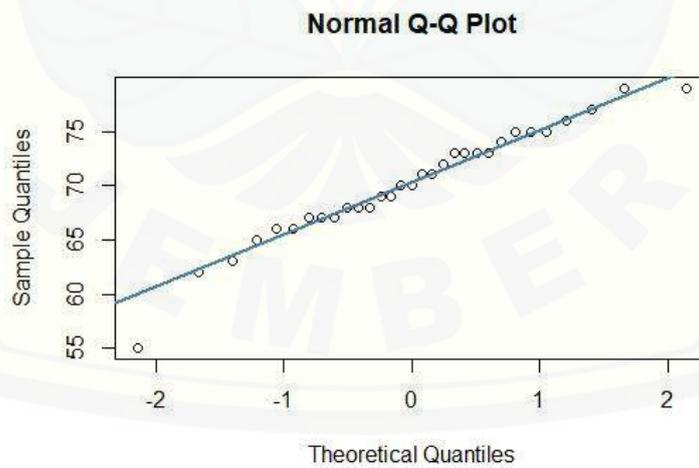


Gambar 4. 21 Hasil Q-Q Plot *Post-Test* Uji Normalitas Kelas Eksperimen

```

one-sample kolmogorov-smirnov test
data: kelas_kontrol$Post_Test
D = 0.24016, p-value = 0.05597
alternative hypothesis: two-sided
    
```

Gambar 4. 22 Hasil *R shiny Post-Test* Uji Normalitas Kelas Kontrol



Gambar 4. 23 Hasil Q-Q Plot *Post-Test* Uji Normalitas Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 4.20 dan Gambar 4.22, nilai *kolmogorov-Smirnov* kelas eksperimen adalah $0,6814 \geq 0,05$ dan nilai *kolmogorov-Smirnov* kelas kontrol adalah $0,0556 \geq 0,05$. Jadi dapat disimpulkan bahwa data kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi Normal.

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varian pada kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah berbeda atau sama. Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah distribusi data *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal atau tidak. Adapun dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut: (1) jika nilai signifikansi atau sig. $<0,05$, maka dikatakan bahwa varians data *post-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah tidak sama (tidak homogen); (2) jika nilai signifikansi atau sig. $>0,05$, maka dikatakan bahwa varians data *post-test* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah sama (homogen).

```
> qqnorm(kelas_e1$Post_Test)
> qqline(kelas_e1$Post_Test, col = "steelblue", lwd = 2)
> # Test Homogenitas
> data_pretest <- read.csv("~/Pogram_R/Post_test_homogen.csv", sep=";")
> view(data_pretest)
> # install.packages("car")
> library(car)
> leveneTest(Nilai ~ kelas, data = data_pretest, center = "mean")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 1 0.0641 0.8009
      70
```

Gambar 4. 24 Hasil *R shiny Post-Test* Uji Homogenitas

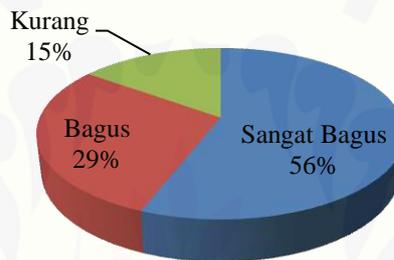
Berdasarkan Gambar 4.24, uji homogenitas *post-test* di kelas kontrol dan kelas eksperimen mendapatkan nilai sig. 0,0641. Ini signifikan dan lebih besar dari 0,05 ($0,0641 > 0,05$), sehingga varians data *post-test* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah homogen.

b) Hasil *Post-Test*

Setelah melakukan pretes dan diberi perlakuan yang berbeda maka dilakukan postes guna mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran. *Post-test* terdiri dari 5 soal *resolving domination number* yang terdapat 3 indikator keterampilan metakognisi.

Hasil analisis *post-test* secara keseluruhan menunjukkan keterampilan metakognisi mahasiswa dikategorikan menjadi 3 yaitu sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, bagus dalam keterampilan metakognisi, dan kurang dalam keterampilan metakognisi. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut: 56% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 29% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 15% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.6.

Persentase Hasil *Post-Tes* pada Kelas Kotrol



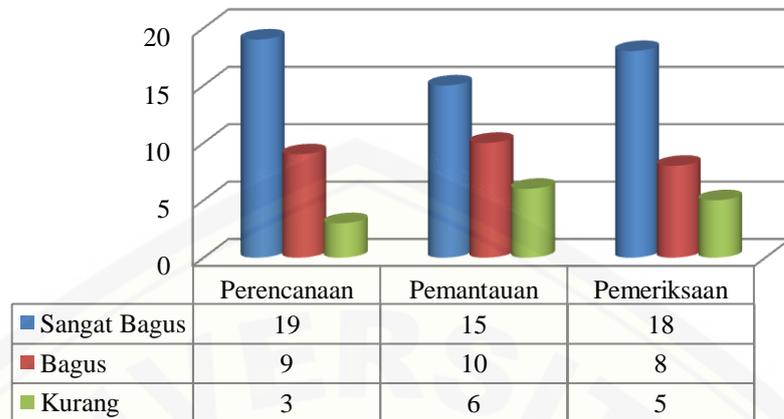
Grafik 4. 6 Persentase hasil *Post-Tes* pada kelas Kontrol

Jika grafik 4.6 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil *post-test* pada kelas kontrol dapat dilihat pada grafik 4.7. Pada indikator 1 (perencanaan) terdapat 19 mahasiswa yang memiliki keterampilan metakognis sangat bagus, 9 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 3 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Pada indikator 2 (pemantauan) terdapat 15 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognis sangat bagus, 10 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 6 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

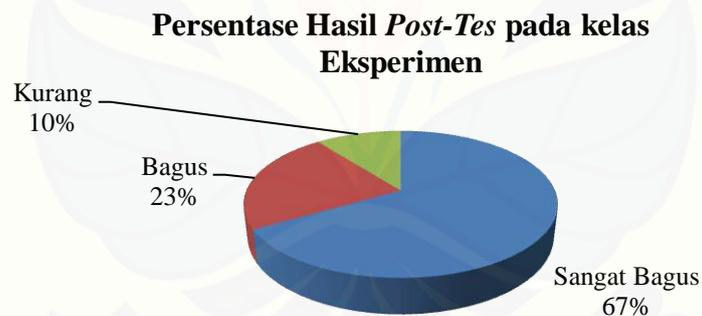
Indikator 3 (pemeriksaan) terdapat 18 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognis sangat bagus, 8 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 5 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Hasil *Post-Tes* pada Kelas Kontrol



Grafik 4. 7 Rekapitulasi hasil *Post-Tes* pada Kelas Kontrol

Sedangkan pada kelas eksperimen sebagai berikut 67% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 23% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 10% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi.



Grafik 4. 8 Persentasi Hasil *Post-Test* pada Kelas Eksperimen

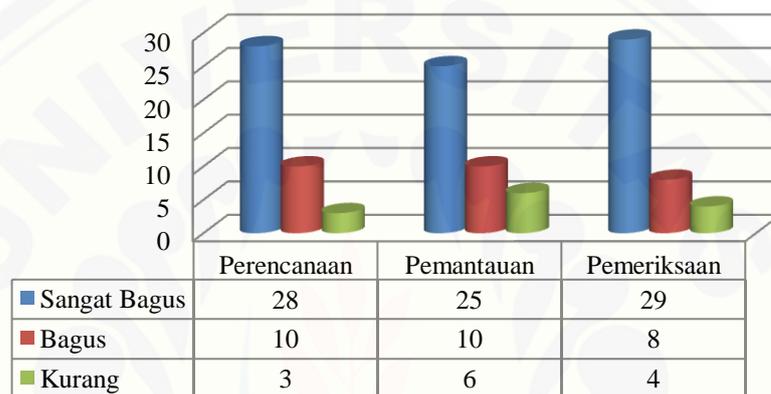
Jika grafik 4.8 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil *post-test* pada kelas eksperimen dapat dilihat pada grafik 4.9. Pada indikator 1 (perencanaan) terdapat 28 mahasiswa yang memiliki keterampilan metakognis sangat bagus, 10 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 3 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Pada indikator 2 (pemantauan) terdapat 25 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognis sangat bagus, 10 mahasiswa memiliki

keterampilan metakognisi bagus dan 6 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Indikator 3 (pemeriksaan) terdapat 29 mahasiswa yang memiliki keterampilan keterampilan metakognis sangat bagus, 8 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi bagus dan 4 mahasiswa memiliki keterampilan metakognisi yang kurang.

Hasil *Post-Test* pada Kelas Eksperimen



Grafik 4. 9 Rekapitulasi Hasil *Post-Test* pada Kelas Ekspeimen

4.4.3 Uji Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

H_0 : tidak ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa

H_1 : ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa

```
> # Uji t
> t.test(Nilai ~ kelas, data = data_pretest)

welch Two sample t-test

data: Nilai by kelas
t = 2.1928, df = 66.37, p-value = 0.03183
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.2492105 5.3149122
sample estimates:
mean in group Eksperimen      mean in group kontrol
      72.97561                70.19355
```

Gambar 4. 25 Hasil *R shiny Post-Test* Uji independent t-test

Berdasarkan Gambar 4.25 hasil uji grup statistik menunjukkan rata-rata masing-masing kelompok kelas kontrol adalah 70,19355 dan kelas eksperimen adalah 72,97561. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kelas kontrol lebih rendah dan kelas eksperimen lebih tinggi. Kemudian analisis selanjutnya adalah analisis hasil uji independen pada kedua kelas. Berdasarkan Gambar 4.25 diketahui bahwa p -value $0,03183 < 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

Hasil uji independen berdasarkan gambar 4.25 diperoleh varians dengan nilai sig. (2-tailed) $0,03183 < 0,05$. Dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *research based learning* di dalam pembelajarannya. Kelas eksperimen rata-ratanya sebesar 72,9757 sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata 70,194 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan metakognisi mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata hasil keterampilan metakognisi mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan bahwa pembelajaran *research based learning* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan metakognisi secara signifikan. Artinya hasil penelitian ini memiliki signifikansi sebesar 0,05 maka artinya presentasi penelitian ini memiliki kebenaran sebesar 95% dimana kemungkinan terjadi kesalahan adalah sebesar 5% saja.

Pada akhir pembelajaran dilakukan post tes guna mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah diterapkan pembelajaran pada kelas masing-masing. Post tes yang digunakan pada penelitian ini berupa tes akhir riset. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Jika dibandingkan dengan model lain, *research based learning* dalam penelitian ini memperoleh rata-rata nilai yang lebih tinggi dibanding model konvensional yang diterapkan di kelas kontrol. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rata-rata yang dihasilkan pada post tes menunjukkan bahwa nilai post tes di kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kelas eksperimen sebesar 72,9757 sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata 70,194.

4.4.4 Aktivitas RBL

Pengembangan perangkat berbasis *research based learning* yang bertujuan untuk menganalisis keterampilan metakognisi mahasiswa maka dalam LKM yang dikembangkan telah memuat aktivitas riset dan indikator keterampilan metakognisi. Aktivitas RBL dan indikator keterampilan metakognisi ada dalam setiap langkah penyelesaian dalam LKM yang dikembangkan oleh peneliti guna melatih mahasiswa untuk keterampilan metakognisi mahasiswa dan melatih mahasiswa untuk berpikir kritis serta kreatif. Adapun aktivitas yang dilakukan pada penelitian ini yaitu memahami masalah dan mengembangkan strategi dalam pemecahan masalah, mengidentifikasi masalah, analisis pola, menyelesaikan seluruh proses generalisasi pola, menulis laporan hasil riset.

Aktivitas RBL yang pertama yaitu mengidentifikasi masalah dan mengembangkan strategi untuk memecahkan masalah. Pada aktivitas ini mahasiswa akan dikenalkan dan diperlihatkan terkait temuan sebelumnya. Sebab sebelum menyelesaikan suatu permasalahan sebaiknya mahasiswa terlebih dahulu dikenalkan pada masalah yang akan menjadi topik riset. Adapun masalah yang diambil pada penelitian ini yaitu *resolving domination number*. Masalah yang dipilih dalam penelitian ini bersumber dari jurnal penelitian yang ditulis oleh Robert C. Brigham, Gary Chartrand, Ronald D. Dutton dan Ping Chang yang berjudul *Resolving Domination in Graphs*. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu mahasiswa nantinya dapat menemukan *resolving domination number* pada graf baru. Pada aktivitas ini mahasiswa juga diharapkan mampu mengembangkan strategi untuk memecahkan permasalahan.

Berikutnya mahasiswa akan mengumpulkan data yang nantinya membantu mahasiswa dalam menganalisis pola pada graf. Mahasiswa mengumpulkan data untuk menemukan *resolving domination number* dari suatu graf dengan cara mengikuti seluruh petunjuk yang ada di LKM. Data pertama yang harus dikumpulkan oleh mahasiswa ada pada riset 1 yaitu kardinalitas dari graf. Pada riset 1 juga memuat indikator keterampilan metakognisi yaitu perencanaan, pemantauan serta pemeriksaan, pada riset ini mahasiswa dilatih untuk menentukan kardinalitas dari graf lintasan. Mahasiswa diminta untuk mencari banyak titik dan

banyak sisi pada graf lintasan kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu graf. Kegiatan ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa notasi yang diberikan pada graf akan mempengaruhi dalam penulisan himpunan titik dan himpunan sisinya.



Gambar 4. 26 Riset Satu

Pengumpulan data yang kedua termuat pada riset dua. Adapun indikator keterampilan metakognisi pada riset ini yaitu perencanaan, pemantaua dan pemeriksaan. Aktivitas yang dilakukan mahasiswa pada riset dua yaitu mahasiswa mulai dilatih untuk mencari fungsi titik dan sisi, namun sebelumnya mahasiswa harus memberi label pada graf lintasan. Untuk mempermudah mahasiswa dalam mencari titik yang mendominasi, pada LKM mahasiswa dapat menggunakan tabel representasi titik. Penggunaan tabel representasi titik merupakan salah satu strategi untuk mempermudah mahasiswa dalam menemukan *resolving dominating* yang paling minimal. Setelah menemukan *reolving dominating*, mahasiswa mengecek apakah titik dominasi yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada riset dua bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa penempatan titik yang mendominasi berpengaruh pada *resolving domination number* suatu graf. Adapun data yang nantinya akan diperoleh mahasiswa yaitu *resolving domination number*. Contoh riset dua dapat dilihat pada gambar 4.27.

RISET II

Selanjutnya anda akan mencoba menentukan *resolving domination number* dari suatu graf jika di kembangkan.
Amatilah contoh graf di bawah ini!

Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik, graf di atas!

Penyelesaian:

Kardinalitas

$$V(P_7) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V(P_7)| = 11$$

$$E(P_7) = \{x_i, x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\}$$

$$|E(P_7)| = 10$$

$$S(P_7) = \{x_2, x_5, x_8, x_{11}\}$$

$$|S(P_7)| = 4$$

Representasi titik $x \in V(P_7)$

$$r(x_1|S) = (.1., 4., 7., 11.)$$

$$r(x_2|S) = (0., 3., 6., 9.)$$

$$r(x_3|S) = (1., 2., 5., 8.)$$

$$r(x_4|S) = (2., 1., 4., 7.)$$

$$r(x_5|S) = (3., 0., 3., 6.)$$

$$r(x_6|S) = (4., 1., 2., 6.)$$

$$r(x_7|S) = (5., 2., 1., 4.)$$

$$r(x_8|S) = (6., 3., 0., 3.)$$

$$r(x_9|S) = (7., 4., 1., 2.)$$

$$r(x_{10}|S) = (8., 5., 2., 1.)$$

$$r(x_{11}|S) = (9., 6., 3., 0.)$$

Gambar 4. 27 Riset Dua

Selanjutnya mahasiswa diminta untuk mencari *resolving domination number* dari lintasan 3 sampai lintasan ke n yang disajikan pada riset tiga. Pada tahap data yang dikumpulkan mahasiswa akan digunakan untuk menemukan fungsi umum bilangan resolving domination number dari graf lintasan. Riset tiga juga memuat indikator keterampilan metakognisi. Riset ini akan melatih mahasiswa untuk menemukan *resolving domination number* pada bila graf tersebut di ekspan. Mahasiswa diminta mendaftar representasi titik sebanyak-banyaknya dari graf lintasan untuk memudahkan mahasiswa dalam menemukan pola. Contoh riset tiga dapat dilihat pada gambar 4.28.

Kardinalitas

$$V(S_n) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V(S_n)| = n$$

$$E(S_n) = \{x_i, x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\}$$

$$|E(S_n)| = n-1$$

$$S(S_n) = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$$

$$|S(S_n)| = n-1$$

Representasi titik $A; x \in V(S_n)$

V	$R(V S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i-1})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 0)$	$n \geq 4$
Λ	$(1, \dots, 1)$	$n \geq 4$

Gambar 4. 28 Riset Tiga

Aktivitas RBL terakhir yang harus dilakukan oleh mahasiswa yaitu menemukan *resolving dominatin number* dari suatu graf namun harus berbeda dengan hasil penelitian terdahulu. Hasil temuan mahasiswa dipresentasikan di depan kelas dan ke dalam monograf.

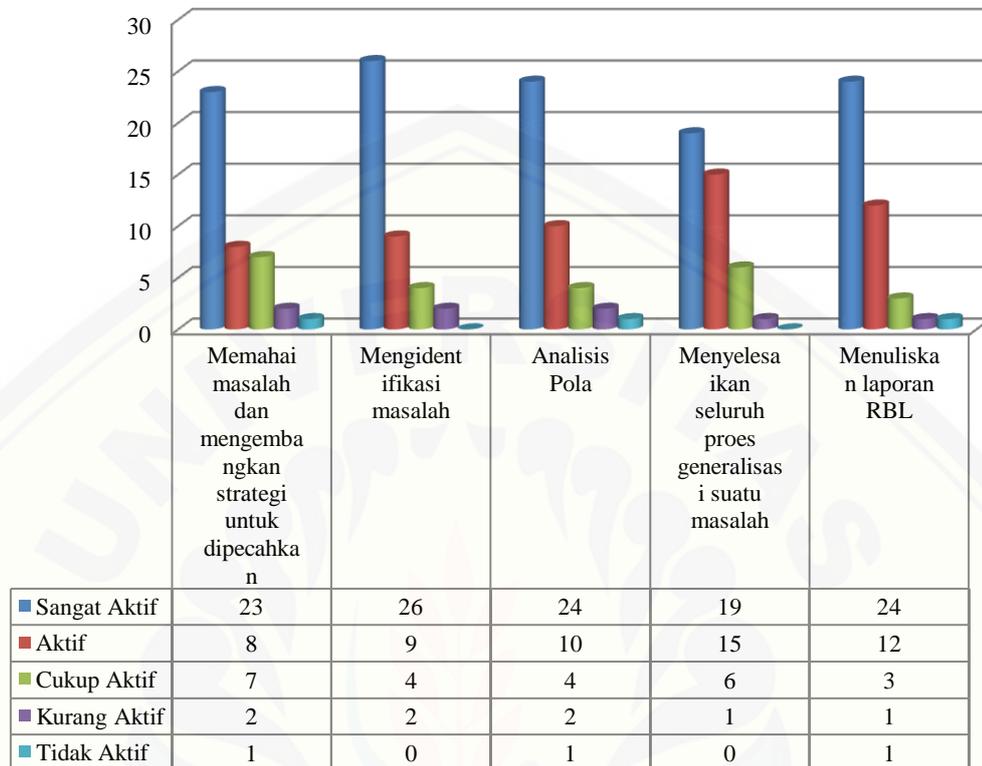


Aktivitas Penemuan Baru

Berikutnya mahasiswa diminta menuliskan kesimpulan dan aktivitas riset yang dilakukan pada tahapan ini yaitu menuliskan hasil pekerjaan mahasiswa, namun untuk laporan hasil temuan mahasiswa dirangkum dalam monograf.

Berdasarkan hasil observasi terhadap aktivitas mahasiswa dalam menyelesaikan *resolving domination number* melalui penerapan pembelajaran berbasis penelitian bahwa ada dampak yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian dalam meningkatkan keterampilan conjecturing mahasiswa dalam memecahkan masalah *resolving domination number*. Hal ini sejalan dengan (Suntusia, 2019) penelitian tersebut menemukan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian terhadap prestasi mahasiswa.

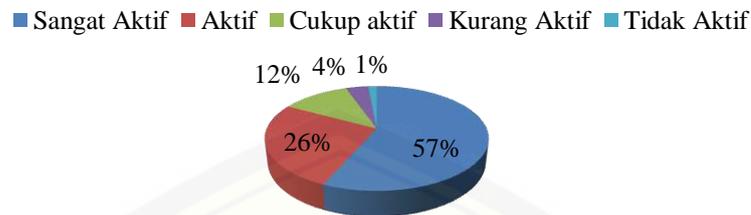
Aktivitas Mahasiswa Selama Penerapan RBL



Grafik 4. 10 Distribusi Aktivitas Mahasiswa Selama Penerapan RBL

Aktivitas mahasiswa menunjukkan hasil yang positif. Distribusi kegiatan mahasiswa selama pelaksanaan pembelajaran berbasis penelitian di kelas eksperimen menunjukkan 57% mahasiswa sangat aktif dalam pembelajaran berbasis penelitian, 26% mahasiswa aktif dalam pembelajaran berbasis penelitian, 12% mahasiswa cukup aktif dalam pembelajaran berbasis penelitian, 4% mahasiswa tidak aktif dalam pembelajaran berbasis penelitian, dan 1% mahasiswa sangat tidak aktif dalam pembelajaran berbasis penelitian. Fakta menunjukkan linearitas penelitian ini dengan penelitian lain tentang implementasi atau pembelajaran berbasis penelitian (Schunk, 2012).

Distribusi Aktivitas Mahasiswa Selama Penerapan RBL



Grafik 4. 11 Persentase Distribusi Aktivitas RBL

Berdasarkan grafik 4.11 itu mengungkapkan bahwa mahasiswa menjadi kompeten dalam memahami pola sehingga mendapatkan *resolving domination number* seminimal mungkin. Kompetensi ini berkembang selama implementasi pembelajaran berbasis penelitian. Hal ini menunjukkan pembelajaran berbasis penelitian dapat digunakan sebagai model alternatif untuk memiliki keterampilan metakognisi yang baik dari mahasiswa sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat menyumbang kebaruan pengetahuan selama proses kelas. Ini juga bertemu dengan penelitian yang dilakukan oleh (Syabani, 2016) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis penelitian dapat meningkatkan keterampilan penelitian mahasiswa. Akhirnya kami merekomendasikan penggunaan pembelajaran berbasis penelitian di setiap mata pelajaran lanjutan.

4.5 Profil Metakognisi Mahasiswa

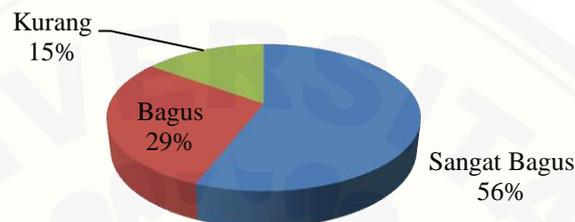
Profil keterampilan metakognisi mahasiswa dapat dianalisis melalui hasil tes yang diikuti oleh 41 mahasiswa pada kelas eksperimen dan 31 mahasiswa pada kelas kontrol. Hasil yang diperoleh dari post-test tersebut dapat dilihat pada lampiran D.6 dan D.7, peneliti klasifikasikan menjadi 3 kategori yaitu sangat bagus, bagus dan kurang bagus. Adapun kriteria klasifikasi kategori berdasarkan kemampuan mahasiswa disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 16 Pengklasifikasian Kategori

Kategori	Rata-Rata Nilai
Sangat Bagus	$x > 66,7$
Bagus	$42,5 < x \leq 66,7$
Kurang Bagus	$x \leq 42,5$

Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut: 56% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 29% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 15% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.12.

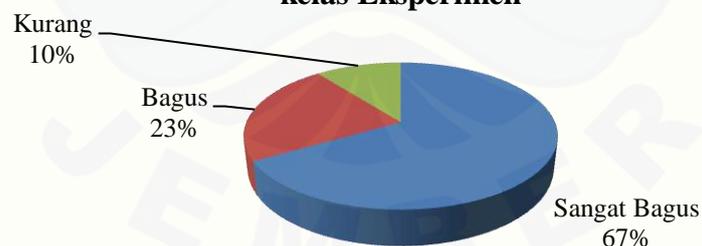
Persentase Keterampilan Metakognisi Kelas Kotrol



Grafik 4. 12 Persentase Keterampilan Metakognisi kelas Kontrol

Sedangkan pada kelas eksperimen sebagai berikut 67% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 23% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 10% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi.

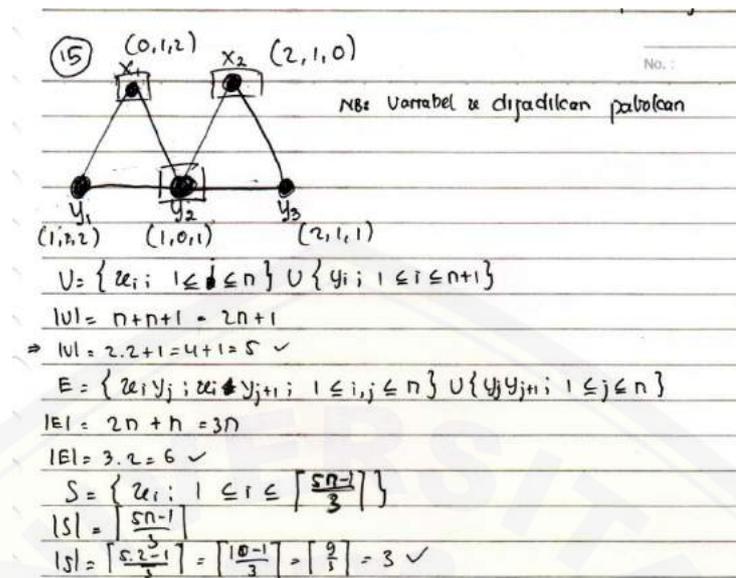
Persentase Keterampilan Metakognisi kelas Eksperimen



Grafik 4. 13 Persentasi Keterampilan Metakognisi Kelas Eksperimen

1) Keterampilan metakognisi mahasiswa berkemampuan sangat bagus

Berikut merupakan fakta lapangan hasil jawaban mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination number*.



Gambar 4. 29 Hasil pengerjaan Mahasiswa 1

Berdasarkan hasil jawaban mahasiswa di atas yang peneliti peroleh untuk aspek perencanaan telah memenuhi indikator artinya mahasiswa memahami maksud soal dengan baik sehingga mampu menunjukkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dengan tepat, hal ini berarti mahasiswa membaca soal dengan cermat. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Listya, dkk (2015) mahasiswa dengan kemampuan akademik tinggi dapat menggali pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya ketika menginterpretasi informasi yang telah diidentifikasi yaitu dengan menyebutkan pengetahuan awal yang dibutuhkan untuk memecakan masalah dan mengetahui alasan penggunaan pengetahuan awal tersebut.

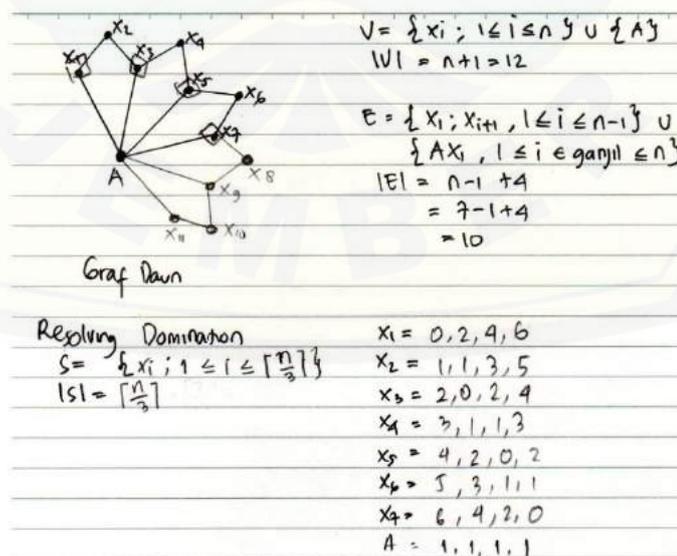
M1 telah memenuhi indikator pada aspek *planning* artinya mahasiswa mampu mentransformasikan soal menjadi bentuk gambar dan mampu menyusun strategi dengan baik dan tepat. Mahasiswa menuliskan langkah-langkah dengan tepat dan sistematis, hal ini dimungkinkan mahasiswa sudah terbiasa memecahkan masalah matematika dengan mengaktualisasikan kedalam bentuk gambar. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian dari Solaikah, dkk (2013) menyatakan dalam merencanakan penyelesaian peserta didik kelompok tinggi mampu menggunakan beberapa informasi untuk merencanakan penyelesaian serta mampu merencanakan langkah-langkah penyelesaian.

Aspek *monitoring* secara baik dikuasai oleh M1. Hal ini dapat ditunjukkan pada hasil jawaban siswa pada Gambar 4.29 di atas bahwa mahasiswa mampu menerapkan rumus dan konsep dengan tepat. Pemahaman konsep memberi pengaruh positif dalam menyelesaikan masalah graf.

Ketepatan perhitungan dan pemeriksaan kembali jawaban menjadi indikator pada aspek *checking*. Berdasarkan hasil jawaban M1 di atas bahwa mahasiswa melakukan perhitungan dengan benar dan sesuai dengan langkah-langkah yang telah direncanakan, dengan kata lain mahasiswa memeriksa hasil jawabannya. Pernyataan tersebut didukung dengan hasil penelitian Fitrianti, dkk (2016) subjek mengecek kebenaran langkah penyelesaian, ia bertanya pada diri sendiri karena merasakan mungkin soal tidak sesuai dengan langkah kerja yang ingin dicapai dan mengecek kebenaran langkah kerjanya. Dari beberapa pernyataan di atas dapat dimaknai bahwa aspek *checking* telah terpenuhi. Berdasarkan fakta-fakta lapangan yang diperoleh peneliti menunjukkan bahwa M1 memenuhi keempat aspek metakognisi yaitu *planning*, *monitoring*, dan *checking* secara optimal.

2) Mahasiswa 2 (M2) dengan keterampilan Metakognisi bagus

Berikut merupakan fakta lapangan hasil jawaban mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination number*.



Gambar 4. 30 Hasil pengerjaan Mahasiswa 2

Aspek *planning* pada keterampilan metakognisi menjadi kajian pertama sebagai jembatan siswa dalam memahami suatu permasalahan. Fakta lapangan yang diperoleh peneliti berdasarkan Gambar 4.30 di atas mahasiswa yang memiliki kemampuan matematika sedang (M2) mampu memenuhi aspek tersebut. Mahasiswa mampu memahami masalah dengan baik sehingga dapat memberi notasi pada graf. Pemahaman permasalahan yang dimiliki siswa akan membantu untuk menemukan sebanyak-banyaknya mengenai informasi dari soal sehingga siswa mampu merencanakan langkah penyelesaian dengan tepat. Hal ini sesuai yang dinyatakan Fitrianti, dkk (2016) bahwa subjek mengidentifikasi apa saja yang diketahui untuk menentukan tujuan atau hasil dari tugas itu. Berdasarkan pernyataan di atas aspek *planning* pada M2 terlaksana dengan baik.

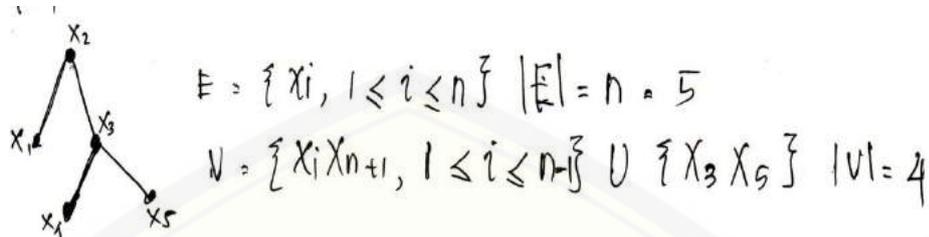
Gambar dari hasil jawaban M2 di atas benar artinya siswa memahami soal dengan baik sehingga mampu mentransformasikan soal menjadi bentuk gambar kemudian menyusun strategi penyelesaian. Strategi yang digunakan mahasiswa di atas sesuai dengan apa yang diharapkan dari soal, hal itu berarti bahwa aspek perencanaan yang dikerjakan siswa berkemampuan matematika sedang terpenuhi dengan baik.

Ketercapaian indikator pada aspek monitoring dapat kita lihat dari hasil jawaban M2 di atas menunjukkan bahwa mahasiswa dalam menentukan himpunan titik dan himpunan sisi dengan tepat tetapi dalam penulisan kardinalitas masih kurang tepat. Aspek *checking* memiliki indikator yakni ketepatan dalam proses perhitungan dan memeriksa jawaban kembali. Aspek monitoring sudah kurang benar maka aspek *checking* tidak terpenuhi. Dapat kita lihat pada jawaban di atas bahwa M2 belum memenuhi kedua indikator tersebut. Hal ini berarti M2 tidak melakukan perhitungan dengan benar dan M2 tidak memeriksa kembali jawabannya sehingga menjadikan hasil akhir dari jawaban mengalami kesalahan.

Berdasarkan fakta-fakta lapangan yang diperoleh peneliti menunjukkan bahwa M2 hanya memenuhi satu aspek metakognisi yaitu perencanaan dengan baik, sedangkan untuk aspek monitoring dan *checking* belum terpenuhi.

3) Mahasiswa 3 (M3) dengan keterampilan Metakognisi kurang bagus

Berikut merupakan fakta lapangan hasil jawaban mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian *resolving domination number*.



Gambar 4. 31 Hasil pengerjaan Mahasiswa 3

Aspek perencanaan menjadi kajian pertama sebagai jembatan mahasiswa dalam memecahkan suatu permasalahan. Fakta lapangan yang diperoleh peneliti menunjukkan bahwa M3 yang memiliki kemampuan matematika rendah belum bisa memahami permasalahan dengan baik, sehingga M3 menghasilkan jawaban yang tidak sesuai dengan harapan dari soal. Namun, M3 masih bisa menggambarkan graf. Senada dengan hasil penelitian yang dilakukan Solaikah, dkk (2013) bahwa dalam memahami soal subjek kelompok rendah mampu menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, namun tidak mampu memahami soal dengan baik. Indikator aspek perencanaan baik mentransformasikan soal menjadi bentuk gambar maupun menyusun strategi dengan tepat belum dilaksanakan dengan baik oleh M3. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena siswa tidak terbiasa dalam memecahkan permasalahan yang kompleks, sehingga M3 tidak memiliki banyak pengalaman menghadapi suatu permasalahan khususnya dalam materi graf.

Aspek monitoring untuk hasil jawaban M3 tidak terpenuhi. Hal ini dapat ditunjukkan melalui Gambar di atas menunjukkan bahwa M3 dapat menulis himpunan titi dan himpunan sisi dari graf tetapi kurang tepat. Indikator kedua pada aspek monitoring yaitu penggunaan konsep dengan tepat, fakta lapangan menunjukkan M3 kurang memahami tentang konsep kardinalitas pada graf, sehingga pada hasil akhir pun tidak sesuai yang diharapkan soal.

Ketepatan perhitungan dan memeriksa kembali merupakan indikator dari aspek *checking*. Fakta lapangan yang diperoleh peneliti menunjukkan bahwa M3

melakukan kesalahan dalam perhitungan dan tidak memeriksa kembali jawabannya sehingga berakibat kesalahan pada hasil jawaban akhir. Pernyataan tersebut senada dengan hasil penelitian Kriswiyanti (2012) yang menyatakan dalam pemecahan masalah matematika subjek tidak terbiasa melakukan pemeriksaan kembali pekerjaannya, sehingga tidak menyadari kalau pekerjaannya salah. Berdasarkan fakta-fakta di atas untuk aspek *checking* dalam keterampilan metakognisi M3 belum terlaksana dengan baik.

Berdasarkan fakta-fakta lapangan yang diperoleh peneliti menunjukkan bahwa M3 tidak memenuhi aspek metakognisi yaitu aspek perencanaan, monitoring, dan *checking*. Berdasarkan pemaparan yang telah diuraikan di atas, dapat diketahui bahwa kemampuan matematika M3 berpengaruh terhadap proses metakognisi.

4.6 Potret Fase Mahasiswa

Setelah mahasiswa menyelesaikan post tes, peneliti mengelompokkan hasil pekerjaan mahasiswa ke dalam 3 kategori yaitu sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, bagus dalam keterampilan metakognisi dan kurang bagus dalam keterampilan metakognisi. Berdasar hasil pekerjaan mahasiswa tersebut untuk mengetahui alur berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan tersebut maka peneliti melakukan wawancara terhadap hasil pekerjaan mahasiswa.

4.6.1 Hasil Validasi Pedoman Wawancara

Terdapat saran dari validator yaitu memperbaiki penulisan pada petunjuk wawancara. Peneliti merevisi pedoman wawancara sesuai saran dari validator yang dapat dilihat pada lampiran A.12.

Lebar validasi pedoman wawancara dinilai berdasarkan 3 aspek yaitu format, isi serta bahasa dan tulisan. Lembar validasi pedoman wawancara yang telah diisi oleh validator dapat dilihat pada lampiran C.7. Teknik validasi observasi aktivitas mahasiswa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala linkert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berkala. Validator diminta untuk memberikan skor antara 1-4 sesuai karakteristik pada kolom penilaian dan

sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi observasi aktivitas mahasiswa dari para validator dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi validasi pedoman wawancara

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		I_i	V_a
		1	2		
I. Format					
1.	Format jelas sehingga mudah melakukan penilaian	4	4	4	4
II. Isi					
1.	Pertanyaan mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa	4	4	4	4
2.	Hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran	4	4	4	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	3,5
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	3	3	3	
Total V_a					3,83
Keterangan: Sangat Valid					

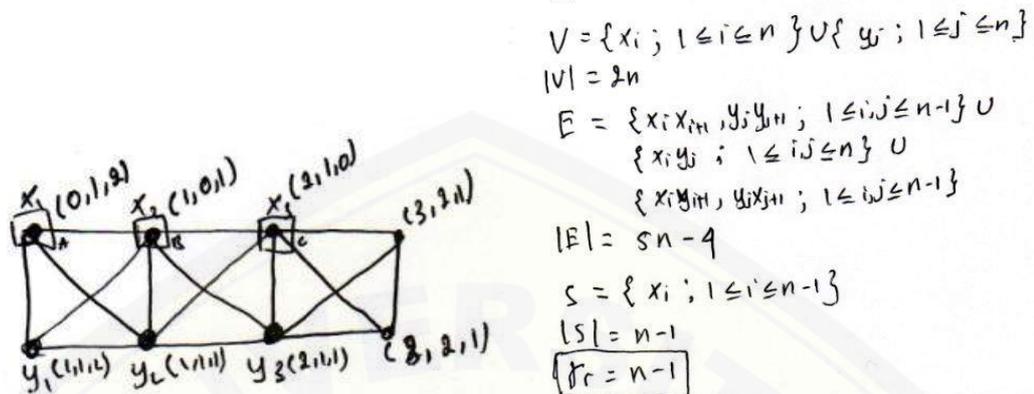
4.6.2 Hasil Wawancara dan Potret Fase Mahasiswa

Potret fase diambil untuk menarik sebuah gambaran proses keterampilan berpikir mahasiswa. Enam mahasiswa dipilih dengan rincian 3 mahasiswa (M1, M2, M3) dari kelas kelas eksperimen dan 3 mahasiswa (M4, M5, M6) dari kelas kontrol sesuai dengan hasil post-test. Wawancara dilakukan pada mahasiswa yang telah ditentukan untuk mengetahui keterampilan berpikir metakognisi dalam menyelesaikan *resolving domination number*.

1) Mahasiswa 1 (M1) dengan keterampilan Metakognisi sangat bagus

Hasil pekerjaan yang pertama yaitu pekerjaan mahasiswa 1 (M1) dengan keterampilan metakognis sangat bagus. M1 menggambarkan graf yang sudah ditentukannya dan memberikan label pada setiap titik dengan label $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3$ dan y_4 . Kemudian M1 mencari kardinalitas titik dan sisi

serta mencari titik yang mendominasi serta representasi titik pada graf tersebut. Hasil pekerjaan M1 tersaji pada gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Hasil pengerjaan Mahasiswa 1

Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M1 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M1. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M1 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M1 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

Petikan hasil wawancara M1:

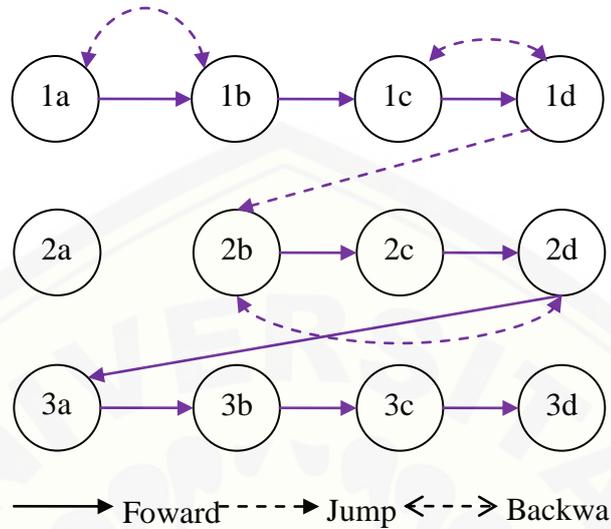
- Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?
- Mahasiswa 1 : Yang pertama kali muncul adalah mencari menyelesaikan permasalahan yang mudah yaitu mencari kardinalitas dan memberikan label pada graf.
- Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?
- Mahasiswa 1 : Bisa pak
- Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination* pada graf?
- Mahasiswa 1 : Bisa pak, berdasarkan materi yang sudah dijelaskan oleh bapak
- Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination*? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut?
- Mahasiswa 1 : Pengetahuan sebetulnya yang saya gunakan adalah materi *dominating set* dan *dimensi metric*. Pengetahuan itu saya libatkan, sehingga saya mudah dalam menyelesaikan

- resolving domination
- Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?
- Mahasiswa 1 : Ya, saya yakin
- Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?
- Mahasiswa 1 : Iya bapak
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?
- Mahasiswa 1 : Ya bapak, saya mengecek kembali pekerjaan saya seperti yang bapak contohkan
- Peneliti : Bagaiman anda mengatur hasil pengerjaan Anda?
- Mahasiswa 1 : Mengikuti langkah-langkah pengerjaan, seperti yang dijelaskan oleh bapak.
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?
- Mahasiswa 1 : Iya bapak
- Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?
- Mahasiswa 1 : Saya meneukan kardinalitas yang minimum bapak dari graf yang saya kerjakan bapak
- Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada graf yang lain?
- Mahasiswa 1 : Bisa bapak
- Peneliti : Bagaiman pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
- Mahasiswa 1 : Saya senang karena dapat mengerjakannya dengan baik, meskipun masih terdapat kekurangan.

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M1 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 1 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M1 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitasnya, menentukan titik dominator, mengekspan graf hingga menentukan representasi titik dari graf tersebut. Selain itu M1 juga bisa menyebutkan bahwa masalah yang dicari adalah *resolving domination number*. M1 membuat berbagai kemungkinan untuk memastikan bahwa titik dominator dan representasi titik yang telah ditemukannya sudah minimal.

Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.33 menunjukkan bahwa M1 mengerjakan masalah *resolving domination number* memulainya dari sub indikator merencanakan penyelesaian masalah yaitu menggambar graf dan menentukan notasi pada graf oleh sebab itu M1 melakukan

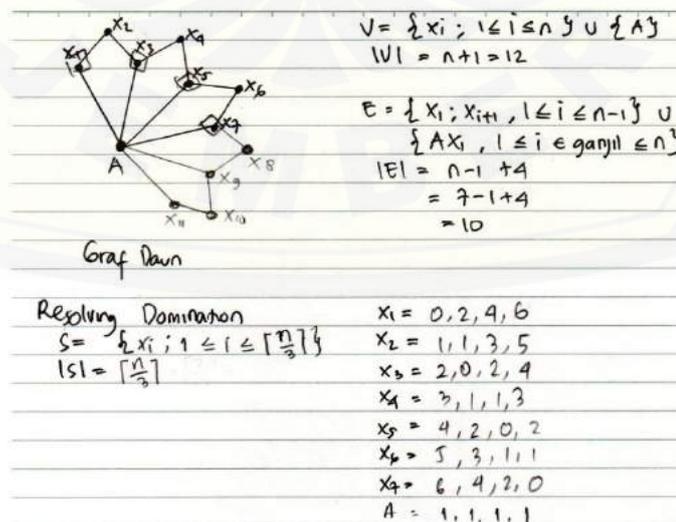
langkah dari sub indikator 1a ke 1d. Kemudian M1 melakukan loncatan dari sub indikator 1a ke 2b dan selanjutnya sesuai urutan tahapan pada sub indikator.



Gambar 4. 33 Hasil Potret Fase Mahasiswa 1

2) Mahasiswa 2 (M2) dengan keterampilan Metakognisi bagus

Hasil pekerjaan yang kedua yaitu pekerjaan mahasiswa 2 (M2) dengan keterampilan metakognis bagus. M2 menggambarkan graf yang telah ditentukannya dan memberikan label pada setiap titik dengan label x_1, x_2, y_1, y_2 dan y_3 . Kemudian M2 mencari kardinalitas titik dan sisi serta mencari titik yang mendominasi serta representasi titik pada graf tersebut. Hasil pekerjaan M2 tersaji pada gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Hasil pengerjaan Mahasiswa 2

Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M2 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M2. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M2 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

Petikan hasil wawancara M2:

Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?

Mahasiswa 2 : Yang saya pahami adalah mencari kardinalitas dar graf Bapak serta mencari titik dominator dan representasi titik

Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?

Mahasiswa 2 : Iya bapak

Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination* pada graf?

Mahasiswa 2 : Iya bapak

Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination*? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut?

Mahasiswa 2 : Materi domiating set dan dimensi metrik yang sudah bapak jelaskan

Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?

Mahasiswa 2 : Ya, saya yakin

Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?

Mahasiswa 2 : Ya

Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?

Mahasiswa 2 : Tidak

Peneliti : Bagaiman anda mengatur hasil pengerjaan Anda?

Mahasiswa 2 : Sesuai yang dijeasaka oleh bapak

Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?

Mahasiswa 2 : Tidak

Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination*, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?

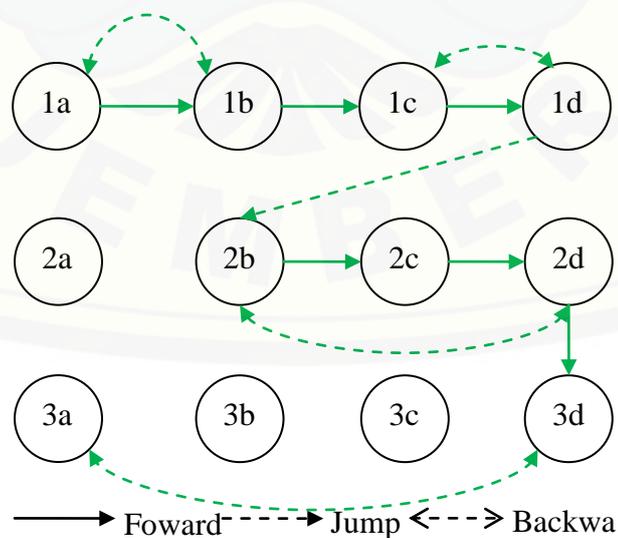
Mahasiswa 2 : Iya, tapi tidak yakin dengan jawabanku

Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada permasalahan yang lain?

- Mahasiswa 2 : Iya pak, tapi saya tidak mencobanya. hehhehe
 Peneliti : Bagaimana pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
 Mahasiswa 2 : Saya senang bisa mencoba menyelesaikannya

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 2 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M2 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitasnya, menentukan titik dominator, mengekspan graf hingga menentukan representasi titik dari graf tersebut. Selain itu M2 juga bisa menyebutkan bahwa masalah yang dicari adalah *resolving domination number*. M2 membuat berbagai kemungkinan untuk memastikan bahwa titik dominator dan representasi titik yang telah ditemukannya sudah minimal. Namun dalam pengambilan kesimpulan akhir yaitu kardinalitas dari *resolving dominating* masih salah.

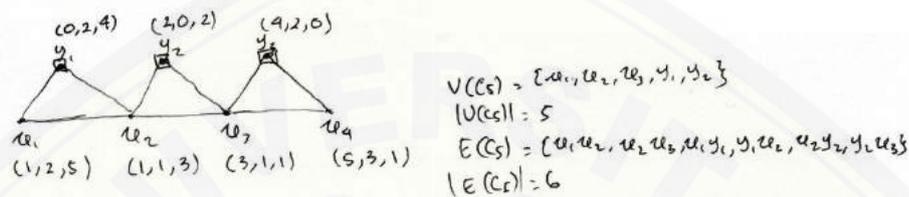
Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.35 menunjukkan bahwa M2 mengerjakan masalah *resolving domination number* memulainya dari sub indikator 1a-1d yaitu menggambar dan mencari kardinalitas dari graf yang telah ditentukan, namun pada 1d langsung meloncap pada sub indikator 2b dan menyelesaikan sampai tahap 2d dan langsung meloncat ke 3c. M2 melewati beberapa tahap dalam sub indikator yang harusnya dipenuhi.



Gambar 4. 35 Hasil Potret Fase Mahasiswa 2

3) Mahasiswa 3 (M3) dengan keterampilan Metakognisi kurang bagus

Hasil pekerjaan yang ketiga yaitu pekerjaan mahasiswa 3 (M3) dengan keterampilan metakognis kurang bagus. M3 memberikan label pada setiap titik dengan label x_1, x_2, y_1, y_2 dan y_3 . Kemudian M3 mencari kardinalitas titik dan sisi serta mencari titik yang mendominasi serta representasi titik pada graf tersebut. Hasil pekerjaan M2 tersaji pada gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Hasil pengerjaan Mahasiswa 3

Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M3 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M3. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M3 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

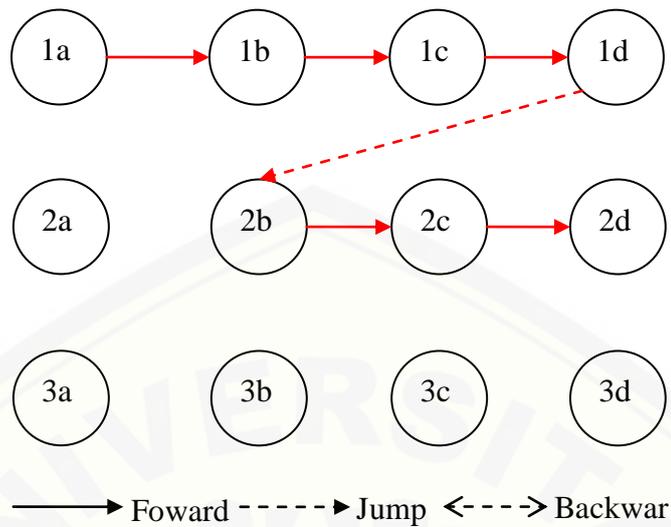
Petikan hasil wawancara M3:

- Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?
- Mahasiswa 3 : Mencari kardinalitas bapak
- Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?
- Mahasiswa 3 : Iya
- Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination pada graf?
- Mahasiswa 3 : Iya bapak
- Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut?
- Mahasiswa 3 : Dominating
- Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?
- Mahasiswa 3 : Tidak
- Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?

- Mahasiswa 3 : Kurang yakin bapak
Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?
- Mahasiswa 3 : Tidak bapak
Peneliti : Bagaiman anda mengatur hasil pengerjaan Anda?
- Mahasiswa 3 : Sesuai keinginan saya bapak
Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?
- Mahasiswa 3 : Tidak
Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?
- Mahasiswa 3 : Tidak
Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada permasalahan yang lain?
- Mahasiswa 3 : Tidak bapak
Peneliti : Bagaiman pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
- Mahasiswa 3 : Masih sangat kurang, karena saya tidak mmperhatikan dengan baik

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 3 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M3 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitasnya meskipun kurang tepat, menentukan titik dominator, mengekspan graf hingga menentukan representasi titik dari graf tersebut. M3 membuat berbagai kemungkinan untuk memastikan bahwa titik dominator dan representasi titik yang telah ditemukannya sudah minimal. Namun belum mapu untuk menentukan *resolving dominating* dan *resolving domination number* dari graf yang telah ditentukan oleh M3.

Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.37 menunjukkan bahwa M3 mengerjakan masalah *resolving domination number* memulainya dari sub indikator menggambar graf dan memberi kardinalitas dari graf, meskipun M3 belum mampu menulis kardinalitas dengan benar. M3 melakukan langkah dari 1a sampai 1d dan melompat ke 2d dan melakukan tahapan sampai 2d.



Gambar 4. 37 Hasil Potret Fase mahasiswa 3

4) Mahasiswa 4 (M4) dengan keterampilan Metakognisi sangat bagus

Hasil pekerjaan yang keempat yaitu pekerjaan mahasiswa 4 (M4) dengan keterampilan metakognis sangat bagus. M4 menggambarkan graf sesuai dngan pilihan M4 dan memberikan label pada setiap titik dengan label y_1, y_2, y_3, x_1 dan x_2 . Kemudian M4 mencari kardinalitas titik dan sisi serta mencari titik yang mendominasi serta repretansi titik pada graf tersebut. Hasil pekerjaan M1 tersaji pada gambar 4.38.

No. :

NB: Variabel x dipadatkan parabola

$$U = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i; 1 \leq i \leq n+1\}$$

$$|U| = n + n + 1 = 2n + 1$$

$$\Rightarrow |U| = 2 \cdot 2 + 1 = 4 + 1 = 5 \checkmark$$

$$E = \{x_i y_j; x_i \neq y_{j+1}; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{y_j y_{j+1}; 1 \leq j \leq n\}$$

$$|E| = 2n + n = 3n$$

$$|E| = 3 \cdot 2 = 6 \checkmark$$

$$S = \{x_i; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{5n-1}{3} \rfloor\}$$

$$|S| = \lfloor \frac{5n-1}{3} \rfloor$$

$$|S| = \lfloor \frac{5 \cdot 2 - 1}{3} \rfloor = \lfloor \frac{10-1}{3} \rfloor = \lfloor \frac{9}{3} \rfloor = 3 \checkmark$$

Gambar 4. 38 Hasil pengerjaan Mahasiswa 4

Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M4 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M4. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M4 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

Petikan hasil wawancara M4:

Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?

Mahasiswa 4 : Yang pertama kali muncul adalah mencari menyelesaikan permasalahan yang mudah yaitu mencari kardinalitas dan memberikan label pada graf.

Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?

Mahasiswa 4 : Bisa pak

Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination* pada graf?

Mahasiswa 4 : Bisa pak, berdasarkan materi dominating set dan dimensi metrik yang sudah dijelaskan oleh bapak

Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination*? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut?

Mahasiswa 4 : Yaitu pak, saya gunakan materi dominating set dan dimensi metric.

Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?

Mahasiswa 4 : Ya, saya yakin

Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?

Mahasiswa 4 : Iya bapak

Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?

Mahasiswa 4 : Ya bapak, saya mengecek kembali

Peneliti : Bagaiman anda mengatur hasil pengerjaan Anda?

Mahasiswa 4 : Mengikuti langkah-langkah pengerjaan, seperti yang dijelaskan oleh bapak.

Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?

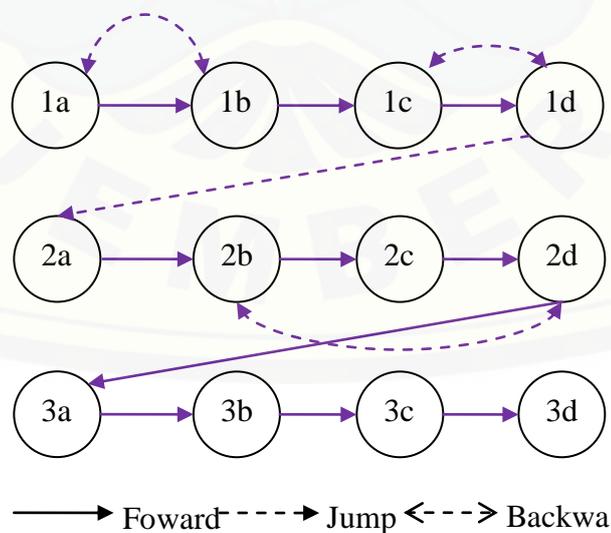
Mahasiswa 4 : Iya bapak

Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan *Resolving domination*, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?

- Mahasiswa 4 : Saya menentukan kardinalitas yang minimum bapak dari graf yang saya kerjakan bapak
- Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada graf yang lain?
- Mahasiswa 4 : Bisa bapak
- Peneliti : Bagaimana pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
- Mahasiswa 4 : Saya senang

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 4 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M4 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitasnya, menentukan titik dominator, mengekspan graf hingga menentukan representasi titik dari graf tersebut. Selain itu M4 juga bisa menyebutkan bahwa masalah yang dicari adalah *resolving domination number*. M4 membuat berbagai kemungkinan untuk memastikan bahwa titik dominator dan representasi titik yang telah ditemukannya sudah minimal.

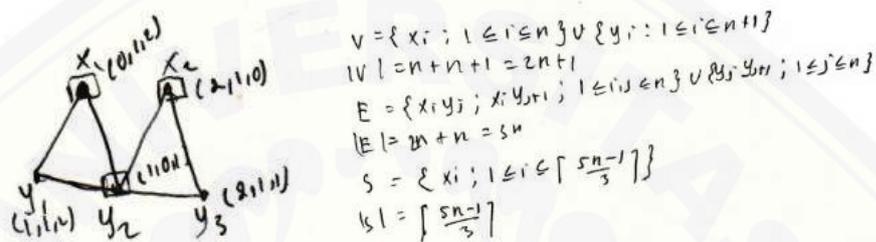
Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.39 menunjukkan bahwa M4 mengerjakan masalah *resolving domination number* memulainya dari sub indikator menggambar dan menyelesaikan persoalan sesuai dengan urutan yang ada. masalah dengan runtut sesuai dengan urutan sub indikator yang ada.



Gambar 4. 39 Hasil Potret Fase Mahasiswa 4

5) Mahasiswa 5 (M5) dengan keterampilan Metakognisi bagus

Hasil pekerjaan yang kedua yaitu pekerjaan mahasiswa 5 (M5) dengan keterampilan metakognis bagus. M5 menggambarkan graf yang telah ditentukannya dan memberikan label pada setiap titik dengan label x_1, x_2, y_1, y_2 dan y_3 . Kemudian M5 mencari kardinalitas titik dan sisi serta mencari titik yang mendominasi serta representasi titik pada graf tersebut. Hasil pekerjaan M5 tersaji pada gambar 4.40.



Gambar 4. 40 Hasil pengerjaan Mahasiswa 5

Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M5 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M5. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M5 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M5 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

Petikan hasil wawancara M5:

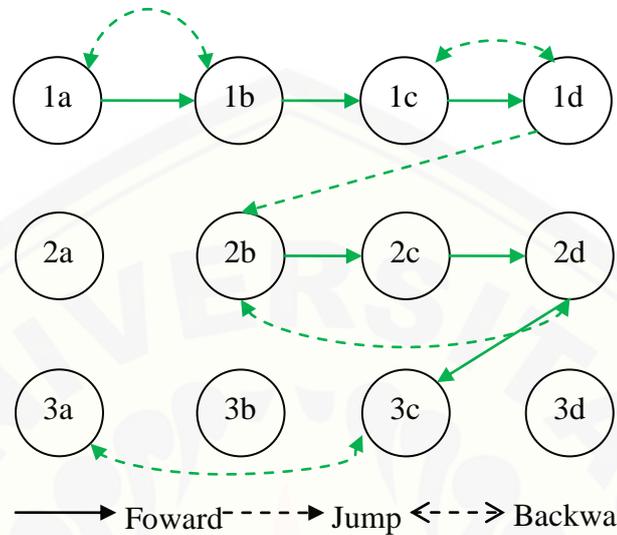
- Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?
- Mahasiswa 5 : Yang saya pahami adalah mencari kardinalitas dari graf dan mencari resolving domination dari graf tersebut
- Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?
- Mahasiswa 5 : Iya bapak
- Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination pada graf?
- Mahasiswa 5 : Iya bapak
- Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut?
- Mahasiswa 5 : Materi dominating set dan dimensi metrik yang sudah bapak

- Peneliti : jelasakan
- Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?
- Mahasiswa 5 : Ya, saya yakin karena sudah dijeaskan oleh bapak sebelumnya
- Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?
- Mahasiswa 5 : Ya
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?
- Mahasiswa 5 : Tidak
- Peneliti : Bagaiman anda mengatur hasil pengerjaan Anda?
- Mahasiswa 5 : Sesuai yang dijeasaka oleh bapak
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?
- Mahasiswa 5 : Tidak
- Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?
- Mahasiswa 5 : Tidak
- Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada permasalahan yang lain?
- Mahasiswa 5 : Iya pak, tapi saya tidak mencobanya. hehhehe
- Peneliti : Bagaimana pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
- Mahasiswa 5 : Saya senang bisa menyelesaikannya

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M5 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 5 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M5 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitasnya, menentukan titik dominator, mengekspan graf hingga menentukan representasi titik dari graf tersebut. Selain itu M5 juga bisa menyebutkan bahwa masalah yang dicari adalah *resolving domination number*. M5 membuat berbagai kemungkinan untuk memastikan bahwa titik dominator dan representasi titik yang telah ditemukannya sudah minimal. Namun dalam pengambilan kesimpulan akhir yaitu kardinalitas dari *resolving domination number* masih salah.

Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.41 menunjukkan bahwa M2 mengerjakan masalah *resolving domination number* memulainya dari sub indikator menguraikan masalah yaitu menggambar graf yang sudah ditentukan oleh M5 dan mmbkrkan notasi pada

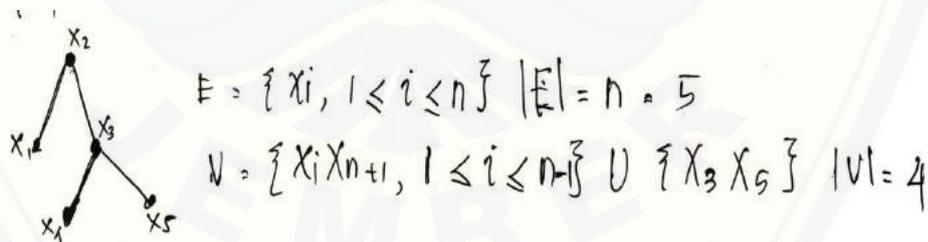
graf tersebut. Kemudian M5 melakukan loncatan dari sub indikator 1d ke 2b untuk menentukan kardinalitas dari graf dan titik dominasinya dan representasi titik. Setelah itu M5 melakukan loncatan dari 2d ke 3c dan kembali ke 3a



Gambar 4. 41 Hasil Potret Fase Mahasiswa 5

6) Mahasiswa 6 (M6) dengan keterampilan Metakognisi kurang bagus

Hasil pekerjaan yang keenam yaitu pekerjaan mahasiswa 6 (M6) dengan keterampilan metakognisi kurang bagus. M6 memberikan label pada setiap titik, kemudian M6 mencari kardinalitas titik dan sisi. Hasil pekerjaan M6 tersaji pada gambar 4.42.



Gambar 4. 42 Hasil pengerjaan Mahasiswa 6

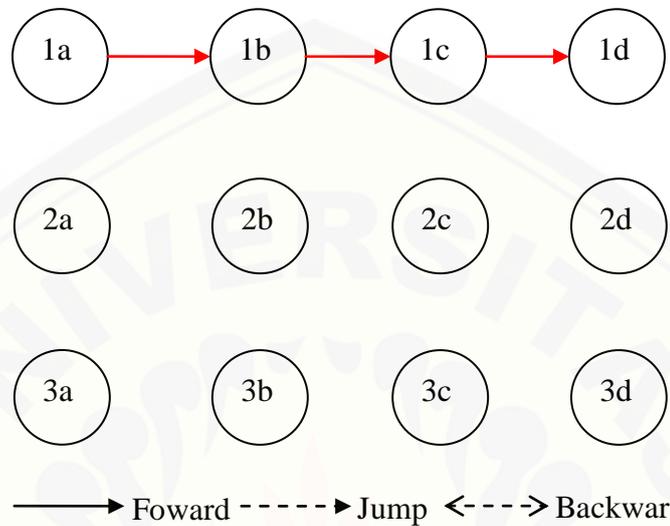
Untuk mengetahui proses aktifitas metakognisi yang dilakukan M6 selama menyelesaikan masalah yang terkait dengan *resolving domination number* pada graf, peneliti melakukan wawancara untuk pemetaan pikiran M6. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui kerangka berpikir M6 ketika menyelesaikan masalah *resolving domination number*. Hasil wawancara M6 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai tersajikan dalam petikan wawancara berikut.

Petikan hasil wawancara M6:

- Peneliti : Setelah membaca dan menguraikan permasalahan ini, hal apa saja yang Anda pahami? Atau hal apa yang pertama kali muncul di pemikiran anda?
- Mahasiswa 6 : Menggambar graf dan mencari kardinaitas bapak
- Peneliti : Apakah Anda dapat memprediksi rencana penyelesaian permasalahan tersebut?
- Mahasiswa 6 : Iya
- Peneliti : Apakah Anda memperoleh rencana penyelesaian yang dapat membantu Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination pada graf?
- Mahasiswa 6 : Tidak Bapak
- Peneliti : Materi apa saja yang Anda libatkan dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination? Atau pengetahuan apa yang Anda gunakan dalam meyelesaikan masalah tersebut?
- Mahasiswa 6 : Hanya kardinalitas Bapak
- Peneliti : Apakah Anda yakin dengan rencana penyelesaian yang Anda buat?
- Mahasiswa 6 : Tidak
- Peneliti : Apakah anda melakukan langkah kerja yang benar?
- Mahasiswa 6 : Kurang yakin bapak
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan?
- Mahasiswa 6 : Tidak bapak
- Peneliti : Bagaimana anda mengatur hasil pengerjaan Anda?
- Mahasiswa 6 : Sesuai keinginan saya bapak
- Peneliti : Apakah Anda memeriksa kembali langkah pengerjaan yang Anda lakukan secara keseluruhan?
- Mahasiswa 6 : Tidak
- Peneliti : Apakah dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination, anda menemukan cara yang berbeda atau hasil yang berbeda?
- Mahasiswa 6 : Tidak
- Peneliti : Apakah metode atau cara yang anda gunakan dapat diterapkan pada permasalahan yang lain?
- Mahasiswa 6 : Tidak bapak
- Peneliti : Bagaimana pendapat anda tentang cara kerja Anda dalam menyelesaikan permasalahan Resolving domination?
- Mahasiswa 6 : Kurang yakin bapak

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M6 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 6 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M6 mampu menggambar graf, memberikan kardinalitas meskipun masih salah.

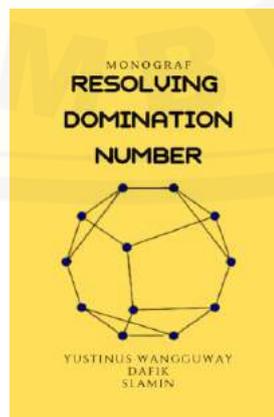
Peneliti menggambar garis langsung untuk menggambar potret fase. Pada Gambar 4.43 menunjukkan bahwa M6 mengerjakan masalah *resolving domination number* hanya pada tahapan sub indikator 1a sampai 1d.



Gambar 4. 43 Hasil Potret Fase mahasiswa 6

4.7 Hasil Monograf

Monograf yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah buku yang berisi materi *resolving domination number*. Buku tersebut berisi defnisi himpunan dominasi, dimensi metrik, dan *resolving domination number*. Selain itu buku ini juga memaparkan aplikasi dari himpunan dominasi, dimensi metrik, dan *resolving domination number* dalam kehidupan sehari-hari serta penelitian terdahulu terkait pokok bahasan tersebut.



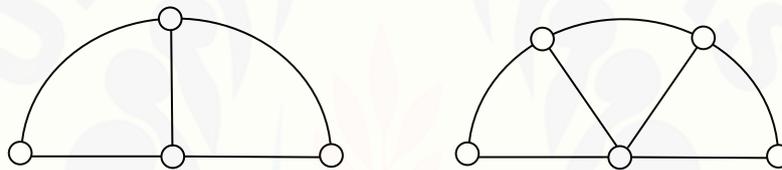
Gambar 4. 44 Monograf

Dalam penulisan monograf ini, terdapat lima tahap untuk menentukan *resolving domination number* antara lain: (1) Menentukan graf sebagai objek penelitian; (2) Menentukan notasi pada graf; (3) Menentukan kardinalitas graf; (4) Menentukan titik dominator dan representasi titik dan (5) Menentukan *resolving domination*.

Langkah-langkah penelitian di atas lebih dijelaskan dalam contoh *resolving domination number* pada graf kipas berikut:

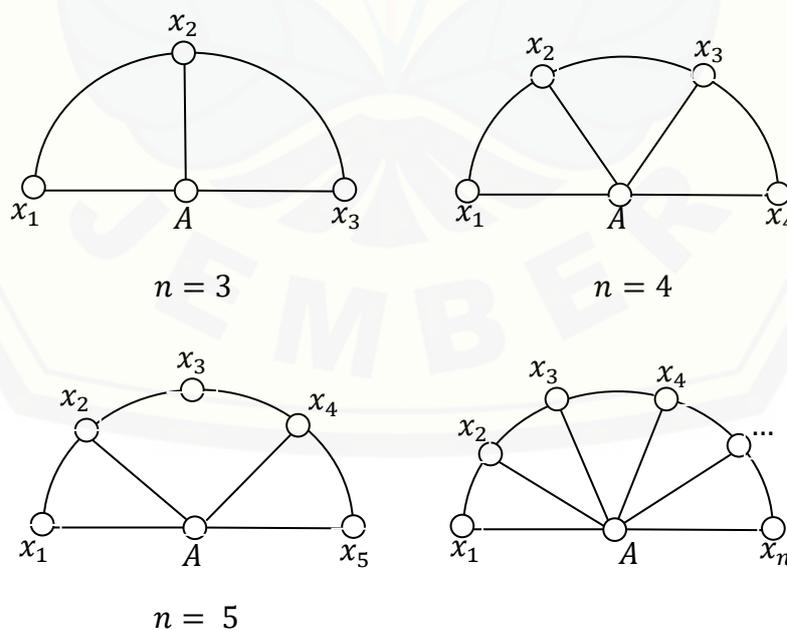
1. Menentukan graf sebagai objek penelitian

Pada langkah ini, peneliti terlebih dahulu harus menentukan graf khusus sebagai objek penelitian. Graf juga dapat menggunakan graf hasil operasi seperti *shackle*. Berikut disajikan graf kipas sebagai contoh.



Gambar 4. 45 Graf Kipas

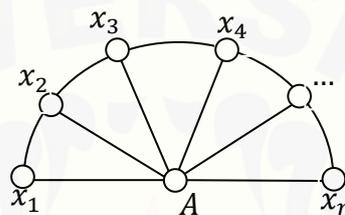
2. Menentukan notasi pada graf khusus



Gambar 4. 46 Penentuan Notasi pada Graf Kipas

3. Menentukan Kardinalitas graf

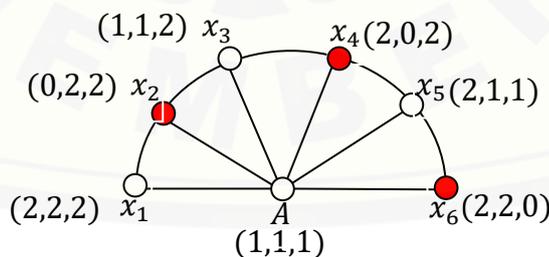
Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi adalah simbol berupa huruf pada titik, dalam pemberian notasi harus menggunakan simbol yang benar dan juga harus memperhatikan pola. Setelah memberikan notasi, kemudian berdasarkan notasi tersebut, tuliskan kardinalitas grafnya. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameternya. Berikut disajikan notasi pada graf kipas dan hasil kardinalitasnya.



Gambar 4. 47 Kardinalitas Graf Kipas

Graf kipas yang diilustrasikan pada Gambar 4.35 merupakan graf lingkaran yang memiliki sebuah titik terminal yang tempat dihubungkannya titik graf lingkaran. Himpunan titik dari graf kipas adalah $V = \{A, x_i; 1 \leq i \leq n + 1\}$, sehingga didapatkan kardinalitas titik $|V| = 1 + n$, dan memiliki himpunan sisi $E = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n - 1\} \cup \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$, dan kardinalitas sisinya adalah $|E| = 2n - 1$.

4. Menentukan titik dominator dan representasi titik



Gambar 4. 48 Titik Dominator dan representasi titik Graf Kipas

5. Menentukan resolving domination number

Untuk membuktikan resolving domination number F_n dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(F_n) \leq \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$ dan batas bawah $\gamma_r(F_n) \geq \lfloor \frac{n}{3} \rfloor +$

1. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* F_n adalah $\gamma_r(F_n) \leq \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di F_n adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.18. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(F_n) \leq \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$.

Tabel 4. 18 Representasi $v \in V(F_n)$ terhadap S

v	$r(v/S)$	Kondisi
x_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-2}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{3} \rfloor - i + 1})$	i genap
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-3}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - i + 1})$	i ganjil
x_{n-1}	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\frac{n}{2} - 2}, 1, 1)$	n genap
x_{n-1}	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 2}, 0)$	n ganjil
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\frac{n}{2} - 2}, 0)$	n genap
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 2}, 1)$	n ganjil
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{\lfloor \frac{n}{3} \rfloor})$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* F_n adalah $\gamma_r(F_n) \geq \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(F_n) < \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$. Ambil $\gamma_r(F_n) < \lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1$. Graf kipas memiliki $n + 1$. Karena kita mengasumsikan $\lfloor \frac{n}{3} \rfloor$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf F_n sebagai berikut:

- (a) Jika $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$ titik berada di titik x_i , maka terdapat satu titik di x_i tidak didominasi oleh $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$ titik berada di titik x_i dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di x_i bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di x_i memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di F_n . Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari F_n adalah $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari F_n adalah $\gamma_r(F_n) \geq \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$ titik yang mendominasi di $x_i \in F_n$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(F_n) \leq \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$ dan $\gamma_r(F_n) \geq \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(F_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$.

Hasil monograf secara rinci dapat dilihat pada Lampiran E.1. Monograf ini menghasilkan sepuluh teorema yaitu.

- 1) Teorema 1. Graf bintang adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari S_n adalah $\gamma_r(S_n) = n$.
- 2) Teorema 2. Line graf bintang adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(S_n)$ adalah $\gamma_r(L(S_n)) = n - 1$.
- 3) Teorema 3. Middle graf bintang adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $M(S_n)$ adalah $\gamma_r(M(S_n)) = n$.
- 4) Teorema 4. Total graf bintang adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(S_n)$ adalah $\gamma_r(T(S_n)) = n$.
- 5) Teorema 5. Central graf bintang adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $C(S_n)$ adalah $\gamma_r(C(S_n)) = n$.

- 6) Teorema 6. Graf kipas adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari F_n adalah $\gamma_r(F_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil + 1$.
- 7) Teorema 7. Line graf kipas adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(F_n)$ adalah $\gamma_r(L(F_n)) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$.
- 8) Teorema 8. Middle graf kipas adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $M(F_n)$ adalah $\gamma_r(M(F_n)) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$.
- 9) Teorema 9. Total graf kipas adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(F_n)$ adalah $\gamma_r(T(F_n)) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$.
- 10) Teorema 10. Central graf kipas adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $C(F_n)$ adalah $\gamma_r(C(F_n)) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$.

4.8 Pembahasan

4.8.1 Pembahasan Profil Mahasiswa di Kelas Pengembangan

Berdasarkan hasil belajar mahasiswa dikelas pengembangan yang diperoleh dari hasil dokumentasi, ditemukan bahwa 2 mahasiswa berada pada kategori sangat tinggi, 29 mahasiswa berada pada kategori tinggi, 6 mahasiswa berada pada kategori sedang, 2 mahasiswa berada pada kategori cukup dan tidak ada mahasiswa yang berada pada kategori rendah.

4.8.2 Pembahasan Proses dan Hasil Pengembangan

Penelitian ini diawali dengan mengembangkan perangkat yang meliputi tahap investigasi awal, desain, realisasi/kontuksi, tahap tes, evaluasi dan revisi, dan tahap implementasi. Analisis awal pada tahap investigasi awal menghasilkan bahwa model pembelajaran yang digunakan pada kelas adalah menggunakan model konvensional di mana Dosen masih menjadi pusat pembelajaran yang menyebabkan mahasiswa menjadi pasif. Terdapat salah satu kajian dari teori graf yaitu *resolving domination number* yang memiliki konsep *dominating set* dan *metric dimension*. Spesifikasi tujuan dalam penelitian ini adalah mahasiswa dapat menentukan kardinalitas dan pelabelan graf berdasarkan *resolving domination*

number dan membuktikannya. Kemudian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini antara lain adalah RPP, LKM, soal tes (*pre test* dan *post test*), lembar observasi, angket, serta pedoman wawancara.

Seluruh perangkat pembelajaran yang dikembangkan didasarkan pada model pembelajaran *research based learning* dan indikator keterampilan metakognisi serta disesuaikan dengan materi *resolving domination number*. Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh 2 validator yang merupakan dosen pendidikan matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Hasil validasi kemudian dianalisis dengan menghitung nilai dari setiap perangkat yang dikembangkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai perhitungan pada perangkat yang dikembangkan yaitu RPP, LKM, soal tes (*pre test* dan *post test*), lembar observasi, angket dan pedoman wawancara berada di antara $3,50 \leq V_a \leq 4,00$, sehingga seluruh perangkat yang dikembangkan adalah valid dapat digunakan dalam penelitian ini.

4.8.3 Pembahasan Tahap Pelaksanaan dan Analisis Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi pembelajaran berbasis penelitian (RBL) pada keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number* pada graf. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis penelitian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa di kelas eksperimen.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan hasil belajar dan keterampilan metakognisi mahasiswa dilihat dari post-test yang dilakukan. Adapun hasil penelitian yang diperoleh pada kelas eksperimen sebagai berikut 67% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 23% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 10% berada pada kategori kurang bagus dalam keterampilan metakognisi. Sedangkan pada kelas kontrol sebagai berikut 56% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 29% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 15% berada pada kategori kurang bagus dalam keterampilan metakognisi.

Hasil uji independen diperoleh varians nilai sig. (2-tailed) $0.03183 < 0.05$. Dapat disimpulkan bahwa hasil postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *research based learning* di dalam pembelajarannya. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan teori yang disampaikan oleh Fatimah (2018) bahwa *research based learning* sangat membantu mahasiswa untuk lulus dari target nilai yang telah ditentukan. Hasil ini yang dicapai oleh kelas eksperimen menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran berperan penting dalam pemecahan masalah siswa. Kemampuan akhir yang diharapkan bahwa mahasiswa mencapai nilai sesuai dengan standar, meningkatkan keterampilan baru, meningkatkan atau mengembangkan kompetensi, mencoba memecahkan sesuatu yang menantang dan mencoba untuk mendapatkan pemahaman dan pengetahuan (Schunk. dkk, 2012). Hal yang sejalan juga disampaikan oleh (Suntusia, 2019) penelitian tersebut menemukan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian terhadap prestasi mahasiswa. *Research Based Learning* sebaiknya diterapkan di banyak jurusan untuk memperluas penelitian dalam studi di semua institusi, dan untuk menerapkan penelitian dalam pendidikan, hubungan antara penelitian dan pengajaran (Schapper.dkk, 2010).

4.8.4 Pembahasan Profil Metakognisi Mahasiswa

Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut: 56% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 29% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 15% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi. Sedangkan pada kelas eksperimen sebagai berikut 67% berada pada kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 23% berada pada kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 10% berada pada kategori kurang dalam keterampilan metakognisi.

4.8.5 Pembahasan Potret Fase Mahasiswa

Penelitian ini meneliti mengenai potret fase mahasiswa. Potret fase mahasiswa didasarkan pada keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan kajian *resolving domination number* pada graf. Potret fase diperoleh dari hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada mahasiswa. Peneliti memilih masing-masing 3 mahasiswa dalam setiap tingkatan pada keterampilan metakognisi. Mahasiswa yang terpilih ini merupakan mahasiswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada penelitian ini, terpilih 9 mahasiswa yang seluruhnya merupakan mahasiswa dari kelas eksperimen. Mahasiswa terpilih tersebut antara lain adalah 3 mahasiswa dalam kategori sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 3 mahasiswa dalam kategori bagus dalam keterampilan metakognisi dan 3 mahasiswa dalam kategori kurang bagus dalam keterampilan metakognisi. Wawancara ini dilakukan berdasarkan *post test* yang telah dikerjakan oleh mahasiswa terpilih.

Wawancara yang dilakukan terhadap 9 mahasiswa menghasilkan 2 jenis potret fase yang berbeda. Potret fase yang pertama adalah mahasiswa mulai mengerjakan dari kardinalitas terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan mengerjakan pelabelan dan soal yang lainnya. Sedangkan potret fase yang kedua adalah mahasiswa mengerjakan label terlebih dahulu, kemudian menghitung kardinalitas dan dilanjutkan dengan mengerjakan soal yang lainnya.

Dari wawancara yang telah dilakukan, terdapat perbedaan jumlah sub indikator yang berhasil dicapai oleh mahasiswa dengan keterampilan metakognisi yang berbeda pula. Mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus mengerjakan 12 sub indikator dari 12 sub indikator yang ada. Mahasiswa dengan keterampilan metakognisi bagus dapat mengerjakan 8-10 sub indikator dari 12 sub indikator yang ada. Mahasiswa dengan keterampilan metakognisi kurang bagus dapat mengerjakan 5-7 sub indikator dari 12 sub indikator yang ada.

4.8.6 Pembahasan Penelitian Terdahulu

Setiap penelitian memiliki keunikan masing-masing atau kebaruan yang membedakan dengan penelitian-penelitian terdahulu, baik itu perbedaan dalam segi metode, indikator atau hasil penelitian yang diukur maupun perbedaan dalam segi kebaruan.

a) *Research based learning*

Research based learning yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis keterampilan metakognisi mahasiswa melalui post tes, selain melalui post tes dengan menggunakan model *research based learning* tersebut mahasiswa mampu menemukan, mengkontruksi atau mengembangkan sendiri materi baru yang belum pernah diteliti sebelumnya, dan dalam penelitian ini materi yang digunakan adalah kajian *resolving domination number* pada graf. Kegiatan dan hasil tersebut menjadi kebaruan dalam penelitian *research based learning* jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian *research based learning* sebelumnya, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Slameto, Wardani dan Kristin yaitu “Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Riset untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Aras Tinggi” pada Mahasiswa PGSD diperoleh hasil penerapan perangkat pembelajaran didapatkan hasil tingkat berpikir mahasiswa berdasar kategori rendah sebesar 12,8%, kategori sedang 55,3% dan tinggi sebesar 31,9%.
- 2) Berdasar hasil penelitian yang dilakukan oleh Slameto yang berjudul “Pembelajaran Berbasis Riset Mewujudkan Pembelajaran yang Inspiratif” maka hasil analisis yang didapatkan ternyata empat pembelajaran berbasis riset (*active learning, inquiry based learning, problem based learning, peer instruction*) yang inspiratif secara implisit mampu meningkatkan hasil belajar mulai dari yang terendah sebesar 8% sampai yang tertinggi 35% dengan rata-rata 18,45%.
- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Hasan Asy yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Research Based Learning untuk Menganalisis

Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa dan Menghasilkan Monograf pada Materi Rainbow Connection”. Adapun penelitian tersebut menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran di dapat tingkat berfikir kreatif mahasiswa level 2 sebesar 18,75%, level 3 sebesar 6,25% dan level 4 sebesar 75%.

- 4) Penelitian yang dilakukan Suntuasia yang berjudul *The Effectiveness of Research Based Learning in Improving Students' Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems* yang menghasilkan ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian terhadap prestasi mahasiswa.
- 5) Penelitian yang dilakukan Tohir yang berjudul *Students Creative Thinking Skills in Solving Two Dimensional Arithmetic Series Through Research Based Learning* menghasilkan analisis data pada tugas 1 yaitu tingkat keterampilan berpikir kreatif siswa diklasifikasikan sebagai berikut; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai "tidak kreatif"; 38,89% siswa dikategorikan sebagai kategori "kurang kreatif"; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai "cukup kreatif"; dan 16,67% siswa dikategorikan sebagai "kreatif". Sebaliknya, hasil analisis data pada tugas 2 menemukan bahwa tingkat keterampilan berpikir kreatif siswa diklasifikasikan sebagai berikut; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai "cukup kreatif", 44,44% dari siswa dikategorikan sebagai "kreatif"; dan 33,33% siswa dikategorikan "sangat kreatif".
- 6) Penelitian yang dilakukan P L Wardani yang berjudul *The Analysis Of Research Based Learning Implementation in Improving Student Conjecturing Skills in Solving Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring* yang menghasilkan ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian terhadap peningkatan kemampuan *conjecturing* mahasiswa.
- 7) Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dafik, Bayu Suciato, Muhtadi Irvan dan Muhammad Abdul Rohim yang berjudul *the analysis of student*

metacognition skill in solving rainbow connection problem under the implementation of research based learning model yang menghasilkan ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis penelitian terhadap peningkatan keterampilan metakognisi mahasiswa.

b) Keterampilan metakognisi

- 1) Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dafik, Bayu Suciarto, Muhtadi Irvan dan Muhammad Abdul Rohim yang berjudul *the analysis of student metacognition skill in solving rainbow connection problem under the implementation of research based learning model*, dengan hasil penelitian yaitu pada kelas kontrol 31% mahasiswa dikategorikan sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 29% mahasiswa dikategorikan bagus dalam keterampilan metakognisi dan 40% mahasiswa dikategorikan kurang bagus dalam keterampilan metakognisi. Sedangkan pada kelas eksperimen menunjukkan hasil bahwa 67% mahasiswa dikategorikan sangat bagus dalam keterampilan metakognisi, 23% mahasiswa dikategorikan bagus dalam keterampilan metakognisi dan 10% mahasiswa dikategorikan kurang bagus dalam keterampilan metakognisi.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh M Anwarudin dan Dafik yang berjudul *The analysis of students' metacognition in solving local wisdom based mathematical problems and the application of murder strategy to increase their metacognition ability* menunjukkan bahwa keragaman kemampuan metakognisi siswa dalam memecahkan masalah berdasarkan matematika berbasis kearifan lokal dibagi menjadi metakognisi yang lemah, sedang, dan kuat. Siswa dengan kemampuan metakognisi yang kuat mampu melampaui fase metakognisi sendiri. Yang moderat harus lebih hati-hati terutama pada fase pemeriksaan ulang. Dan yang lemah harus diberi pemicu untuk bangkit langkah perencanaan mereka sampai percaya jawabannya.
- 3) Penelitian terdahulu yang dilakukan Suratno, Nurul Komaria, Yushardi, Dafik dan Ivan Wicaksono yang berjudul *The Effect of Using Synectics Model on Creative Thinking and Metacognition Skills of Junior High*

School Students menunjukkan bahwa secara umum rata-rata keterampilan berpikir kreatif setelah belajar dengan model synectic berkisar dari skor 68,14, sedangkan rata-rata keterampilan metakognisi adalah 72,48. Selanjutnya, analisis korelasi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif dan metakognisi memiliki nilai korelasi 0,873. Ini menunjukkan bahwa ada korelasi kuat antara pemikiran kreatif dan keterampilan metakognisi.

- 4) Penelitian yang dilakukan oleh Olivia Theresia Kundra dan Haniek Sri Pratini yang berjudul “Proses Berpikir Mahasiswa Ditinjau dari Kemampuan Metakognisi Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Matematika” menunjukkan bahwa Kemampuan metakognisi mahasiswa tidak selalu dapat dilihat dalam proses pemecahan masalah.
- 5) Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu Sri Waskitoningtyas yang berjudul “Pembelajaran Matematika dengan Kemampuan Metakognitif Berbasis Pemecahan Masalah Kontektual Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Balikpapan” menunjukkan bahwa mahasiswa yang mempunyai kemampuan metakognisi yang baik cenderung dapat memecahkan masalah yang dihadapinya dengan baik melalui penerahan kesadaran dan pengaturan berpikir yang dilakukannya.
- 6) Penelitian yang dilakukan oleh Zahra Chairani yang berjudul “Perilaku Metakognisi Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika” menunjukkan bahwa Content metakognisi adalah pengetahuan, skill dan informasi tentang kognisi (bagian dari mental), selama kognisi dan sesuatunya berada pada dunia nyata dan gambaran mental (misalnya objek, kejadian, fisik, fenomena, simbol, keterampilan untuk mengatasi kesulitannya, dan informasi dalam tugas).

4.8.7 Pembahasan Monograf

Monograf yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berupa buku yang berisi materi *resolving domination number*. Buku tersebut berisi definisi dan teorema yang ditemukan oleh peneliti beserta pembuktiannya yang berkaitan

dengan *resolving domination number*. Selain itu, terdapat juga hasil penelitian dari peneliti sebelumnya.

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dari hasil penelitian kualitatif maupun kuantitatif, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran *research based learning* sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa pada kajian *resolving domination number*.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang 5.1 Kesimpulan dan 5.2 Saran kepada peneliti selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis implementasi perangkat pembelajaran dengan model *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa pada kajian *resolving domination number* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Profil hasil belajar mahasiswa di kelas pengembangan adalah sebagai berikut
5% mahasiswa kategori sangat tinggi, 74% mahasiswa kategori tinggi, 16% mahasiswa kategori sedang, 5% mahasiswa kategori cukup dan tidak ada atau 0% mahasiswa kategori rendah.
2. Proses pengembangan perangkat pembelajaran ini menggunakan model Plomp. Tahap-tahap yang dilakukan meliputi:
 - a. Tahap investigasi awal yaitu analisis teori pendukung pengembangan perangkat pembelajaran matematika, analisis mahasiswa, analisis materi, analisis indikator keterampilan metakognisi dan merencanakan kegiatan lanjutan.
 - b. Tahap desain yaitu pemilihan format dan proses pengembang perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan, meliputi penyusunan rencana pembelajaran, LKM, angket, lembar observasi dan pre-test serta post tes dengan menggunakan indikator keterampilan metakognisi di dalamnya dan materi yang dibahas adalah *resolving domination number*.
 - c. Tahap realisasi. Pada tahap ini, desain yang telah dibuat diadakan sebagai dasar pembuatan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang disebut sebagai prototipe 1.
 - d. Tahap tes, evaluasi, dan revisi. Pada tahap ini, prototipe 1 yang dihasilkan diuji dan dievaluasi. Dalam hal ini perangkat pembelajaran

- yang dihasilkan dilihat kualitasnya, yaitu dengan melakukan validasi secara teoritis dan uji coba lapangan.
- e. Tahap implementasi, dalam penelitian ini tahap implementasi dilakukan pada mahasiswa S1 Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
3. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran dengan model *research based learning* untuk mengukur keterampilan metakognisi mahasiswa pada kajian *resolving domination number*, meliputi rencana pelaksanaan perkuliahan, LKM, *pre-test* dan *post-test*, lembar observasi dan angket. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Kriteria tersebut dijabarkan sebagai berikut.
- a. Perangkat yang dikembangkan memenuhi kategori sangat valid ditunjukkan dengan koefisien validitas rencana pelaksanaan perkuliahan sebesar 3,82; lembar kerja mahasiswa sebesar 3,85, *pre-test* dan *post-test* sebesar 3,83; lembar observasi aktivitas mahasiswa sebesar 3,67; lembar observasi aktivitas pendidik sebesar 3,83 dan angket respon mahasiswa sebesar 3,83 dengan demikian perangkat dikatakan valid.
 - b. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas pendidik dalam mengelola pembelajaran. Aktivitas pendidik dalam mengelola pembelajaran pada pertemuan pertama 3,76 dengan persentase 94% baik dan pada pertemuan kedua mencapai 3,72 dengan persentase 93% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran dapat dikatakan praktis karena persentase aktivitas pendidik dalam mengelola pembelajaran mencapai $\geq 80\%$.
 - c. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan persentase aktivitas mahasiswa, hasil respon mahasiswa dan hasil belajar mahasiswa (hasil *post-test*) menunjukkan kategori baik, seperti uraian berikut ini.

- Persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 3,87 dengan persentase 96,75% dengan kategori baik dan pada pertemuan kedua mencapai 3,87 dengan persentase 96,75% dengan kategori baik. Dalam hal ini menunjukkan mahasiswa aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning*.
 - Persentase respon mahasiswa terhadap pembelajaran dengan jawaban “Ya” mencapai 38,87 dengan persentase 94,90% dan jawaban “tidak” mencapai 2,13 dengan persentase 5,10%. Dalam hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa menyukai perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning*.
 - Persentase mahasiswa yang tuntas dalam pembelajaran menggunakan model *research based learning* sebesar 93% dan yang tidak tuntas sebesar 7%. Ketuntasan secara klasikal diatas 75%, sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif untuk digunakan.
4. Hasil uji independen memperoleh hasil nilai sig. (2-tailed) $0,03183 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh *research based learning* terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.
 5. Profil metakognisi mahasiswa pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran model *research based learning* memperoleh hasil 67% mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, 23% mahasiswa dengan keterampilan metakognis bagus dan 10% mahasiswa dengan keterampilan metakognis kurang bagus. Sedangkan profil metakognisi mahasiswa pada kelas kontrol yang telah diterapkan pembelajaran model konvensional memperoleh hasil 56% mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, 29% mahasiswa dengan keterampilan metakognis bagus dan 15% mahasiswa dengan keterampilan metakognis kurang bagus
 6. Potret fase keterampilan metakognisi yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan keterampilan metakognisi sangat bagus, keterampilan metakognisi bagus dan keterampilan metakognisi kurang bagus.

7. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti dan mahasiswa berupa *resolving domination number* dari graf bintang dan kipas.

5.2 Saran

Terkait dengan penelitian analisis dan pengembangan perangkat pembelajaran, terdapat beberapa saran atau masukan sebagai berikut.

- 1) Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning* pada kajian *resolving domination number*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain selain untuk membantu pemahaman konsep juga sebagai syarat memperkenalkan teknik penelitian pada tugas akhir nanti.
- 2) Untuk mengetahui lebih lanjut baik atau tidaknya perangkat yang telah dikembangkan ini, maka disarankan pada peneliti untuk menguji cobakan perangkat pada mahasiswa tingkat berbeda atau pada universitas yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkadrie, R.P., Mirza, A., dan Hamdani, 2015. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Level Metakognisi dalam Pemecahan Masalah Pertidaksamaan Kuadrat di SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran untan*, 4 (12), 1–13.
- Amir, M., Muris, dan Arsyad, M., 2015. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pengalaman pada peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 9 Pinrang. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (Jspf)*, 11 (3), 202–213.
- Anggo, M., 2011. Pelibatan Metakognisi dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 01 (01), 25–32.
- Anggraini, D. D., Dafik, dan Slamini, 2019. The analysis of implementation of discovery learning to improve student ' s creative thinking skill in local super antimagic total face coloring problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211.
- Anwarudin, M. dan dafik, 2019. The analysis of students' metacognition in solving local wisdom based mathematical problems and the application of murder strategy to increase their metacognition ability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 243(1) p. 012051 IOP Publishing.
- Arifin, P., 2010. *Research Based Learnig*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Cahyanti, A.E., 2016. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pendekatan Sainifik Model Problem Based Learning dan High Order Thinking Materi Barisan dan Deret SMK Kelas X*. Jember: Universitas Jember.
- Chairani, Z., 2015. Perilaku metakognisi siswa dalam pemecahan masalah matematika. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1 (3), 200–210.
- Creswell, J.W., 2009. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Third Edit. United States of America: SAGE Publication, Inc.
- Dafik, 2015a. Teori Graf, Aplikasi dan Tumbuhnya Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Pidato Pengukuhan Guru Besar*, 1–26.
- Dafik, 2015b. *Konsep Pengembangan Research Based Learning dan Keterampilan Saitasi*. Jember: LP3 Universitas Jember.
- Dafik, 2016. *Pengembangan PBR (Pembelajaran Berbasis Riset) dalam Mata Kuliah*. Jember: Universitas Jember.
- Dafik, Sucianto, B., Irvan, M., dan Rohim, M. A, 2019. The Analysis of Student

Metacognition Skill in Solving Rainbow Connection Problem under the Implementation of Research-Based Learning Model. *International Journal of Instruction*, 12(4).

Darmojo, H. dan Kaligis, J.R.E., 1991. *Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) II, Jakarta*. Jakarta: Dirjen DIKTI, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Depdikbud.

Fatimah I.S., dan Anas, A.K. 2018. Incorporating Research in Chemistry Courses: Research Data-Based Learning. *International Journal of Engineering & Technology* 7(229) 476-479.

Gama, C., 2004. Metacognition in Interactive Learning Environments: The Reflection Assistant Model. *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, (200275), 668–677.

Haryati, S., 2017. Pembelajaran Berbasis Riset sebagai Implementasi Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Alfa*, 422–433.

Hobri, 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila.

Hobri, Dafik, dan Hossain, A., 2018. The Implementation of Learning Together in Improving Students ' Mathematical Performance. *International Journal of Instruction*, 11 (2), 483–496.

Kartika, D. L., Riyadi., Sujadi, I., 2015. Proses Metakognisi Dalam Pemecahan Masalah Matematika Kelas XI di SMA Negeri Banyumas. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 3 (9), 1021–1034.

Kelly, A. V. 2006. *The Curriculum Theory and Practice*. London: Sage Production.

Kumorotomo, W., 2017. Penelitian, Publikasi dan Pembuatan Monografi. In: *Lokakarya Monografi LPPM Universitas Jendral Soedirman*.

Kundre, O.T. dan Pratini, H.S., 2019. Proses Berpikir Mahasiswa Ditinjau dari Kemampuan Metakognisi Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Matematika. *Journal of The Indonesian Mathematics Education Society*, 1 (1), 1–10.

Lai, E.R., 2011. *Metacognition : A Literature Review Research Report*.

Leighton, J.P., 2009. Two Types of Think Aloud Interviews for Educational easurement: Protocol and Verbal Analysis. *National Council on Management in Education*, (410), 1–27.

- Livingston, J., 2003. Metacognition: An Overview. *Educational resources information center*, 1–7.
- Memnun, D.S. dan Hart, L.C., 2012. Elementary School Mathematics Teacher Trainees Metacognitive Awareness Levels: Turkey Case. *Journal of International Education Research (JIER)*, 8 (2), 173–182.
- Ningsih, R., Asbar, A.I., dan Masruhim, M.A., 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kinerja Dalam Menyusun Laporan Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan*, 1 (11), 2172–2177.
- Nurhayati, Hartoyo, A., dan Hamdani, 2017. Kemampuan Metakognisi Siswa dalam Pemecahan Masalah pada Materi Bangun Datar Di Kelas VII SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan*, 1–13.
- Pai'pinan, M., 2015. Profil Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Masalah Terbuka Geometri Ditinjau dari Perbedaan Gender. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pembelajarannya*, 1 (1), 67–79.
- Panjaitan, B., 2008. Metakognisi Mahasiswa calon Guru dalam Memecahkan Masalah Matematika Kontekstual di Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas HKBP Nonmensen [online]. *Repository Universitas HKBP Nonmensen*.
- Peraturan Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2015, 2015. *Standar Nasional Pendidikan Tinggi*. 28 Desember. Jakarta.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012, 2012. *Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Politeknik Negeri Sriwijaya, 2008. *Buku Pedoman Pembuatan Silabus Satuan, Acara Perkuliahan (SAP) Dan Acara Praktik (AP)*. Edisi II. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Purwanto. 2009. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rohati, 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) Pada Materi Volume Bangun Ruang Sisi Datar yang Mendukung Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Di SMP. *Edumatica*, 05 (02).
- Salimi, M., Susiani, T.S., dan Hidayah, R., 2017. Research-Based Learning Sebagai Alternatif Model Pembelajaran di Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan. *JPSD*, 3 (1), 1–9.
- Schapper, J., dan Mayson, S.E. 2010. *Research-led Teaching: Moving from a*

Fractured Engagement to a Marriage of Convenience. Higher Education Research & Development 29 hal.641-651.

Schunk, D. H. 2012. *Learning Theories and Educational Perspective Sixth Edition (6th Edition of Learning: Perspective)*. Yogyakarta: Student Literature.

Septory, B.J., Dafik, dan Tirta, I.M., 2019. The analysis of students' combinatorial thinking skills in solving r- dynamic vertex coloring under the implementation of problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211.

Setyadi, D., 2018. Proses Metakognisi Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika (Studi Kasus Pada Mahasiswa Pendidikan Matematika UKSW). *Kreano*, 9 (1), 93–99.

Shadiq, F., 2007. Apa dan Mengapa Matematika Begitu Penting?, 1–10.

Sholihah, U., 2016. Metacognition Students In Problem Solving. In: *Proceeding of 3rd International Conference on Research, Implementanion and Education of Mathematics and Science*. 253–256.

Slameto, S. 2015. Pembelajaran Berbasis Riset Mewujudkan Pembelajaran Yang Inspiratif. *Satya Widya*, 31(2), 102-112.

Slameto, Wardani, N.S., dan Kristin, F., 2016. Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Riset untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Aras Tinggi. *Prosiding Konsep Karya IlmiahUniveristas Kristen Satya Wacana*, 2.

Sophianingtyas, F. dan Sugiarto, B., 2013. Identifikasi Level Metakognisi dalam Memecahkan Masalah Materi Perhitungan Kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, 2 (1), 21–27.

Sugiyono, 2014. *Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono, 2016. *Cara Mudah Menyusun: Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Cetakan ke. Bandung: Alfabeta.

Suntusia, S., Dafik, dan Hobri, 2018. The Effectiveness of Research Based Learning in Improving Students' Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems. *International Journal of Instruction*, 12 (1), 17–32.

Suratno, Komaria, N., Yushardi, Dafik dan Wicaksono, I. 2019. The Effect of Using Synectics Model on Creative Thinking and Metacognition Skills of Junior High School Students. *International Journal of Instruction*, 12(3).

Sutikno, 2017. Monograf Dari Hasil Penelitian. In: *Lembaga Penelitian dan*

Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Semarang.

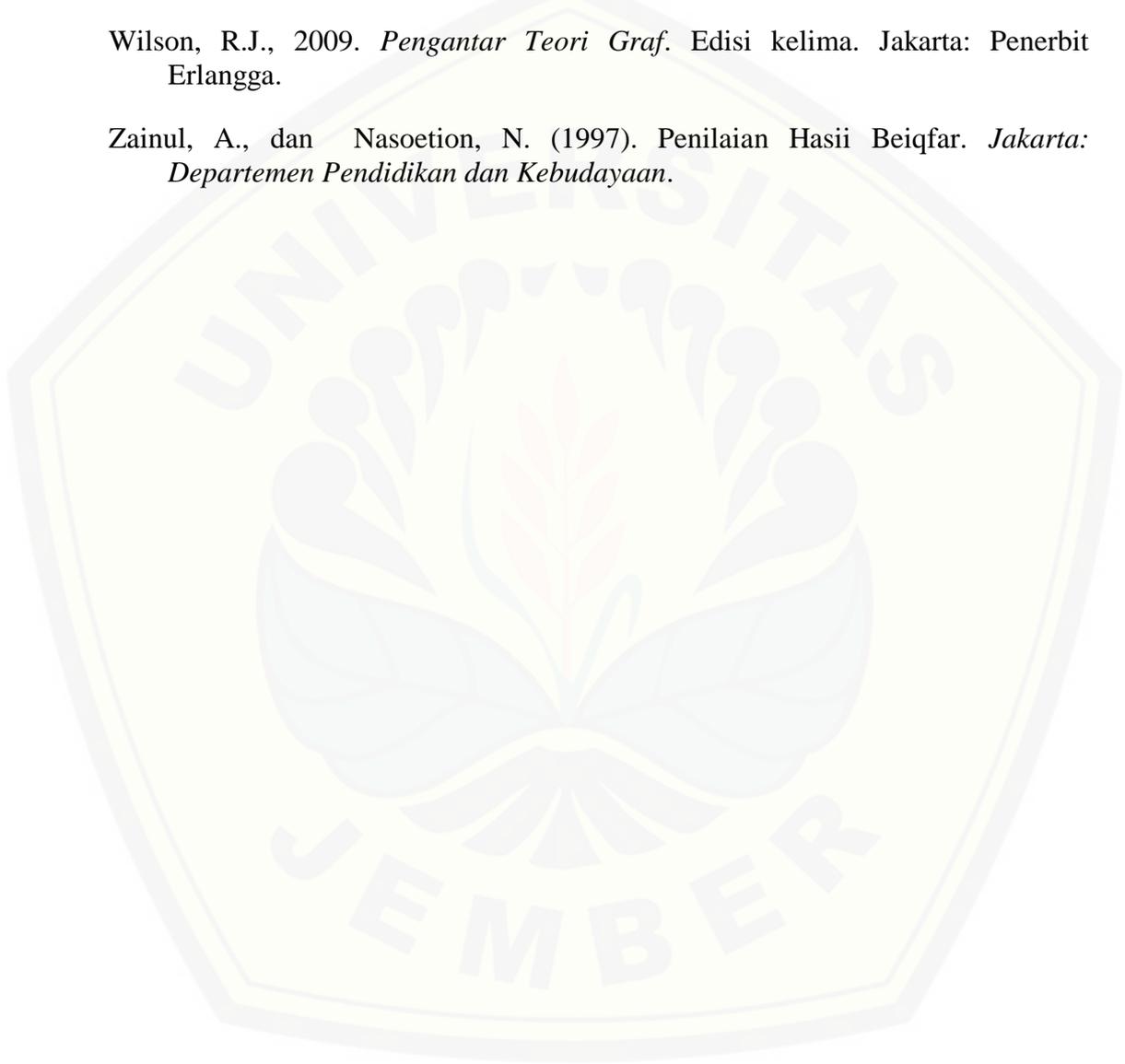
- Syaibani, H.A., Dafik, dan Hobri, 2017. The Analysis of Student's Creative Thinking Skills in Solving "Rainbow Connection" Problem through Research Based Learning. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 4 (8), 3783–3788.
- Tambun, H., 2017. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Melatihkan Keterampilan Metakognitif Siswa Kelas XI SMA. *Jurnal Profesi Keguruan*, 3 (2), 154–159.
- Taufiq, A., Marhaenanto, B., Sujanarko, B., Hamzah, Z., Suratno, Dafik, Hobri, Ferdhani, A.E., dan Kuswardhani, N., 2018. *Pedoman Perencanaan, Pelaksanaan dan Penilaian Pembelajaran di Lingkungan Universitas Jember (Keputusan Rektor Universitas Jember Nomor 12609/UN25/KP/2018)*. Jember: Universitas Jember.
- Tohir, M., Abidin, Z., Dafik, dan Hobri, 2018. Students creative thinking skills in solving two dimensional arithmetic series through research-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1008.
- Trianto, 2010. *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003. *Sistem Pendidikan Nasional*. 8 Juli 2003. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 4301. Jakarta.
- Wahyuni, F., 2017. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMP Negeri 3 Sunggul. *MES (Journal of Mathematics Education and Science)*, 2 (2), 17–29.
- Wardani, P.L., Dafik, dan Tirta, I.M., 2019. The analysis of research based learning implementation in improving students conjecturing skills in solving local antimagic vertex dynamic coloring. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211.
- Waskitoningtyas, R.S., 2015. Pembelajaran Matematika dengan Kemampuan Metakognitif Berbasis Pemecahan Masalah Kontektual Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Balikpapan. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1 (3), 211–219.
- Wibowo, R., Zulfikar, Paramu, H., Rato, D., Addy, H.S., Sulistyaningsih, E., Bukhori, S., Tallapessy, A., Gianawati, N.D., Siswoyo, Rijadi, A., dan Nawiyanto, 2013. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah (Berlaku untuk Penulisan*

Tugas Akhir Program D3, S1 s.d. S3 dan Profesi di Lingkungan UNEJ. Pedoman Penulisan Karya Ilmiah. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.

Widayati, D.T., Lakananto, D., Rahayuningsih, E., Sutapa, G., Harsono, Sancayaningsih, R.P., dan Sajarwa, 2010. *Pedoman Umum Pembelajaran Berbasis Riset (PUPBR)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Wilson, R.J., 2009. *Pengantar Teori Graf*. Edisi kelima. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Zainul, A., dan Nasoetion, N. (1997). *Penilaian Hasil Belajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.



LAMPIRAN A.1

Matrik Penelitian

Nama : Yustinus Wangguway
 NIM : 180220101018
 Dosen Pembimbing I : Prof. Drs. Slamir. M.Comp.Sc., Ph.D.
 Dosen Pembimbing II : Prof. Drs. Dafik. M.Sc., Ph.D.

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Analisis Implementasi Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah <i>Resolving Domination Number</i> pada	1) Bagaimanakah profil hasil belajar mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan dalam kajian graf? 2) Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan <i>research based learning</i> pada kajian <i>resolving domination number</i> ? 3) Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan <i>research based learning</i> pada kajian <i>resolving domination number</i> ? 4) Adakah pengaruh penerapan pembelajaran matematika berdasarkan <i>research based learning</i> terhadap keterampilan	1) Keterampilan metakognisi 2) Pembelajaran matematika berdasarkan <i>Research Based Learning</i> (RBL)	Keterampilan Metakognisi: 1. Perencanaan (<i>Planing</i>) 2. Pemantauan (<i>Monitoring</i>) 3. Pemeriksaan (<i>checking</i>) <i>Research Based Learning</i> (RBL): a. <i>Exposure stage</i> b. <i>Experience stage</i> c. <i>Capstone stage</i>	1) Mahasiswa 2) Dosen pengampu matakuliah	Penelitian Kombinasi (<i>Mix Method</i>) dengan desain Penelitian Model <i>Sequential Exploratory</i> meliputi: 1) Penelitian kualitatif (RM 1) 2) Penelitian Pengembangan (RM 2 dan 3) 3) Penelitian eksperimen (RM 4) 4) Penelitian

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Graf	<p>berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kajian <i>resolving domination number</i>?</p> <p>5) Bagaimanakah level keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan <i>resolving domination number</i>?</p> <p>6) Bagaimana potret fase keterampilan metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada kajian <i>resolving domination number</i>?</p> <p>7) Bagaimana bentuk monograf hasil implementasi penerapan perangkat pembelajaran <i>research based learning</i> pada kajian <i>resolving domination number</i>?</p>				Kualitatif (RM 5 dan 6)

LAMPIRAN A.2

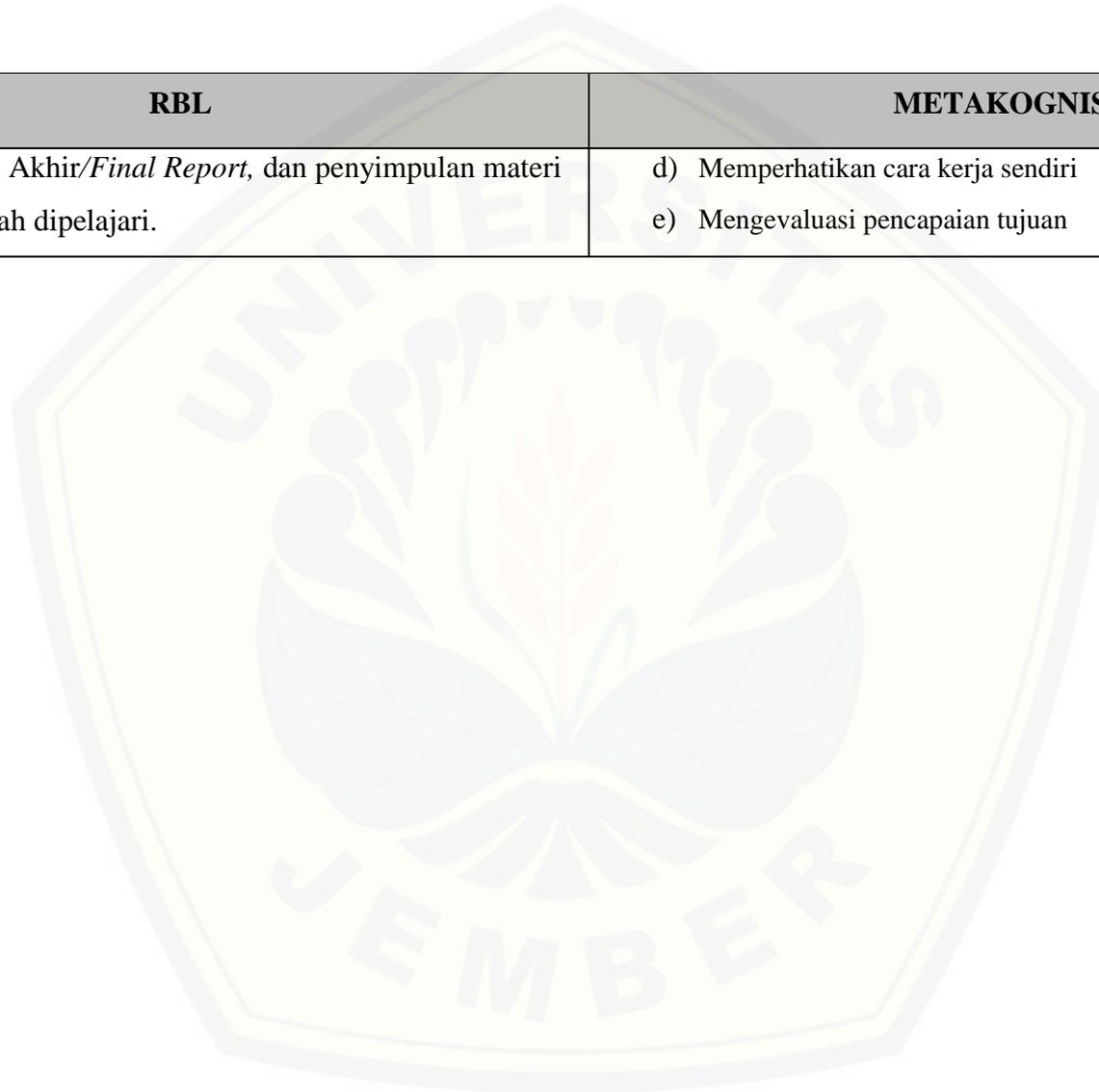
KISI-KISI PERANGKAT PEMBELAJARAN

No	Indikator	Perangkat Pembelajaran				Pendekatan saintifik	RBL	Keterampilan Metakognisi
		Silabus	RPS	LKM	Monograf			
1	Menentukan graf	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Mengamati gambar pada riset 1	Mengamati hasil karya mahasiswa	Mengamati	<i>Exposure stage</i>	Merencanakan
2	Menentukan kardinalitas dari suatu graf	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Mengoment ari langkah-langkah pada riset 1	-	Menanya	<i>Exposure stage</i>	Merencanakan
3	Menentukan <i>resolving domination number</i> Pada graf	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Dilakukan pada saat mengerjakan soal-soal yang ada	-	Menalar	<i>Experience stage</i>	Memonitor
4	Menarik kesimpulan hingga membentuk suatu teorema	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Mempresent sikan hasil kelompok	-	Mengkomuni kasikan	<i>Capstone stage</i>	Mengevaluasi

INDIKATOR RBL DAN METAKOGNISI

RBL	METAKOGNISI
<ul style="list-style-type: none"> • Exposure stage <ul style="list-style-type: none"> a. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok b. Pembagian LKM mengenai materi pembelajaran yang akan dipelajari c. Memperhatikan dosen dalam mengenalkan LKM yang telah diberikan. d. Pemberian referensi (pengetahuan awal) serta e. Mengemukakan hipotesis. • Experience stage <ul style="list-style-type: none"> a. Melaksanakan riset sesuai langkah LKM. b. Berdiskusi dan menulis hasil riset pada lembar yang disediakan • Capstone stage <ul style="list-style-type: none"> a. Mempresentasikan hasil diskusi, memberikan tanggapan presentasi kelompok lain, mengumpulkan LKM 	<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan (Planning) <ul style="list-style-type: none"> a) Membaca dan menguraikan masalah b) Dapat memprediksi rencana penyelesaian masalah c) Dapat memperoleh rencana penyelesaiannya d) Mampu melibatkan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan masalah e) Mengetahui mengapa menggunakan notasi ini • Pemantauan (Monitoring) <ul style="list-style-type: none"> a) Menyakini rencana penyelesaian yang dipilih benar b) Melakukan langkah kerja yang benar c) Memeriksa kebenaran langkah d) Mampu mengatur hasilnya e) Analisis kesesuaian rencana yang dibuat dengan pelaksanaan • Pemeriksaan (Checking) <ul style="list-style-type: none"> a) Memeriksa kembali pengerjaannya b) Dapat menentukan dengan cara yang berbeda c) Mampu menerapkan metode ini untuk soal yang lain

RBL	METAKOGNISI
b. Laporan Akhir/ <i>Final Report</i> , dan penyimpulan materi yang telah dipelajari.	d) Memperhatikan cara kerja sendiri e) Mengevaluasi pencapaian tujuan



LAMPIRAN A.3

 UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN JURUSAN PENDIDIKAN MIPA PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA	
SILABUS	
Nama Mata Kuliah	: Kombinatorika
Kode Mata Kuliah	: KPM1313
Semester	: 3
SKS	: 2
Dosen Pengampu Mata Kuliah	: Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D. [A]
Tim Pengajar	: Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd. [B] Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd. [C]
Deskripsi Mata Kuliah	: Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	: <p>Sikap: S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila</p> <p>Pengetahuan: PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya</p> <p>Ketrampilan Umum: KUI Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS</p> <p>Ketrampilan Khusus: Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>)</p> <p>CP Mata Kuliah</p> <p>(1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian) kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait <p>(2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik</p> <ol style="list-style-type: none"> Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam

	<p>bentuk notasi rekursif</p> <p>c) Menggunakan induksi matematika dalam pembuktian pernyataan-pernyataan matematika</p> <p>d) Menggunakan teorema-teorema dalam teknik menghitung tingkat dasar maupun tingkat lanjut dalam penyelesaian masalah</p> <p>e) Memodelkan permasalahan matematika dalam bentuk persamaan relasi rekurensi</p>
Bahan Kajian	<p>:</p> <p>Materi perkuliahan dibagi menjadi dua pokok bahasan yaitu:</p> <p>(1) Teknik menghitung meliputi: teknik menghitung tingkat dasar, prinsip sarang merpati, permutasi dan kombinasi, koefisien binomial, dan generalisasi permutasi dan kombinasi</p> <p>(2) Menghitung tingkat lanjut meliputi: definisi relasi rekurensi, memodelkan permasalahan menggunakan relasi rekurensi, solusi relasi rekurensi homogen, solusi relasi rekurensi non homogen, fungsi pembangkit, prinsip inklusi-eksklusi dan penerapannya.</p>
Referensi	<p>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gallier, Jean. 2011. Discrete Mathematics. New York: Springer. 2. Goodaire, Edgar G & Parmenter, Michael M. 2002. Discrete Mathematics with Graph Theory Second Edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 3. Lovaz, Pelikan & Vesztergombi. 2003. Discrete Mathematics: Elementary and Beyond. New York : Spinger-verlag. 4. Lipschutz dan Lipson. 2007. Scaum' series: Discrete mathematics third editions. New york: McGraw-Hill 5. Rao, G. Shanker. 2009. Discrete Mathematical Structures, Second Edition. New Delhi: New Age International Limited Publishers 6. Rosen, Kenneth H. 2003. Discrete Mathematics and Its Applications. New York : McGraw-Hill.

LAMPIRAN A.4

 UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN JURUSAN PENDIDIKAN MIPA PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA						
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)						
MATA KULIAH	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)	SEMESTER	Tgl Penyusunan	
Kombinatorika	KPM1313	Mata Kuliah Pilihan	2	3	25 Februari 2019	
OTORISASI	Dosen Pengembang RPS	Koordinator Matakuliah	Ketua Program Studi	Dekan		
	Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd.	Prof. Drs. Slamim, M.Comp.Sc., Ph.D.	Susi Setiawani, S.Si., M.Sc.	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.		
Capaian Pembelajaran (CP)	<p>CPL – Prodi</p> <p>Sikap: S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila</p> <p>Pengetahuan: PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya</p> <p>Ketrampilan Umum: KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS</p> <p>Ketrampilan Khusus: Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>)</p> <p>CP-MK</p> <p>(1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian) kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait <p>(2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik</p> <ol style="list-style-type: none"> Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam bentuk notasi rekursif Menggunakan induksi matematika dalam pembuktian pernyataan-pernyataan matematika 					

	d) Menggunakan teorema-teorema dalam teknik menghitung tingkat dasar maupun tingkat lanjut dalam penyelesaian masalah e) Memodelkan permasalahan matematika dalam bentuk persamaan relasi rekurensi					
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.					
Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan	Materi perkuliahan dibagi menjadi dua pokok bahasan yaitu: (1) Teknik menghitung meliputi: teknik menghitung tingkat dasar, prinsip sarang merpati, permutasi dan kombinasi, koefisien binomial, dan generalisasi permutasi dan kombinasi (2) Menghitung tingkat lanjut meliputi: definisi relasi rekurensi, memodelkan permasalahan menggunakan relasi rekurensi, solusi relasi rekurensi homogen, solusi relasi rekurensi non homogen, fungsi pembangkit, prinsip inklusi-eksklusi dan penerapannya.					
Daftar Pustaka/ Referensi	1. Gallier, Jean. 2011. Discrete Mathematics. New York: Springer. 2. Goodaire, Edgar G & Parmenter, Michael M. 2002. Discrete Mathematics with Graph Theory Second Edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 3. Lovaz, Pelikan & Vesztergombi. 2003. Discrete Mathematics: Elementary and Beyond. New York : Spinger-verlag. 4. Lipschutz dan Lipson. 2007. Scaum' series: Discrete mathematics third editions. New york: McGraw-Hill 5. Rao, G. Shanker. 2009. Discrete Mathematical Structures, Second Edition. New Delhi: New Age International Limited Publishers 6. Rosen, Kenneth H. 2003. Discrete Mathematics and Its Aplications. New York : McGraw-Hill.					
Media Pembelajaran	<i>Software</i>			<i>Hardware</i>		
	1. MS Power Point/Pdf Viewer 2. LaTeX 3. Browser: E-learning UNEJ			1. Proyektor/LCD 2. Pointer 3. Laptop / Komputer		
Team Teaching	Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D. Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd					
Matakuliah Prasarat	-					
Pert. ke-	Kemampuan Akhir yang diharapkan	Indikator	Kriteria dan Bentuk Penilaian	Metode Pembelajaran [Estimasi Waktu]	Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
1-5	<ul style="list-style-type: none"> Memahami isi Kontrak Kuliah, dan Dokumen Pembelajaran Memahami teknis dasar perhitungan serta mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah yang terkait Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep permutasi serta mampu menerapkan konsep dalam pemecahan masalah yang terkait Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep kombinasi serta mampu menerapkannya dalam pemecahan 	✓ Kemampuan mahasiswa dalam, memformulasikan, atau menganalisis konsep prinsip dasar perhitungan, kombinasi dan ekspansi binomial	Kriteria: ✓ Ketepatan penjelasan ✓ Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) ✓ Keterampilan pembuktian ✓ Keterampilan pembuktian ✓ Ketajaman analisis permutasi, kombinasi dan kebenaran konsep Metode:	Model: <i>direct learning</i> Metode: diskusi, ekspositori, dan <i>cooperative learning</i> [TM : 5(2*50 menit)]	<ul style="list-style-type: none"> Membahas kontrak kuliah Membahas objek kajian kombinatorik dan aplikasinya Aturan Dasar Perhitungan Permutasi Kombinasi Ekspansi Binomial 	Kognitif 8%

	<p>masalah yang terkait</p> <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep ekspansi binomial 		<ul style="list-style-type: none"> Non Tes (Dokumen) Lembar Observasi Penilaian sikap 1 (S1) - sikap 9 (S9) 			
6-7	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep peluang serta mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah yang terkait Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep peluang bersyarat dan peluang saling lepas serta mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah yang terkait 	<ul style="list-style-type: none"> Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan, mendeskripsikan, memformulasikan, atau menganalisis konsep peluang 	<p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ketepatan penjelasan Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) Keterampilan pembuktian Keterampilan pembuktian Ketajaman analisis pemahaman dan kebenaran konsep <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> Non Tes (Dokumen) Lembar Observasi Penilaian sikap 1 (S1) - sikap 9 (S9) 	<p>Model: <i>direct learning</i></p> <p>Metode: <i>small group discussion, Kooperatif learning, problem-based learning/inquiry.</i></p> <p>TM : 2*(2*50 menit) TS : 2*(2*60 menit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Peluang Peluang Saling Lepas Peluang Bersyarat 	Kognitif 7%
8	UJIAN TENGAH SEMESTER	Kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan/memecahkan permasalahan	<p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ketepatan penjelasan Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) Keterampilan pembuktian Keterampilan pembuktian Ketajaman analisis pemahaman dan kebenaran konsep <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tes (Dokumen) 	<p>TM : 1*(2*50 menit) TD : 1*(2*60 menit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aturan Dasar Perhitungan Permutasi Kombinasi Ekspansi Binomial Peluang Peluang Saling Lepas Peluang Bersyarat 	Kognitif 35 %
9-15	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis permasalahan-permasalahan yang dapat diselesaikan dengan konsep teknik menghitung tingkat lanjut Menggunakan dan menganalisis teorema- 	<ul style="list-style-type: none"> Kemampuan mahasiswa dalam memformulas 	<p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ketepatan penjelasan Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) 	<p>Model: <i>direct learning</i></p> <p>Metode:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definisi relasi rekurensi Pemodelan dengan relasi rekurensi Solusi relasi rekurensi linier 	Kognitif 15%

	<p>teorema dalam teknik menghitung tingkat lanjut dalam penyelesaian masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> Memodelkan permasalahan matematika dalam bentuk persamaan relasi rekurensi 	<p>ikan, atau menganalisis konsep tentang teknik menghitung tingkat lanjut serta kemampuan dalam penyelesaian masalah</p>	<ul style="list-style-type: none"> Keterampilan pembuktian Keterampilan pembuktian Ketajaman analisis pemahaman dan kebenaran konsep <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> Non Tes (Dokumen) Lembar Observasi Penilaian sikap 1 (S1) - sikap 9 (S9) 	<p><i>small group discussion, Kooperatif learning, problem-based learning/inquiry.</i></p> <p>TM : 6*(2*50 menit) TS : 6*(2*60 menit)</p>	<p>homogen</p> <ul style="list-style-type: none"> Solusi relasi rekurensi linier nonhomogen Fungsi pembangkit Prinsip inklusi-eksklusi Penerapan prinsip inklusi-eksklusi 	
16	UJIAN AKHIR SEMESTER	<ul style="list-style-type: none"> Kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan/memecahkan permasalahan 	<p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ketepatan penjelasan Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) Keterampilan pembuktian Keterampilan pembuktian Ketajaman analisis pemahaman dan kebenaran konsep <p>Metode: Tes (Dokumen)</p>	<p>TM : 1*(2*50 menit) TD : 1*(2*60 menit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Solusi relasi rekurensi linier homogen Solusi relasi rekurensi linier nonhomogen Fungsi pembangkit Prinsip inklusi-eksklusi Penerapan prinsip inklusi-eksklusi 	Kognitif 35%

LAMPIRAN A.5

RENCANA PELAKSANAAN PERKULIAHAN (RPP)

Fakultas	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Prodi	: Pendidikan Matematika
Mata Kuliah	: Kombinatorika
Bahan Kajian	: <i>Resolving Dominating</i>
Sub Bahan Kajian	: Kardinalitas, <i>dominating set</i> , <i>metric dimension</i> , <i>resolving domination number</i>

A. Indikator

No	Indikator	Sub Indikator
1.	Menentukan graf	Mahasiswa menentukan graf yang akan diteliti
2.	Menentukan kardinalitas dari suatu graf	1. Mahasiswa menentukan kardinalitas titik dari suatu graf 2. Mahasiswa menentukan kardinalitas sisi dari suatu graf
3.	Menentukan <i>resolving domination number</i> Pada graf	1. Mahasiswa menentukan <i>resolving dominating set</i> pada graf 2. Mahasiswa menentukan kardinalitas dari <i>resolving dominating set</i> . 3. Mahasiswa menentukan <i>resolving domination number</i> pada graf.
4.	Menarik kesimpulan hingga membentuk suatu teorema	Mahasiswa menarik kesimpulan hingga membentuk suatu teorema

B. Kemampuan Akhir

Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu mengembangkan *resolving domination number* dari suatu graf.

C. Materi Perkuliahan

Graf G dibentuk dari sebuah himpunan $V(G)$ yang memuat elemen-elemen yang disebut titik dan sebuah himpunan terhingga $E(G)$ yang memuat pasangan-pasangan elemen $V(G)$ yaitu pasangan titik yang ada di dalam $V(G)$

yang berbeda dan tak berurutan disebut sisi. Himpunan titik dinotasikan dengan $V(G)$ dan himpunan sisi dinotasikan dengan $E(G)$ dari graf G .

1. *Domination Number*

Domination Number yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$ adalah kardinalitas minimum dari sebuah *dominating set*. *Dominating set* dinotasika dengan S dimana $S \subseteq V(G)$. Batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik pada graf. Ketika paling sedikit satu titik yang dibutuhkan untuk *dominating set* di graf, maka $1 \leq \gamma(G) \leq n$ untuk setiap graf yang berordo n . Diketahui graf $G = (V, E)$. Misalkan D merupakan himpunan bagian dari V . Jika setiap titik dari $V - D$ saling bertetangga sedikitnya dengan satu titik dari D , maka D dikatakan himpunan dominasi dalam graf.

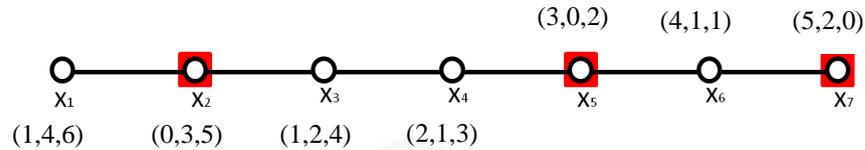
2. *Metric Dimension*

Harary (1976) memberikan definisi dimensi metrik adalah kardinalitas minimum himpunan pembeda (*resolving set*) pada G . Untuk titik u dan v dalam graf G , jarak $d(u,v)$ adalah panjang dari lintasan terpendek antara u dan v pada G . Untuk himpunan terurut $W = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ dari titik dalam graf terhubung G dan titik r pada G adalah vektor- k (pasangan k -tuple), $r(v/W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_k))$ menunjukkan representasi dari v pada W . Himpunan W dinamakan himpunan pembeda (*resolving set*) G jika titik G mempunyai representasi berbeda. Himpunan pembeda dengan kardinalitas minimum disebut himpunan pembeda minimum dan kardinalitas tersebut menyatakan dimensi metrik dari G yang dinotasikan dengan $dim(G)$.

3. *Resolving Domination Number*

Resolving Domination Number adalah penggabungan dari kajian *domination number* dan *metric dimension*. *Resolving Domination Number* adalah kardinalitas minimum dari *resolving dominating set*. *Resolving Domination Number* yang dinotasikan dengan $\gamma_r(G)$ memiliki syarat yaitu sebuah *domination number* dan memiliki kondisi *metric dimension*.

Berikut ini, diberikan contoh *resolving domination number* dalam Gambar 1.



Gambar 1. $\gamma_r(P_7) = 3$

Berdasarkan gambar 1, graf lintasan adalah graf yang terhubung dengan himpunan titik $V(P_7) = \{x_i; 1 \leq i \leq 7\}$ dan himpunan sisi $E(P_7) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq 6\}$. Kardinalitas titik dan sisi dari P_7 adalah $|V(P_7)| = 7$ dan $|E(P_7)| = 6$. Sedangkan *resolving domination number* $S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$ dan kardinalitas $|S(P_7)| = 3$. Berdasarkan kardinalitasnya dapat disimpulkan γ_r graf P_7 adalah 3. Hal itu dibuktikan dengan 3 titik yang mendominasi yaitu titik x_2 mendominasi titik x_1 dan x_3 , titik x_5 mendominasi titik x_4 dan x_6 , dan titik x_7 sebagai titik yang mendominasi. Selain titik yang mendominasi, representasi titik pada graf lintasan tersebut berbeda yang dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

v	$r(v/S)$
x_1	(1,4,6)
x_2	(0,3,5)
x_3	(1,2,4)
x_4	(2,1,3)
x_5	(3,0,2)
x_6	(4,1,1)
x_7	(5,2,0)

D. Pendekatan, Model dan Metode Perkuliahan

Model pembelajaran yang digunakan adalah model *Research Based Learning* (RBL) dengan metode pembelajaran diskusi dan *Students Center Learning*.

E. Media, Alat dan Sumber Belajar

1. Media
 - Infocus
 - Laptop

- Hp
- 2. Alat dan Bahan
 - Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)
 - Ms. Office
 - Spidol dan Penghapus Papan Tulis
- 3. Sumber Belajar
 - Buku
 - Artikel ilmiah terkait materi perkuliahan

F. Kegiatan Pembelajaran

- **Pertemuan ke 1:** Kardinalitas, *Dominating set* dan *metric dimension*

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucap salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. Menstimulus pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf, <i>domination number</i> dan <i>metric dimension</i>	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf, <i>domination number</i> dan <i>metric dimension</i>	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
Exposure Stage		
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa artikel ilmiah	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
jurnal tersebut		
Experience Stage		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	30
Capstone Stage		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

- **Pertemuan ke 2:** Kajian *resolving domination number*

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucapkan salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep <i>resolving domination number</i> pada suatu graf	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. Meminta mahasiswa mengingat kembali materi sebelumnya	3. Mengingat kembali materi sebelumnya	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang <i>resolving domination number</i> pada suatu graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang <i>resolving domination number</i> pada suatu graf	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
Exposure Stage		

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa artikel ilmiah	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai artikel tersebut	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'
Experience Stage		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	30
Capstone Stage		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

G. Penilaian Hasil Belajar:

1. Prosedur penilaian
 - a. Penilaian proses yaitu proses selama kegiatan pembelajaran berlangsung
 - b. Penilaian hasil yang berupa post tes
2. Jenis penilaian : Tes

LAMPIRAN A.6

PRE TEST
RESOLVING DOMINATION NUMBER**PETUNJUK TES!**

Alokasi Waktu : 30 menit

1. Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan Pre Test.
2. Tulislah identitas Anda pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
3. Bacalah setiap permasalahan dengan cermat dan teliti.
4. Jawablah permasalahan pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
5. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada dosen apabila terdapat pertanyaan yang kurang dipahami.

SOAL

1. Tentukan Kardinalitas dari graf tersebut!
2. Buatlah pengembangan dari graf tersebut!
3. Tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!
4. Buatlah 2 graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan kardinalitasnya!
5. Tentukan pengembangan dari graf yang dibuat dan tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!

SELAMAT MENGERJAKAN

LEMBAR KERJA

Nama :

NIM :



POST TEST

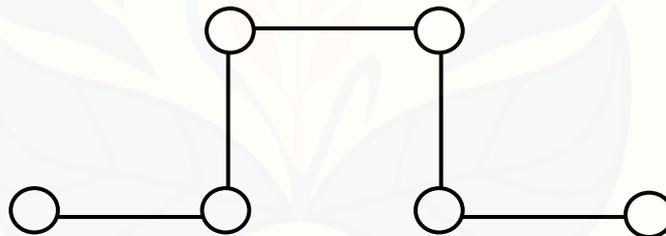
RESOLVING DOMINATION NUMBER

PETUNJUK TES!

Alokasi Waktu : 60 menit

1. Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan Post Test.
2. Tulislah identitas Anda pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
3. Bacalah setiap permasalahan dengan cermat dan teliti.
4. Jawablah permasalahan pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
5. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada dosen apabila terdapat pertanyaan yang kurang dipahami.

SOAL



1. Tentukan Kardinalitas dari graf tersebut!
2. Buatlah pengembangan dari graf tersebut!
3. Tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!
4. Buatlah 2 graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan kardinalitasnya!
5. Tentukan pengembangan dari graf yang dibuat dan tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!

SELAMAT MENGERJAKAN

LEMBAR KERJA

Nama :

NIM :



LAMPIRAN A.6

PRE TEST
RESOLVING DOMINATION NUMBERNama :
NIM :

Alokasi Waktu : 30 Menit

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan Pre Test.
2. Tulislah identitas Anda pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
3. Bacalah setiap permasalahan dengan cermat dan teliti.
4. Jawablah permasalahan pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
5. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada dosen apabila terdapat pertanyaan yang kurang dipahami.

SOAL

1. Tentukan *expand* dan kardinalitas dari graf tersebut!

Jawab:

Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

2. Tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!

Jawab:



Tuliskan apa yang Anda pikirkan!



3. Buatlah graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan *expand* dan kardinalitasnya!

Jawab:



Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

4. Tentukan *resolving domination number* dari graf pada nomor 3 di atas!

Jawab:

Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

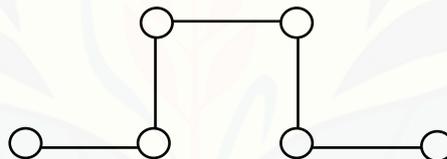
LAMPIRAN A.7

POST TEST***RESOLVING DOMINATION NUMBER***Nama :
NIM :

Alokasi Waktu : 30 Menit

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan Post-Test.
2. Tulislah identitas Anda pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
3. Bacalah setiap permasalahan dengan cermat dan teliti.
4. Jawablah permasalahan pada tempat yang telah tersedia di lembar kerja.
5. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada dosen apabila terdapat pertanyaan yang kurang dipahami.

SOAL

1. Tentukan *expand* dan kardinalitas dari graf tersebut!

Jawab:

Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

2. Tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!

Jawab:



Tuliskan apa yang Anda pikirkan!



3. Buatlah graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan *expand* dan kardinalitasnya!

Jawab:



Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

4. Tentukan *resolving domination number* dari graf pada nomor 3 di atas!

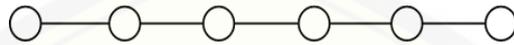
Jawab:

Tuliskan apa yang Anda pikirkan!

LAMPIRAN A.8

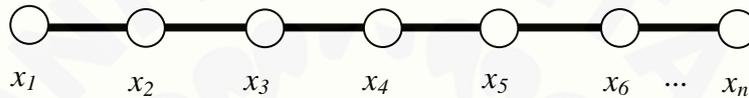


KUNCI JAWABAN PRE TEST & POS TEST



1. Tentukan *expand* dan kardinalitas dari graf tersebut!

Jawab:



$$V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$$

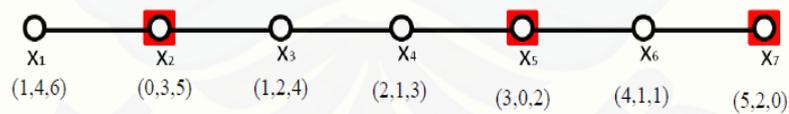
$$E = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$$

$$|V| = n$$

$$|E| = n - 1$$

2. Tentukan *resolving domination number* dari graf tersebut!

Jawab:

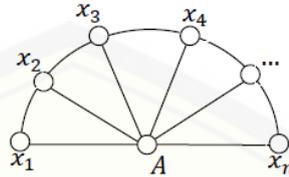


$$S = \{x_2, x_5, x_7\} = \{x_i; 1 \leq i \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil\}$$

$$|S| = \lceil \frac{n}{3} \rceil$$

$$\gamma_r = \lceil \frac{n}{3} \rceil$$

3. Buatlah graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan *expand* dan kardinalitasnya!
 Contoh Jawaban:



$$V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{A\}$$

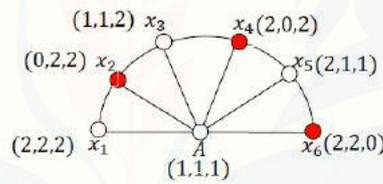
$$E = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V| = n + 1$$

$$|E| = n$$

4. Tentukan *resolving domination number* dari graf pada nomor 3 diatas!

Contoh Jawaban:



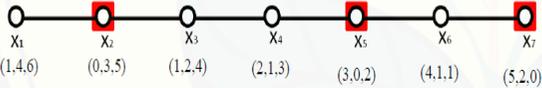
$$S = \{x_i; 1 \leq i \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1\}$$

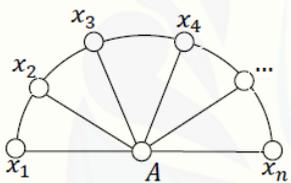
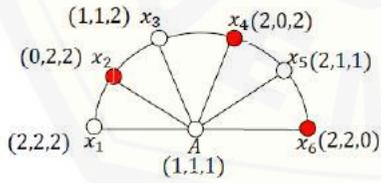
$$|S| = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$$

$$\gamma_r = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$$

LAMPIRAN A.9

RUBRIK PENILAIAN PRE-TEST DAN POST-TEST

No	Soal	Jawaban	Rubrik	Indikator Metakognisi
1.	Tentukan <i>expand</i> dan kardinalitas dari graf tersebut!	 $V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ $E = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$ $ V = n$ $ E = n - 1$	(1) Jika mahasiswa tidak mampu meng- <i>expand</i> dan tidak dapat menentukan kardinalitas dari graf (2) Jika mahasiswa mampu meng- <i>expand</i> dan tidak mampu menentukan kardinalitas dari graf (3) Jika mahasiswa mampu tidak mampu meng- <i>expand</i> , tetapi dapat menentukan kardinalitas dari graf (4) Jika mahasiswa mampu meng- <i>expand</i> dan menentukan kardinalitas dari graf	Perencanaan, monitoring, dan evaluasi
2.	Tentukan <i>resolving domination number</i> dari graf tersebut!	 $S = \{x_2, x_5, x_7\} = \{x_i; 1 \leq i \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil\}$ $ S = \lceil \frac{n}{3} \rceil$ $\gamma_r = \lceil \frac{n}{3} \rceil$	(1) Jika mahasiswa tidak mampu menentukan titik dominator, representasi titik, <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar (2) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator dengan benar, tetapi salah dalam menentukan representasi titik, <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> (3) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator dengan benar, representasi titik dengan benar, tetapi tidak dapat	Perencanaan, monitoring, dan evaluasi

No	Soal	Jawaban	Rubrik	Indikator Metakognisi
			menentukan <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar	
			(4) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator dengan benar, representasi titik dengan benar, dapat menentukan <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar	
3.	Buatlah graf (selain graf diatas dan harus berbeda dengan rekan disampingmu), kemudian tentukan <i>expand</i> dan kardinalitasnya!	 $V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{A\}$ $E = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n\}$ $ V = n + 1$ $ E = n$	(1) Jika mahasiswa tidak mampu meng- <i>expand</i> dan tidak dapat menentukan kardinalitas dari graf (2) Jika mahasiswa mampu meng- <i>expand</i> dan tidak mampu menentukan kardinalitas dari graf (3) Jika mahasiswa mampu tidak mampu meng- <i>expand</i> , tetapi dapat menentukan kardinalitas dari graf (4) Jika mahasiswa mampu meng- <i>expand</i> dan menentukan kardinalitas dari graf	Perencanaan, monitoring, dan evaluasi
4.	Tentukan <i>resolving domination number</i> dari graf		(1) Jika mahasiswa tidak mampu menentukan titik dominator, representasi titik, <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar (2) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator	Perencanaan, monitoring, dan evaluasi

No	Soal	Jawaban	Rubrik	Indikator Metakognisi
	pada nomor 3 di atas!	$S = \{x_i; 1 \leq i \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1\}$ $ S = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$ $\gamma_r = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$	<p>dengan benar, tetapi salah dalam menentukan representasi titik, <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i></p> <p>(3) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator dengan benar, representasi titik dengan benar, tetapi tidak dapat menentukan <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar</p> <p>(4) Jika mahasiswa mampu menentukan titik dominator dengan benar, representasi titik dengan benar, dapat menentukan <i>resolving dominating</i> dan <i>resolving domination number</i> dengan benar</p>	



LKM

Resolving Domination Number

KOMBINATORIKA

MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER

2019



Lembar Kerja Mahasiswa



Resolving Domination Number

Setelah Pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan mampu:

Meningkatkan Keterampilan metakognisi dalam menemukan dan mengembangkan *resolving domination number*



Indikator:

1. Mahasiswa dapat menentukan graf
2. Mahasiswa dapat menentukan kardinalitas suatu graf
3. Mahasiswa mampu mengembangkan graf yang ditentukan
4. Mahasiswa dapat menentukan *resolving domination number* dari sebuah graf.



Petunjuk LKM

Exposure Stage

- Berdoalah sebelum mengerjakan.
- Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- Buatlah kelompok dengan anggota 2-3 orang.
- Tulislah nama anggota pada kolom yang disediakan.
- Bacalah LKM ini dengan cermat dan teliti.
- Jawablah pertanyaan pada kotak yang disediakan.



Nama Anggota:

1.NIM
2.NIM.....
3.NIM.....



Lembar Kerja Mahasiswa



Pengenalan Resolving Domination Number

Pada LKM ini akan dibahas cara menentukan kardinalitas dan *resolving domination number* suatu graf. Penulisan ini bertujuan agar pembaca dapat dengan mudah mengetahui *resolving domination number* suatu graf. Berikut ini beberapa definisi yang dapat membantu pemahaman pembaca:

Definisi 1

Dominating set adalah suatu konsep penentuan suatu titik seminimal mungkin pada graf dengan ketentuan titik sebagai *dominating set* bisa mengcover atau menjangkau titik yang ada di sekitarnya. *Domination number* merupakan kardinalitas minimum dari *dominating set* yang disimbolkan dengan $\gamma(G)$

Definisi 2

Metric Dimension adalah kardinalitas terkecil dari himpunan pembeda. Himpunan pembeda W sebagai himpunan dari titik pada suatu graf G sedemikian hingga untuk setiap titik di G menghasilkan representasi titik yang berbeda di W .

Definisi 3

Resolving dominating set adalah himpunan titik yang memiliki himpunan yang mendominasi S dengan memiliki kondisi dimensi metrik. Kardinalitas minimum dari *resolving dominating set* disebut *resolving domination number* yang dinotasikan dengan γ_r

Keterangan:

- V = Himpunan tidak kosong dari titik
- E = Himpunan sisi yang menghubungkan sepasang titik
- S = *Resolving Dominating Set*
- $|V|$ = Jumlah titik suatu graf (*order*)
- $|E|$ = Jumlah sisi suatu graf (*size*)
- $|S|$ = Kardinalitas *Resolving Dominating Set*
- $r(V|S)$ = Representasi titik



Lembar Kerja Mahasiswa

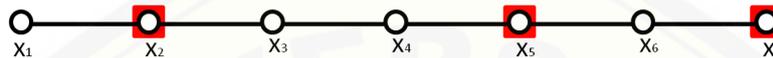
Experience Stage

RISET I

Amatilah contoh graf di bawah ini!

Tuliskan Kardinalitas graf yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik, jumlah sisi, representasi titik, dan *resolving dominating number* dari graf tersebut!

1. Graf lintasan (path graf) dengan 7 titik



Kardinalitas

$$V(P_7) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\}$$

$$|V(P_7)| = 7$$

$$E(P_7) = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6, x_6x_7\}$$

$$|E(P_7)| = 6$$

$$S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$$

$$|S(P_7)| = 3$$

Representasi titik $x \in V(P_7)$

$$r(x_1|S) = (1, 4, 6)$$

$$r(x_2|S) = (0, 3, 5)$$

$$r(x_3|S) = (1, 2, 4)$$

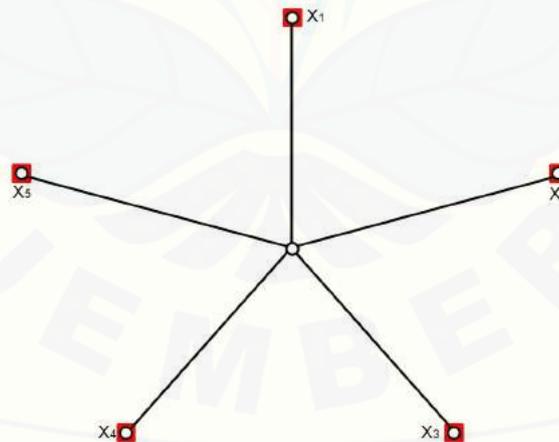
$$r(x_4|S) = (2, 1, 3)$$

$$r(x_5|S) = (3, 0, 2)$$

$$r(x_6|S) = (4, 1, 1)$$

$$r(x_7|S) = (5, 2, 0)$$

2. Graf bintang (stars graf) dengan 6 titik



Kardinalitas

$$V(S_5) = \{A, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$$

$$|V(S_5)| = 6$$

$$E(S_5) = \{Ax_1, Ax_2, Ax_3, Ax_4, Ax_5\}$$

$$|E(S_5)| = 5$$

$$S(S_5) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$$

$$|S(S_5)| = 5$$

Representasi titik $A, x \in V(S_5)$

$$r(x_1|S) = (0, 2, 2, 2, 2)$$

$$r(x_2|S) = (2, 0, 2, 2, 2)$$

$$r(x_3|S) = (2, 2, 0, 2, 2)$$

$$r(x_4|S) = (2, 2, 2, 0, 2)$$

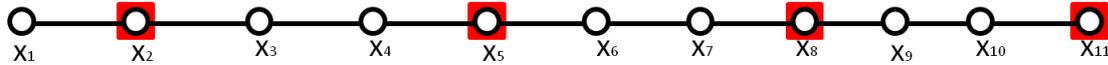
$$r(x_5|S) = (2, 2, 2, 2, 0)$$

$$r(A|S) = (1, 1, 1, 1, 1)$$

RISET II

Selanjutnya anda akan mencoba menentukan *resolving domination number* dari suatu graf jika di kembangkan.

Amatilah contoh graf di bawah ini!



Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik, graf di atas!

Penyelesaian:

Kardinalitas

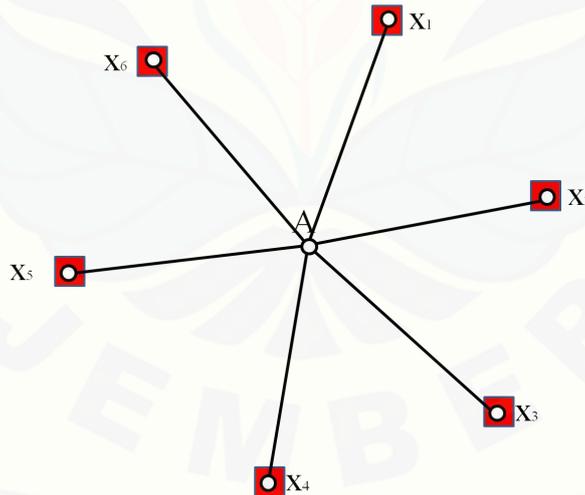
$V(P_{11}) = \dots\dots\dots$
 $|V(P_{11})| = 11$
 $E(P_{11}) = \dots\dots\dots$
 $|E(P_{11})| = \dots\dots\dots$
 $S(P_{11}) = \{x_2, x_5, x_8, x_{11}\}$
 $|S(P_{11})| = \dots\dots\dots$

Representasi titik $x \in V(P_7)$

$r(x_1|S) = (\dots, \dots, 7, \dots)$
 $r(x_2|S) = (0, 3, 6, 9)$
 $r(x_3|S) = (1, 2, 5, \dots)$
 $r(x_4|S) = (2, 1, 4, \dots)$
 $r(x_5|S) = (3, 0, 3, 6)$
 $r(x_6|S) = (\dots, \dots, \dots)$
 $r(x_7|S) = (\dots, \dots, \dots)$
 $r(x_8|S) = (6, 3, 0, 3)$
 $r(x_9|S) = (\dots, \dots, \dots)$
 $r(x_{10}|S) = (\dots, \dots, \dots)$
 $r(x_{11}|S) = (9, 6, \dots, 0)$

Amatilah contoh graf di bawah ini!

Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik, graf di dibawah ini!



Penyelesaian:

Kardinalitas

$V(S_6) = \dots\dots\dots$
 $|V(S_6)| = 7$
 $E(S_6) = \dots\dots\dots$
 $|E(S_6)| = \dots\dots\dots$
 $S(S_6) = \dots\dots\dots$
 $|S(S_6)| = 6$

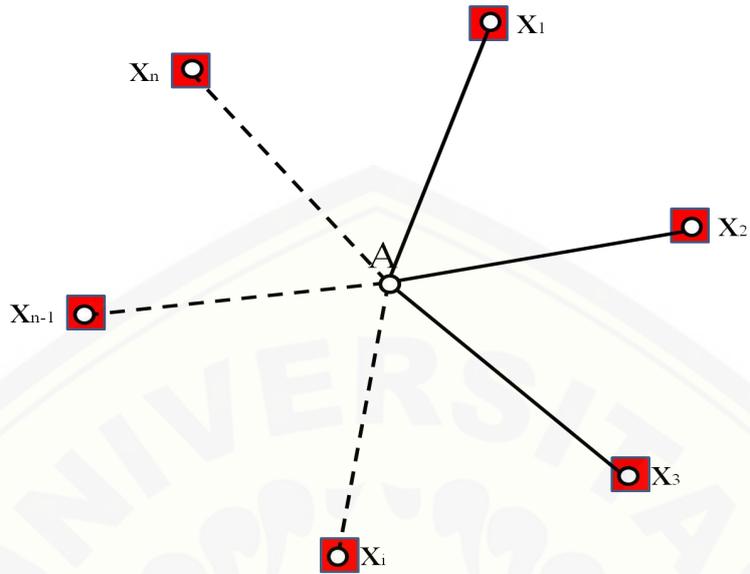
Representasi titik $x \in V(S_6)$

$r(x_1|S) = (\dots, \dots, 2, \dots, 2, 2)$
 $r(x_2|S) = (2, 0, 2, 2, 2, 2)$
 $r(x_3|S) = (\dots, \dots, \dots, \dots, 2)$
 $r(x_4|S) = (\dots, \dots, \dots, \dots, 2)$
 $r(x_5|S) = (\dots, \dots, \dots, \dots, 2)$
 $r(x_6|S) = (\dots, \dots, \dots, \dots, 0)$
 $r(A|S) = (\dots, \dots, \dots, \dots, 1)$

RISET III

Amatilah graf di bawah ini!

Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik dari graf tersebut!



Kardinalitas

- $V(S_n) = \dots\dots\dots$
- $|V(S_n)| = \dots\dots\dots$
- $E(S_n) = \dots\dots\dots$
- $|E(S_n)| = \dots\dots\dots$
- $S(S_n) = \dots\dots\dots$
- $|S(S_n)| = \dots\dots\dots$

Representasi titik $A, x \in V(S_n)$

V	$R(V S)$	<i>Kondisi</i>
x_1	$\left(\underbrace{0, 2, \dots, 2}_{n-1} \right)$	$n \geq 4$
x_i	$\left(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i-1} \right)$	$i \geq 2$
x_n	$\left(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 0 \right)$	$n \geq 4$
A	$\left(\underbrace{1, \dots, 1}_n \right)$	$n \geq 4$



Lembar Kerja Mahasiswa

Capstone Stage *Planning, monitoring, and checking*

Ayo Mencoba!

Carilah minimal 2 graf (selain *Path Graph* dan *Star Graph*), kemudian tentukan kardinalitasnya yang meliputi: Kardinalitas titik, Kardinalitas sisi, *resolving domination number* dan representasi titik, kemudian presentasikan pekerjaanmu di depan kelas !



Periksalah kembali pekerjaan Anda!



Lembar Kerja Mahasiswa



Periksalah kembali pekerjaan Anda!



Lembar Kerja Mahasiswa



Periksalah kembali pekerjaan Anda!



KUNCI JAWABAN LKM

Resolving Domination Number

KOMBINATORIKA

MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER

2019



Lembar Kerja Mahasiswa



Resolving Domination Number

Setelah Pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan mampu:

Meningkatkan Keterampilan metakognisi dalam menemukan dan mengembangkan *resolving domination number*



Indikator:

1. Mahasiswa dapat menentukan graf
2. Mahasiswa dapat menentukan kardinalitas suatu graf
3. Mahasiswa mampu mengembangkan graf yang ditentukan
4. Mahasiswa dapat menentukan *resolving domination number* dari sebuah graf.



Petunjuk LKM

Exposure Stage

- Berdoalah sebelum mengerjakan.
- Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- Buatlah kelompok dengan anggota 2-3 orang.
- Tulislah nama anggota pada kolom yang disediakan.
- Bacalah LKM ini dengan cermat dan teliti.
- Jawablah pertanyaan pada kotak yang disediakan.



Nama Anggota:

1.NIM
2.NIM.....
3.NIM.....



Lembar Kerja Mahasiswa



Pengenalan Resolving Domination Number

Pada LKM ini akan dibahas cara menentukan kardinalitas dan *resolving domination number* suatu graf. Penulisan ini bertujuan agar pembaca dapat dengan mudah mengetahui *resolving domination number* suatu graf. Berikut ini beberapa definisi yang dapat membantu pemahaman pembaca:

Definisi 1

Dominating set adalah suatu konsep penentuan suatu titik seminimal mungkin pada graf dengan ketentuan titik sebagai *dominating set* bisa mengcover atau menjangkau titik yang ada di sekitarnya. *Domination number* merupakan kardinalitas minimum dari *dominating set* yang disimbolkan dengan $\gamma(G)$

Definisi 2

Metric Dimension adalah kardinalitas terkecil dari himpunan pembeda. Himpunan pembeda W sebagai himpunan dari titik-titik pada suatu graf G sedemikian hingga untuk setiap titik di G menghasilkan representasi titik yang berbeda terhadap setiap titik di W .

Definisi 3

Resolving dominating set adalah himpunan titik yang memiliki himpunan yang mendominasi S dengan memiliki kondisi dimensi metrik. Kardinalitas minimum dari *resolving dominating set* disebut *resolving domination number* yang disimbolkan dengan γ_r

Keterangan:

- V = Himpunan tidak kosong dari titik
- E = Himpunan sisi yang menghubungkan sepasang titik
- S = *Resolving Dominating Set*
- $|V|$ = Jumlah titik suatu graf (*order*)
- $|E|$ = Jumlah sisi suatu graf (*size*)
- $|S|$ = Kardinalitas *Resolving Dominating Set*
- $r(V|S)$ = Representasi titik



Lembar Kerja Mahasiswa

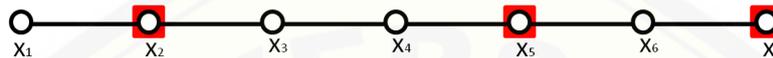
Experience Stage

RISET I

Amatilah contoh graf di bawah ini!

Tuliskan Kardinalitas graf yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik, jumlah sisi, representasi titik, dan *resolving domination number* dari graf tersebut!

1. Graf lintasan (path graf) dengan 7 titik



Kardinalitas

$$V(P_7) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\}$$

$$|V(P_7)| = 7$$

$$E(P_7) = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6, x_6x_7\}$$

$$|E(P_7)| = 6$$

$$S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$$

$$|S(P_7)| = 3$$

Representasi titik $x \in V(P_7)$

$$r(x_1|S) = (1, 4, 6)$$

$$r(x_2|S) = (0, 3, 5)$$

$$r(x_3|S) = (1, 2, 4)$$

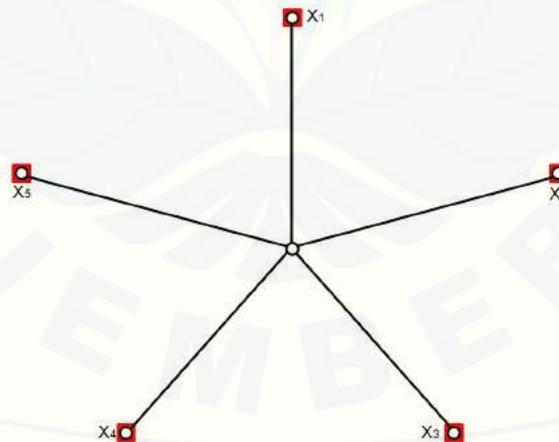
$$r(x_4|S) = (2, 1, 3)$$

$$r(x_5|S) = (3, 0, 2)$$

$$r(x_6|S) = (4, 1, 1)$$

$$r(x_7|S) = (5, 2, 0)$$

2. Graf bintang (stars graf) dengan 6 titik



Kardinalitas

$$V(S_5) = \{A, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$$

$$|V(S_5)| = 6$$

$$E(S_5) = \{Ax_1, Ax_2, Ax_3, Ax_4, Ax_5\}$$

$$|E(S_5)| = 5$$

$$S(S_5) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$$

$$|S(S_5)| = 5$$

Representasi titik $A, x \in V(S_5)$

$$r(x_1|S) = (0, 2, 2, 2, 2)$$

$$r(x_2|S) = (2, 0, 2, 2, 2)$$

$$r(x_3|S) = (2, 2, 0, 2, 2)$$

$$r(x_4|S) = (2, 2, 2, 0, 2)$$

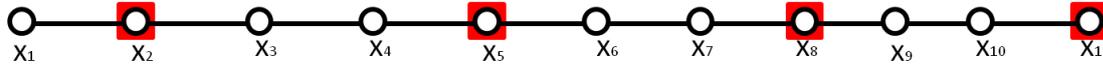
$$r(x_5|S) = (2, 2, 2, 2, 0)$$

$$r(A|S) = (1, 1, 1, 1, 1)$$

RISET II

Selanjutnya anda akan mencoba menentukan *resolving domination number* dari suatu graf jika di kembangkan.

Amatilah contoh graf di bawah ini!



Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik, graf di atas!

Penyelesaian:

Kardinalitas

$$V(P_{11}) = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}\}$$

$$|V(P_{11})| = 11$$

$$E(P_{11}) = \{X_1X_2, X_2X_3, X_3X_4, X_4X_5, X_5X_6, X_6X_7, X_7X_8, X_8X_9, X_9X_{10}, X_{10}X_{11}\}$$

$$|E(P_{11})| = 10$$

$$S(P_{11}) = \{X_2, X_5, X_8, X_{11}\}$$

$$|S(P_{11})| = 4$$

Representasi titik $x \in V(P_7)$

$$r(x_1|S) = (1, 4, 7, 10)$$

$$r(x_2|S) = (0, 3, 6, 9)$$

$$r(x_3|S) = (1, 2, 5, 8)$$

$$r(x_4|S) = (2, 1, 4, 7)$$

$$r(x_5|S) = (3, 0, 3, 6)$$

$$r(x_6|S) = (4, 1, 2, 5)$$

$$r(x_7|S) = (5, 2, 1, 4)$$

$$r(x_8|S) = (6, 3, 0, 3)$$

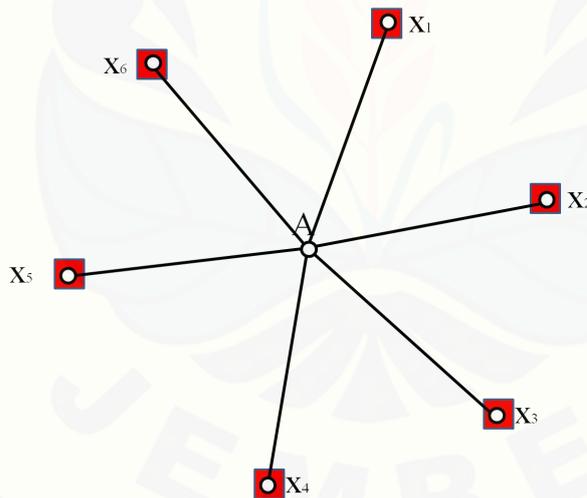
$$r(x_9|S) = (7, 4, 1, 2)$$

$$r(x_{10}|S) = (8, 5, 2, 1)$$

$$r(x_{11}|S) = (9, 6, 3, 0)$$

Amatilah contoh graf di bawah ini!

Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik, graf di dibawah ini!



Penyelesaian:

Kardinalitas

$$V(S_6) = \{A, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}$$

$$|V(S_6)| = 7$$

$$E(S_6) = \{AX_1, AX_2, AX_3, AX_4, AX_5, AX_6\}$$

$$|E(S_6)| = 6$$

$$S(S_6) = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}$$

$$|S(S_6)| = 6$$

Representasi titik $x \in V(S_6)$

$$r(x_1|S) = (0, 2, 2, 2, 2, 2)$$

$$r(x_2|S) = (2, 0, 2, 2, 2, 2)$$

$$r(x_3|S) = (2, 2, 0, 2, 2, 2)$$

$$r(x_4|S) = (2, 2, 2, 0, 2, 2)$$

$$r(x_5|S) = (2, 2, 2, 2, 0, 2)$$

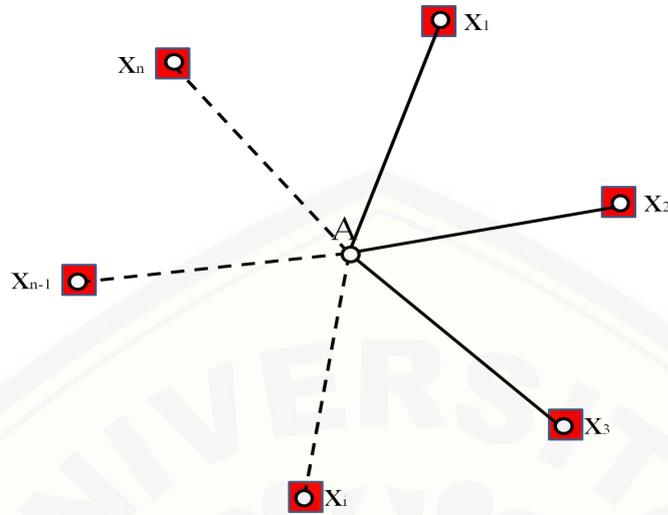
$$r(x_6|S) = (2, 2, 2, 2, 2, 0)$$

$$r(A|S) = (1, 1, 1, 1, 1, 1)$$

RISET III

Amatilah graf di bawah ini!

Tentukan nilai kardinalitas dan representasi titik dari graf tersebut!



Kardinalitas

$$V(S_n) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{A\}$$

$$|V(S_n)| = n + 1$$

$$E(S_n) = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|E(S_n)| = n$$

$$S(S_n) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|S(S_n)| = n$$

Representasi titik $A, x \in V(S_n)$

V	$R(V S)$	<i>Kondisi</i>
x_1	$\left(\underbrace{0, 2, \dots, 2}_{n-1} \right)$	$n \geq 4$
x_i	$\left(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i-1} \right)$	$i \geq 2$
x_n	$\left(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 0 \right)$	$n \geq 4$
A	$\left(\underbrace{1, \dots, 1}_n \right)$	$n \geq 4$



Lembar Kerja Mahasiswa

Capstone Stage *Planning, monitoring, and checking*

Ayo Mencoba!

Carilah minimal 2 graf (selain *Path Graph* dan *Star Graph*), kemudian tentukan kardinalitasnya yang meliputi: Kardinalitas titik, Kardinalitas sisi, *resolving domination number* dan representasi titik, kemudian presentasikan pekerjaanmu di depan kelas !



Periksalah kembali pekerjaan Anda!

LAMPIRAN A.12

LEMBAR KERJA MAHASISWA***RESOLVING DOMINATION NUMBER***

Setelah pembelajaran ini diharapkan mahasiswa mampu:



Mengembangkan *Resolving Domination Number*



Menentukan *Resolving Domination Number*

Petunjuk LKM

- Berdoalah sebelum mengerjakan.
- Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- Bualah kelompok dengan anggota 3-4 orang..
- Tulislah nama anggota pada kolom yang disediakan.
- Bacalah LKM ini dengan cermat dan teliti.
- Jawablah pertanyaan pada kotak yang disediakan.

NAMA ANGGOTA KELOMPOK

1. NIM.....

2. NIM.....

3. NIM.....

4. NIM.....

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Salah satu topik menarik dalam teori graf adalah *Dominating set* (himpunan yang mendominasi) dan *Metric dimension* (Himpunan pembeda dengan kardinalitas terkecil). Pada LKM ini kita akan membahas cara menentukan himpunan yang mendominasi dengan pembeda serta kardinalitas terkecil pada suatu graph atau yang dapat kita sebut *Resolving Domination Number* ($\gamma_r(G)$). Jika dapat didefinisikan sebagai berikut:

DEFINISI 1

Dominating set adalah suatu konsep penentuan suatu titik seminimal mungkin pada graf dengan ketentuan titik sebagai *dominating set* bisa mengcover atau menjangkau titik yang ada di sekitarnya. *Dominating number* merupakan kardinalitas minimum dari *dominating set* yang disimbolkan dengan $\gamma(G)$.

DEFINISI 2

Metric Dimention adalah kardinalitas terkecil dari himpunan pembeda. Himpunan pembeda W sebagai himpunan dari vertex - vertex pada suatu graf G sedemikian hingga untuk setiap vertex di G menghasilkan jarak yang berbeda terhadap setiap vertex di W .

DEFINISI 3

Resolving Domination Number dinotasikan dengan $\gamma_r(G)$ adalah Kardinalitas minimum dari *Resolving Dominating Set* dengan memiliki kondisi *dominating number* dan *dimensi metrik*.

Keterangan

V = Himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (vertices), atau dapat ditulis

$$V = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$$

E = Himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul, atau dapat ditulis

$$E = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}, X_n\}$$

S = Himpunan *Resolving domination*

$|V|$ = Jumlah titik suatu graf (*order*)

$|E|$ = Jumlah sisi suatu graf (*size*)

$|S|$ = Jumlah *Resolving dominating*

LEMBAR KERJA MAHASISWA

RISET 1

Amatilah gambar P.1 graf friendship berikut!
Coba anda tuliskan kardinalitas yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi, serta Himpunan *resolving dominating* dari graf tersebut!

$$V = \{x_{ij}; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq 2\} \cup \{z\}$$

$$E = \{zx_{ij}; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq 2\} \cup \{x_{ij}x_{ij+1}; 1 \leq i \leq n; j = 1\}$$

$$|V| = 2n + 1$$

$$|E| = n + 2n = 3n$$

Untuk menentukan himpunan *resolving dominating* perhatikan gambar P.2 disamping.

Perhatikan representasi setiap titik.

Pastikan bahwa setiap titik mempunyai representasi yang berbeda.

$$x_{11}(0,2); x_{12}(1,2); x_{21}(2,0); x_{22}(2,1); z(1,1).$$

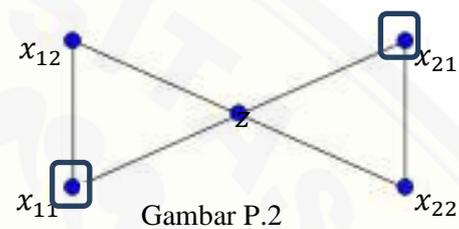
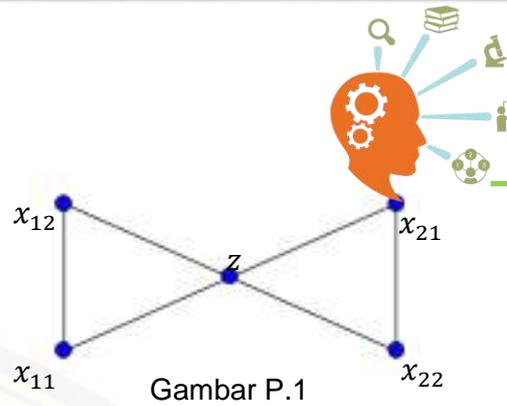
Kemudian kita dapat menentukan himpunan *Resolving Dominating*.

$$S = \{x_{11}, x_{21}\}$$

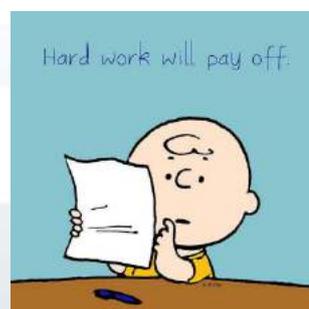
$$|S| = 2$$

Jadi untuk graf friendship (F_n) dengan $n =$ banyaknya sub graf, berlaku:

$$|S| = n$$



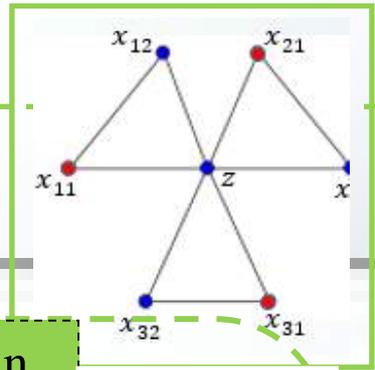
Cocok!!



LEMBAR KERJA MAHASISWA

RISET 2

Amatilah gambar P.3 graf friendship dengan 3 sub graf berikut!
 Tentukan nilai kardinalitas dan himpunan resolving *dominating* di samping!



Gambar P.3

Penyelesaian

$V = \dots$

$E = \dots$

$|V| = \dots$

$|E| = \dots$

Representasi setiap titik:

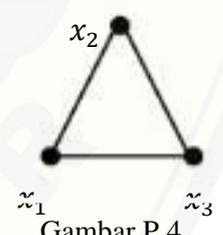
$S = \{ \dots, \dots, \dots \}$

$|S| = \dots$

C $x_{11} (\dots, \dots, \dots); x_{12} (\dots, \dots, \dots); x_{21} (\dots, \dots, \dots); x_{22} (\dots, \dots,$
E $\dots); x_{31} (\dots, \dots, \dots); x_{32} (\dots, \dots, \dots); z (\dots, \dots, \dots).$
K



Dengan menggunakan graf lain (Cycle, C_3) pada gambar P.4, Coba tentukan nilai kardinalitas dan himpunan resolving *dominating*.



Gambar P.4

$V = \dots$

$E = \dots$

$|V| = \dots$

$|E| = \dots$

Representasi setiap titik:

$S = \{ \dots, \dots, \dots \}$

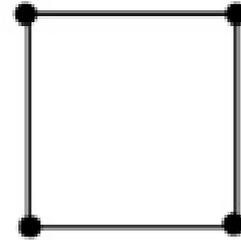
$|S| = \dots$



LEMBAR KERJA MAHASISWA

Ayo mencoba!

Amatilah graf Cycle, C_4



Petunjuk Pengerjaan



Berilah simbol disetiap titik pada graf



Tentukan nilai kardinalitas yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi



Tentukan *resoving dominating* dari graf tersebut

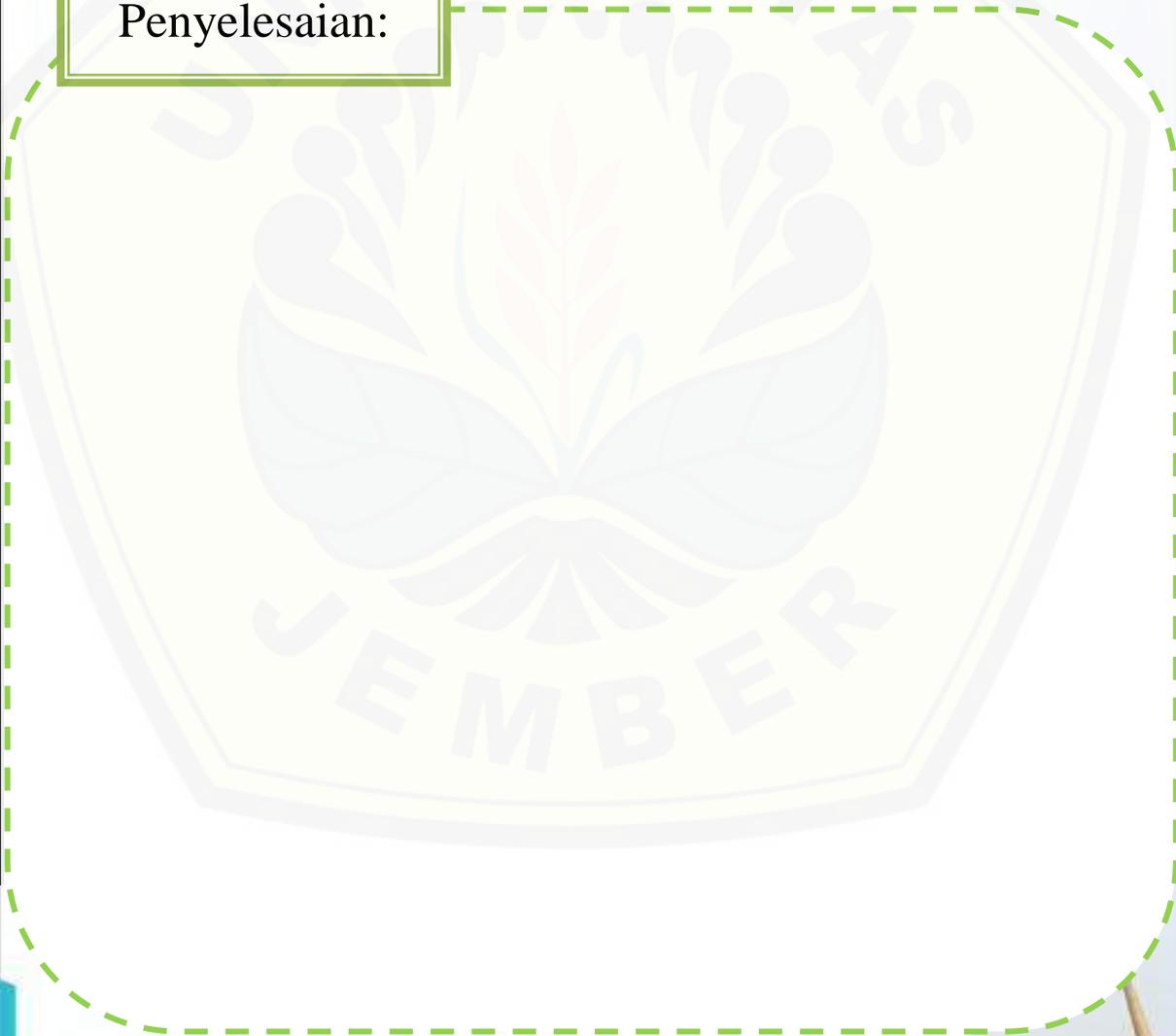
Penyelesaian:

A large dashed green box intended for the student's solution to the problem.



LEMBAR KERJA MAHASISWA**Ayo mencoba!****Petunjuk Pengerjaan**

- ➔ Buatlah Sebuah graf sederhana
- ➔ Berilah simbol disetiap titik pada graf
- ➔ Tentukan kardinalitas yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi
- ➔ Tentukan resolving domination number
- ➔ Tentukan expan (minimal 2 expan) dari graf yang dibuat dan tentukan resolving domination number dari graf tersebut!

Penyelesaian:

LEMBAR KERJA



LEMBAR KERJA



LAMPIRAN A.13

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

Hari / tanggal observasi :
 Mata Kuliah :
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- :

A. Petunjuk

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar observasi aktivitas mahasiswa.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari				
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				
<i>Experience Stage</i>					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				
III. Penutup					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				

Jember,2019

Observer / Pengamat

(.....)

RUBRIK PENILAIAN
LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Aspek Pendahuluan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran	(1) Jika 25% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran
		(2) Jika 50% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran
		(3) Jika 75% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran
		(4) Jika 100% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari	(1) Jika 25% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari
		(2) Jika 50% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari
		(3) Jika 75% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari
		(4) Jika 100% mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari

B. Aspek Kegiatan Inti

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
<i>Exposure Stage</i>		
1.	Mahasiswa membentuk kelompok	(1) Jika 25% mahasiswa membentuk kelompok
		(2) Jika 50% mahasiswa membentuk kelompok
		(3) Jika 75% mahasiswa membentuk kelompok
		(4) Jika 100% mahasiswa membentuk kelompok
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian	(1) Jika 25% mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
	dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian	penyajian referensi berupa jurnal penelitian
		(2) Jika 50% mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian
		(3) Jika 75% mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian
		(4) Jika 100% mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian
<i>Experience Stage</i>		
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi	(1) Jika 25% mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi
		(2) Jika 50% mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi
		(3) Jika 75% mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi
		(4) Jika 100% mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM	(1) Jika 25% mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(2) Jika 50% mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(3) Jika 75% mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(4) Jika 100% mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM	(1) Jika 25% mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(2) Jika 50% mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(3) Jika 75% mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(4) Jika 100% mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM
<i>Capstone Stage</i>		
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi	(1) Jika 25% mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi
		(2) Jika 50% mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(3) Jika 75% mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi
		(4) Jika 100% mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi

C. Aspek Penutup

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan	(1) Jika 25% mahasiswa dapat membuat kesimpulan
		(2) Jika 50% mahasiswa dapat membuat kesimpulan
		(3) Jika 75% mahasiswa dapat membuat kesimpulan
		(4) Jika 100% mahasiswa dapat membuat kesimpulan

LAMPIRAN A.14

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi :
Mata Kuliah :
Pokok Bahasan :
Pertemuan ke- :

A. Petunjuk Pengisian

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\surd) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian observasi kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Pendidik membuka dengan salam dan doa				
2.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa				
3.	Pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
<i>Experience Stage</i>					
3.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Pendidik memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
7.	Pendidik memberikan evaluasi				
III. Penutup					
1.	Pendidik membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				
2.	Pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam				

C. Saran :

.....

.....

.....

.....

Jember,2019

Observer / Pengamat

(.....)

RUBRIK PENILAIAN
LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN

A. Aspek Pendahuluan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pendidik membuka dengan salam dan doa	(1) Jika pendidik tidak membuka dengan salam dan doa
		(2) Jika pendidik membuka dengan doa tanpa salam
		(3) Jika pendidik membuka dengan salam tanpa doa
		(4) Jika pendidik membuka dengan salam dan doa
2.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa	(1) Jika pendidik tidak menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa
		(2) Jika pendidik tidak menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa
		(3) Jika pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan tidak memotivasi mahasiswa
		(4) Jika pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran
3.	Pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari	(1) Jika pendidik tidak menyampaikan sama sekali bahan kajian yang akan dipelajari
		(2) Jika pendidik sedikit menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari
		(3) Jika pendidik cukup menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari
		(4) Jika pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari

B. Aspek Kegiatan Inti

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
<i>Exposure Stage</i>		
1.	Pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen	(1) Jika pendidik tidak mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen
		(2) Jika pendidik membebaskan siswa untuk memilih anggota kelompoknya sendiri namun tidak heterogen

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(3) Jika guru yang menentukan anggota kelompok menggunakan absen, sehingga dipastikan semua siswa tergabung dalam kelompok namun tidak heterogen
		(4) Jika pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen
2.	Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari	(1) Jika pendidik tidak menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari
		(2) Jika Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian yang tidak terkait materi yang dipelajari
		(3) Jika Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari namun kurang mendukung pembelajaran
		(4) Jika pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari
Capstone Stage		
3.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi	(1) Jika pendidik sama sekali tidak mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi
		(2) Jika pendidik hanya mengobservasi satu kelompok mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi
		(3) Jika pendidik hanya mengobservasi beberapa kelompok mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi
		(4) Jika pendidik mengobservasi seluruh kelompok mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi
4.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM	(1) Jika pendidik sama sekali tidak mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(2) Jika pendidik hanya mengobservasi satu kelompok mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(3) Jika pendidik hanya mengobservasi beberapa kelompok mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM
		(4) Jika pendidik mengobservasi seluruh kelompok mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
5.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM	(1) Jika pendidik sama sekali tidak mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(2) Jika pendidik hanya mengobservasi satu kelompok mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(3) Jika pendidik hanya mengobservasi beberapa kelompok mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM
		(4) Jika pendidik mengobservasi seluruh kelompok mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM
<i>Capstone Stage</i>		
6.	Pendidik memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	(1) Jika pendidik sama sekali tidak memotivasi kelompok mahasiswa untuk mempresentasikan hasil diskusi
		(2) Jika pendidik hanya memotivasi satu kelompok mahasiswa untuk mempresentasikan hasil diskusi
		(3) Jika pendidik memotivasi hanya beberapa kelompok mahasiswa untuk mempresentasikan hasil diskusi
		(4) Jika pendidik memotivasi seluruh kelompok mahasiswa untuk mempresentasikan hasil diskusi
7.	Pendidik memberikan evaluasi	(1) Jika pendidik sama sekali tidak memberikan evaluasi
		(2) Jika pendidik hanya memberikan evaluasi kepada satu kelompok
		(3) Jika pendidik memberikan evaluasi beberapa kelompok
		(4) Jika pendidik memberikan evaluasi kepada semua kelompok

C. Aspek Penutup

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pendidik membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan	(1) Jika pendidik tidak membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan
		(2) Jika pendidik hanya membimbing satu kelompok mahasiswa untuk menyusun kesimpulan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(3) Jika pendidik hanya membimbing beberapa keompok mahasiswa untuk menyusun kesimpulan
		(4) Jika pendidik membimbing semua kelompok mahasiswa untuk menyusun kesimpulan
2.	Pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam	(1) Jika pendidik tidak menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan tidak menutup pembelajaran dengan doa dan salam
		(2) Jika pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan tidak menutup pembelajaran dengan doa dan salam
		(3) Jika pendidik tidak menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam
		(4) Jika pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam

LAMPIRAN A.15

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Dalam rangka pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis riset di kelas, kami mohon tanggapan saudara/saudari mahasiswa terhadap proses pembelajaran menggunakan model *Research Based Learning* sub pokok *resolving domination number* yang telah dilakukan. Jawaban saudara/saudari mahasiswa akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai mata kuliah ini.

Petunjuk Pengisian Angket :

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tanda centang (\surd) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah alasanmu dengan mengisi di kolom alasan.

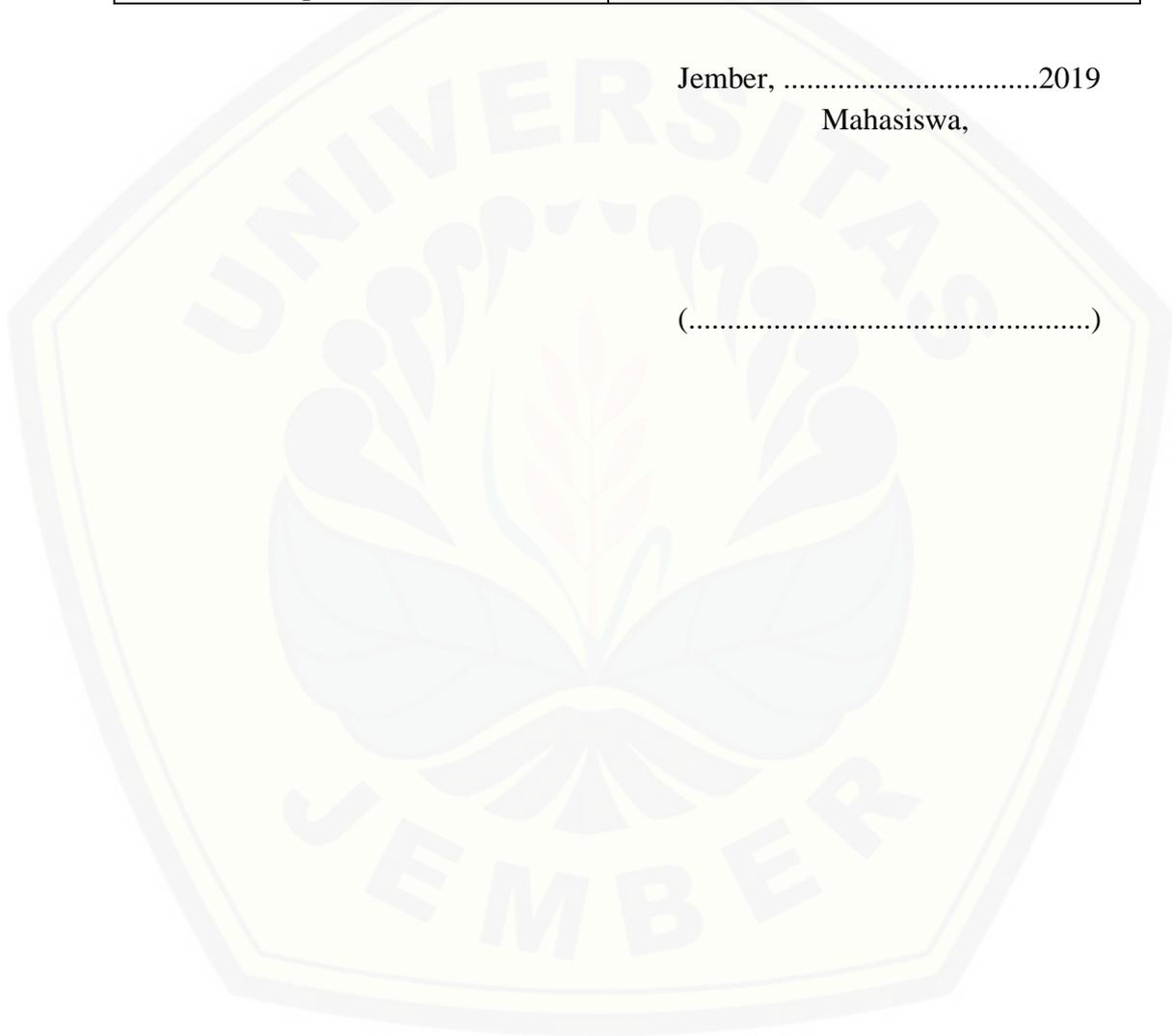
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
2.	Cara Pendidik Mengajar			
	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
3.	Suasana Pembelajaran			
	Cara Pendidik Mengajar			
	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?			
	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :			
4.	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			
5.	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			
6.	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
	Apakah Anda senang			
7.				

NO	ASPEK YANG DIRESPO	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
	berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?			
Jumlah Penilaian				
Presentase respon mahasiswa				

Jember,2019

Mahasiswa,

(.....)



LAMPIRAN A.16

PEDOMAN WAWANCARA

A. Petunjuk Wawancara

1. Wawancara dilakukan setelah mahasiswa mengerjakan tes hasil belajar (Post-test)
2. Wawancara yang dilakukan dengan mahasiswa mengacu pada pedoman wawancara.
3. Wawancara tidak harus berjalan sesuai urutan pertanyaan pada pedoman wawancara dan pertanyaan yang diberikan lanjutan sesuai dengan jawaban responden.
4. Pedoman wawancara hanya digunakan sebagai garis besar saja, dan peneliti diperbolehkan untuk mengembangkan pembicaraan (diskusi) ketika wawancara berlangsung karena wawancara ini tergolong wawancara yang bebas terpimpin.
5. Pada proses wawancara mahasiswa diteliti keterampilan metakognisi yang dilakukan setelah mengerjakan tes hasil belajar (Post-test)

B. Pedoman wawancara

Keterampilan Metakognisi	Pertanyaan
Merencanakan 1) Membaca dan menguraikan masalah 2) Dapat memprediksi rencana penyelesaian masalah 3) Dapat memperoleh rencana penyelesaiannya 4) Mampu melibatkan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan masalah 5) Mengetahui mengapa menggunakan notasi ini	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
Memonitor 1) Menyakini rencana penyelesaian yang dipilih benar 2) Melakukan langkah kerja yang benar	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

Keterampilan Metakognisi	Pertanyaan
3) Memeriksa kebenaran langkah 4) Mampu mengatur hasilnya 5) Analisis kesesuaian rencana yang dibuat dengan pelaksanaan	
Mengevaluasi 1) Memeriksa kembali pengerjaannya 2) Dapat menentukan dengan cara yang berbeda 3) Mampu menerapkan metode ini untuk soal yang lain 4) Memperhatikan cara kerja sendiri 5) Mengevaluasi pencapaian tujuan	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

Jember,2019

Pewawancara,

Yustinus Wangguway
NIM 180220101018

LAMPIRAN B.1

LEMBAR VALIDASI
RENCANA PELAKSANAAN PERKULIAHAN (RPP)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan RPP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\surd) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi RPP.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah RPP atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan Tujuan Pembelajaran					
1.	Kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD)				
2.	Kesesuaian capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) dengan tujuan pembelajaran				
3.	Ketepatan penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator				
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan mahasiswa				
II. Isi RPP					
1.	Sistematika penyusunan RPP				
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>Research Based Learning</i>				
3.	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup)				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan				

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
	kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				

D. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

.....

Jember,2019

Validator

(.....)

**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI RPP
(RENCANA PELAKSANAAN PERKULIAHAN)**

A. Aspek Perumusan Tujuan Pembelajaran

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD)	(1) Jika kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) tidak jelas
		(2) Jika kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) kurang jelas
		(3) Jika kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) cukup jelas
		(4) Jika kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) jelas
2.	Kesesuaian capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) dengan tujuan pembelajaran	(1) Jika capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) disajikan tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran
		(2) Jika capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) disajikan kurang sesuai dengan tujuan pembelajaran
		(3) Jika capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) disajikan cukup sesuai dengan tujuan pembelajaran
		(4) Jika capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran
3.	Ketepatan penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator	(1) Jika penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator tidak tepat
		(2) Jika penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator kurang tepat
		(3) Jika penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator cukup tepat
		(4) Jika penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator tepat
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran	(1) Jika indikator dengan tujuan pembelajaran tidak sesuai
		(2) Jika indikator dengan tujuan pembelajaran

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		kurang sesuai
		(3) Jika indikator dengan tujuan pembelajaran cukup sesuai
		(4) Jika indikator dengan tujuan pembelajaran sesuai
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan siswa	(1) Jika indikator dengan tingkat perkembangan siswa tidak sesuai
		(2) Jika indikator dengan tingkat perkembangan siswa kurang sesuai
		(3) Jika indikator dengan tingkat perkembangan siswa cukup sesuai
		(4) Jika indikator dengan tingkat perkembangan siswa sesuai

B. Aspek Isi RPP

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Sistematika penyusunan RPP	(1) Jika sistematika penyusunan RPP tidak tepat
		(2) Jika sistematika penyusunan RPP kurang tepat
		(3) Jika sistematika penyusunan RPP cukup tepat
		(4) Jika sistematika penyusunan RPP tepat
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>Research Based Learning</i>	(1) Jika urutan kegiatan pembelajaran dengan model model <i>Research Based Learning</i> tidak sesuai
		(2) Jika urutan kegiatan pembelajaran dengan model model <i>Research Based Learning</i> kurang sesuai
		(3) Jika urutan kegiatan pembelajaran dengan model model <i>Research Based Learning</i> cukup sesuai
		(4) Jika urutan kegiatan pembelajaran dengan model model <i>Research Based Learning</i> sesuai
3.	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup)	(1) Jika skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup) tidak jelas
		(2) Jika skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup) kurang jelas
		(3) Jika skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup) cukup jelas

	(4) Jika skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup) jelas
--	--

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak bersifat komunikatif dan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang bersifat komunikatif dan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup bersifat komunikatif dan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami

D. Aspek Waktu

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kesesuaian alokasi yang digunakan	(1) Jika alokasi waktu yang digunakan tidak sesuai
		(2) Jika alokasi waktu yang digunakan kurang sesuai
		(3) Jika alokasi waktu yang digunakan cukup sesuai
		(4) Jika alokasi waktu yang digunakan sesuai
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	1) Jika rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran tidak sesuai
		2) Jika rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran kurang sesuai
		3) Jika rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran cukup sesuai
		4) Jika rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran sudah sesuai

LAMPIRAN B.2

**LEMBAR VALIDASI
PRE-TEST DAN POST-TEST**

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan Tes dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

A. Petunjuk Pengisian Validasi

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\checkmark) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi Pre Test dan Post Test.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah Pre-Test dan Post-Test atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

B. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada Pre-Test dan Post-Test				
II. Isi					
1.	Soal pada Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan materi yang telah diajarkan				
2.	Tingkat kesulitan soal Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa				
3.	Permasalahan pada Pre-Test dan Post-Test mampu meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				

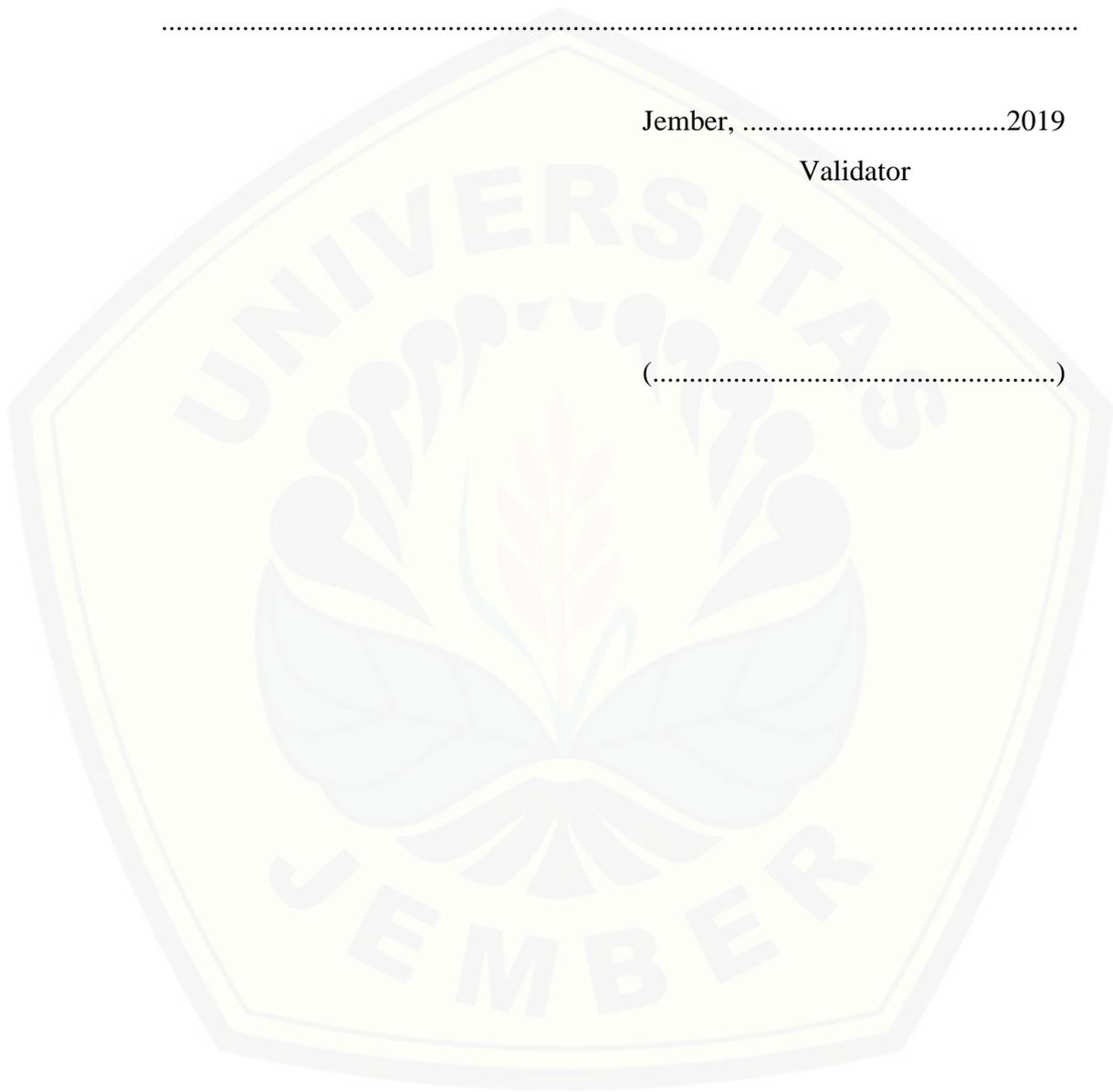
C. Komentar dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember,2019

Validator

(.....)



**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI
PRE-TEST DAN POST-TEST**

A. Aspek Format Pre-Test dan Post-Test

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada Pre-Test dan Post-Test	(1) Jika petunjuk mengerjakan Pre-Test dan Post-Test tidak jelas
		(2) Jika petunjuk mengerjakan Pre-Test dan Post-Test kurang jelas
		(3) Jika petunjuk mengerjakan Pre-Test dan Post-Test cukup jelas
		(4) Jika petunjuk mengerjakan Pre-Test dan Post-Test sudah jelas

B. Aspek Isi Pre-Test dan Post-Test

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Soal pada Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan materi yang telah diajarkan	(1) Jika penyajian Pre-Test dan Post-Test tidak sistematis
		(2) Jika penyajian Pre-Test dan Post-Test kurang sistematis
		(3) Jika penyajian Pre-Test dan Post-Test cukup sistematis
		(4) Jika penyajian Pre-Test dan Post-Test sudah sistematis
2.	Tingkat kesulitan soal Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa	(1) Jika konsep/maeri tidak benar
		(2) Jika konsep/maeri kurang benar
		(3) Jika konsep/maeri cukup benar
		(4) Jika konsep/maeri sudah benar
3.	Permasalahan pada Pre-Test dan Post-Test mampu meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa	(1) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang tidak jelas
		(2) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang kurang jelas
		(3) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang cukup jelas
		(4) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang sudah jelas

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana	(1) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang tidak sederhana
		(2) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang kurang sederhana
		(3) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang cukup sederhana
		(4) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	(1) Jika THB tidak menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(2) Jika THB kurang menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(3) Jika THB cukup menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(4) Jika THB sudah menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	(1) Jika THB tidak mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(2) Jika THB kurang mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(3) Jika THB cukup mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(4) Jika THB sudah mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)

LAMPIRAN B.3

LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\checkmark) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi LKM.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah LKM atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				
II. Isi					
1.	LKM disajikan secara sistematis				
2.	Kebenaran konsep/materi				
3.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				
4.	Kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa				
5.	Penyajian LKM menarik				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				

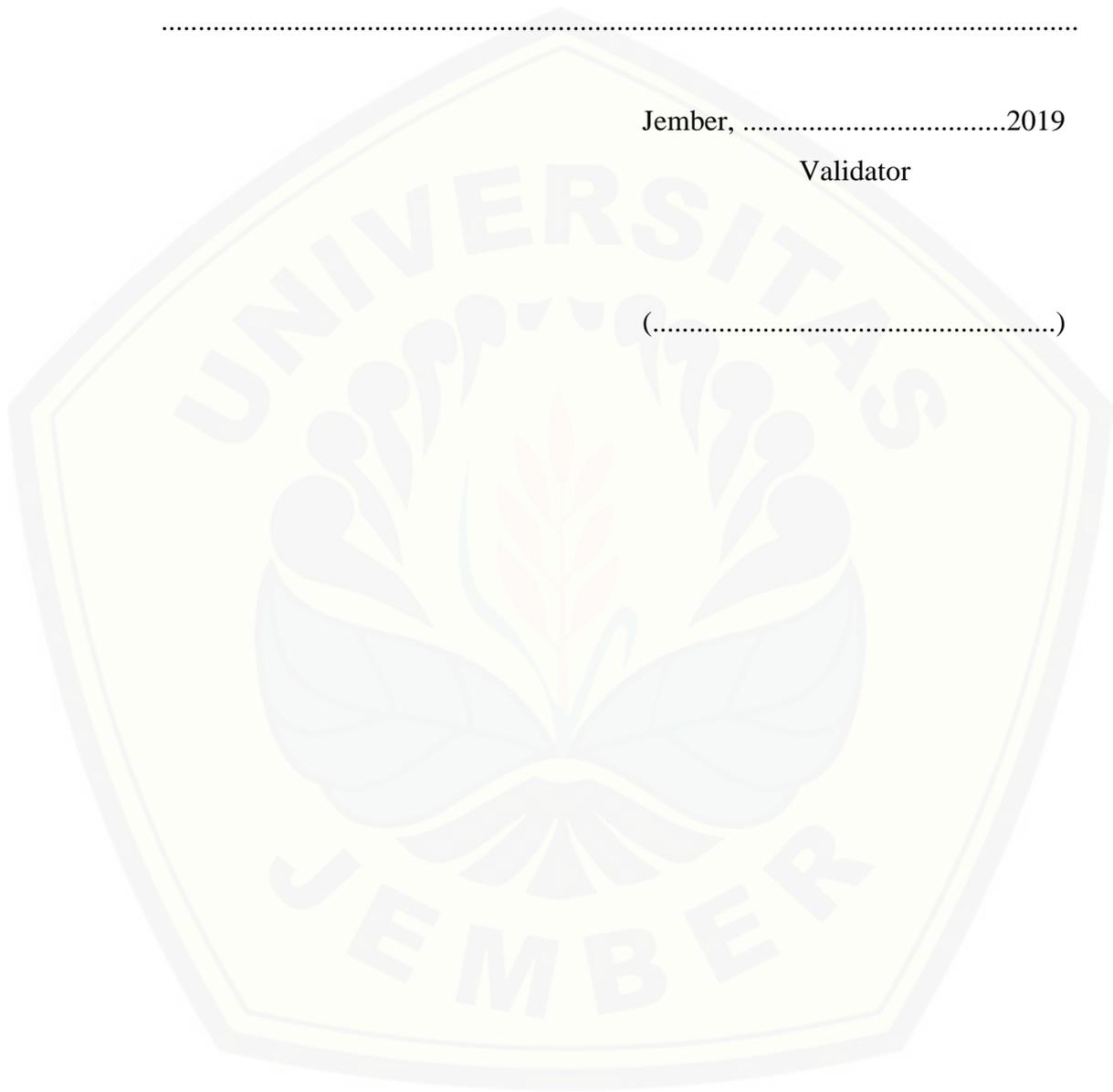
D. Komentor dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember,2019

Validator

(.....)



**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI LKM
(LEMBAR KERJA MAHASISWA)**

A. Aspek Format LKM

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	(1) Jika petunjuk dan arahan tidak jelas (2) Jika petunjuk dan arahan kurang jelas (3) Jika petunjuk dan arahan cukup jelas (4) Jika petunjuk dan arahan sudah jelas

B. Aspek Isi LKM

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	LKM disajikan secara sistematis	(1) Jika penyajian LKM tidak sistematis (2) Jika penyajian LKM kurang sistematis (3) Jika penyajian LKM cukup sistematis (4) Jika penyajian LKM sudah sistematis
2.	Kebenaran konsep/materi	(1) Jika konsep/materi tidak benar (2) Jika konsep/materi kurang benar (3) Jika konsep/materi cukup benar (4) Jika konsep/materi sudah benar
3.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	(1) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang tidak jelas (2) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang kurang jelas (3) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang cukup jelas (4) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang sudah jelas
4.	Kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa	(1) Jika kegiatan yang disajikan tidak dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa (2) Jika kegiatan yang disajikan kurang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa (3) Jika kegiatan yang disajikan cukup dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa (4) Jika kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa
5.	Penyajian LKM menarik	(1) Jika penyajian LKM tidak menarik (2) Jika penyajian LKM kurang menarik

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(3) Jika penyajian LKM cukup menarik
		(4) Jika penyajian LKM sudah menarik

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana	(1) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang tidak sederhana
		(2) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang kurang sederhana
		(3) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang cukup sederhana
		(4) Jika soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	(1) Jika LKS tidak menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(2) Jika LKS kurang menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(3) Jika LKS cukup menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
		(4) Jika LKS sudah menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	(1) Jika LKS tidak mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(2) Jika LKS kurang mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(3) Jika LKS cukup mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
		(4) Jika LKS sudah mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak komunikatif
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang komunikatif
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup komunikatif
		(4) Jika bahasa yang digunakan sudah komunikatif

LAMPIRAN B.4

**LEMBAR VALIDASI
OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\surd) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas mahasiswa.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas mahasiswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian				
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				
3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				

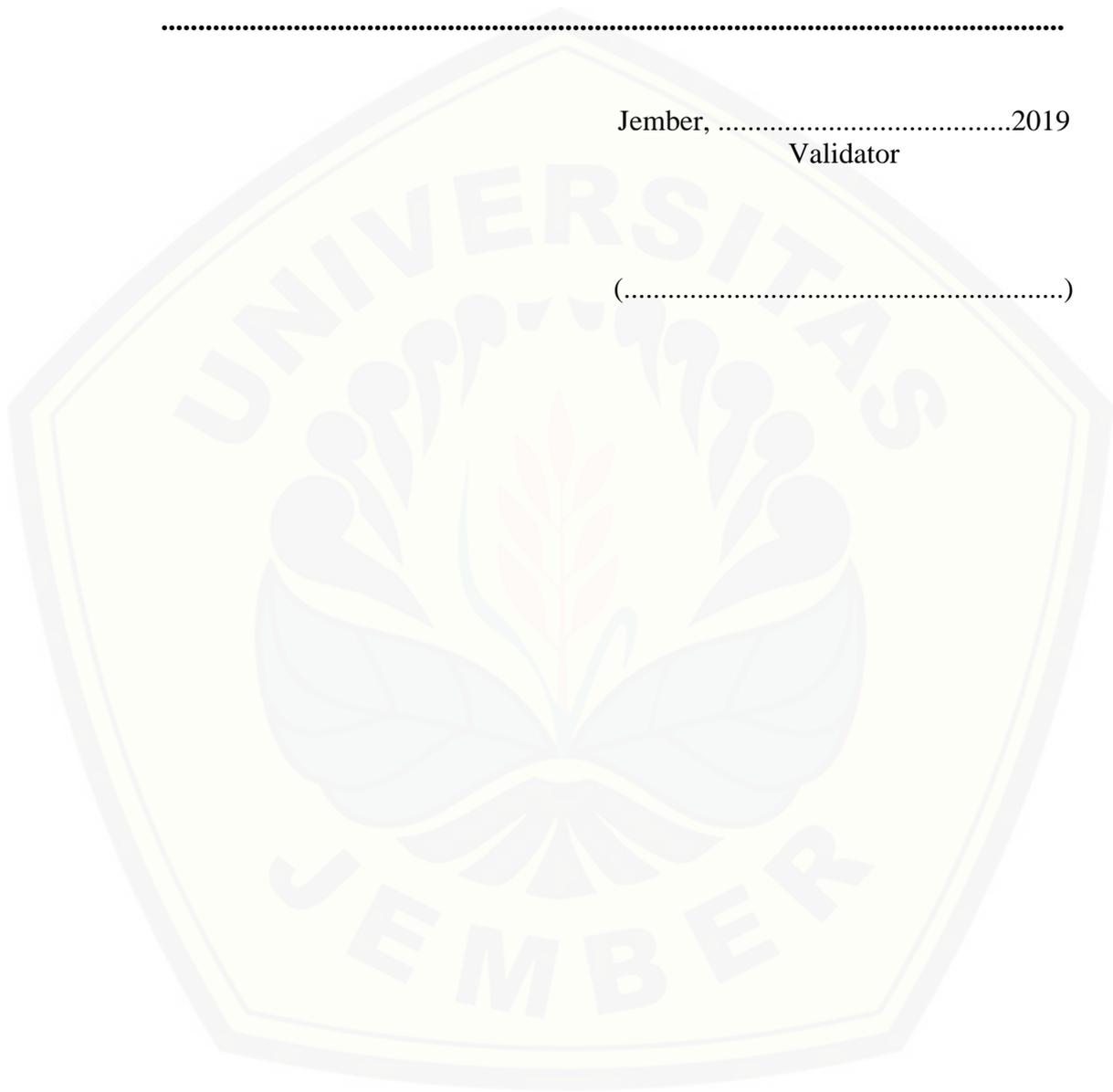
D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember,2019

Validator

(.....)



**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI
OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

A. Aspek Format

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian	(1) Jika format tidak jelas sehingga tidak memudahkan observer melakukan pengisian
		(2) Jika format kurang jelas sehingga kurang memudahkan observer melakukan pengisian
		(3) Jika format cukup jelas sehingga cukup memudahkan observer melakukan pengisian
		(4) Jika format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian

B. Aspek Isi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	(1) Jika aktivitas mahasiswa tidak sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(2) Jika aktivitas mahasiswa kurang sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(3) Jika aktivitas mahasiswa cukup sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(4) Jika aktivitas mahasiswa sudah sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	(1) Jika urutan observasi tidak sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(2) Jika urutan observasi kurang sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(3) Jika urutan observasi cukup sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(4) Jika urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)

3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati	(1) Jika setiap aktivitas mahasiswa tidak dapat teramati
		(2) Jika setiap aktivitas mahasiswa kurang dapat teramati
		(3) Jika setiap aktivitas mahasiswa cukup dapat teramati
		(4) Jika setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan mudah dipahami

LAMPIRAN B.5

**LEMBAR VALIDASI
OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK**

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas pendidik dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\checkmark) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas pendidik.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas pendidik atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

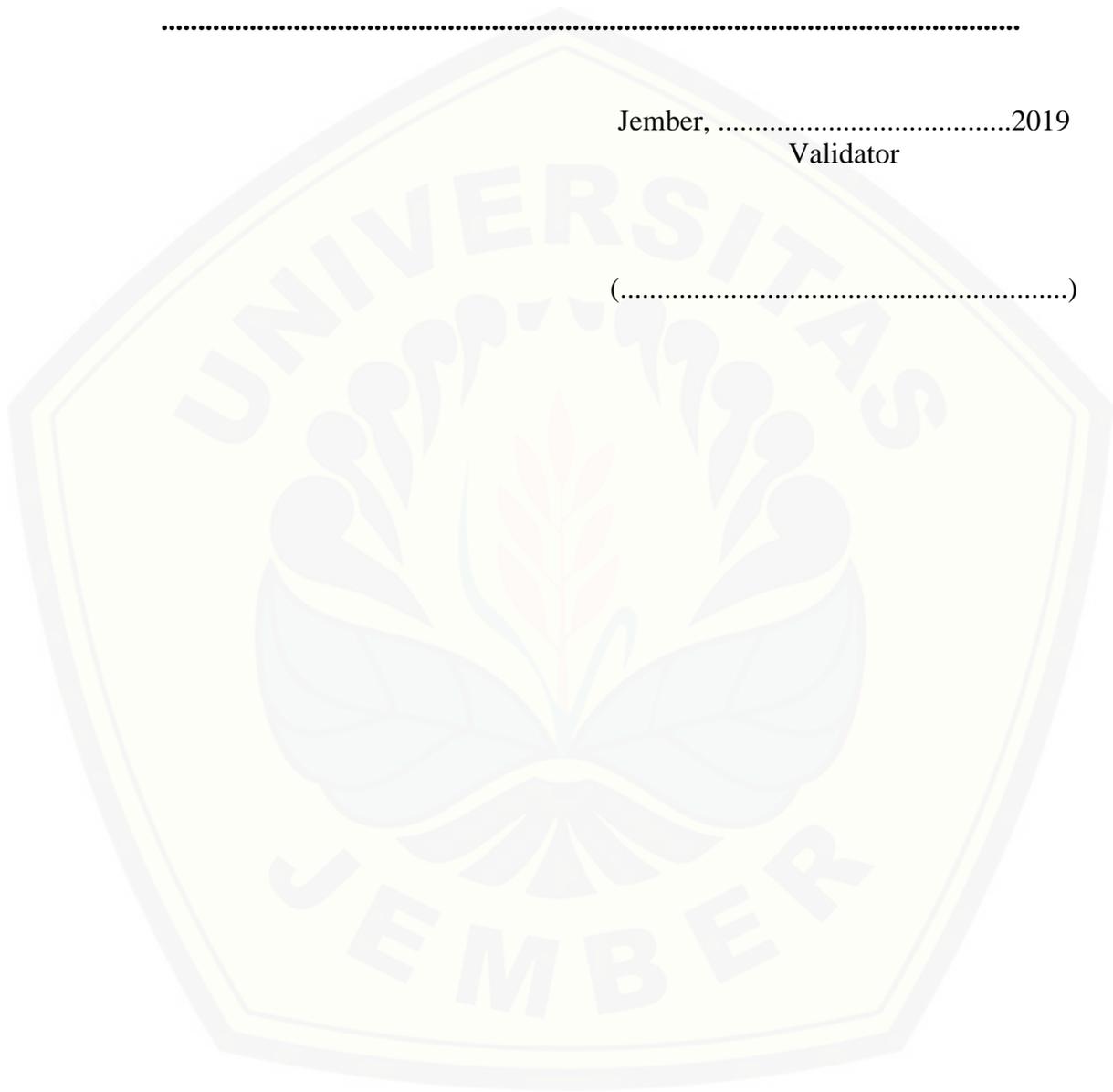
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian				
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				
3.	Setiap aktivitas pendidik dapat teramati				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				

D. Komentor dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember,2019
Validator

(.....)



**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI
OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK**

A. Aspek Format

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian	(1) Jika format tidak jelas sehingga tidak memudahkan observer melakukan pengisian
		(2) Jika format kurang jelas sehingga kurang memudahkan observer melakukan pengisian
		(3) Jika format cukup jelas sehingga cukup memudahkan observer melakukan pengisian
		(4) Jika format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian

B. Aspek Isi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kesesuaian dengan aktivitas pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	(1) Jika aktivitas pendidik tidak sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(2) Jika aktivitas pendidik kurang sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(3) Jika aktivitas pendidik cukup sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(4) Jika aktivitas pendidik sudah sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	(1) Jika urutan observasi tidak sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(2) Jika urutan observasi kurang sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(3) Jika urutan observasi cukup sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
		(4) Jika urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)
3.	Setiap aktivitas	(1) Jika setiap aktivitas pendidik tidak dapat

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
	pendidik dapat teramati	teramati
		(2) Jika setiap aktivitas pendidik kurang dapat teramati
		(3) Jika setiap aktivitas pendidik cukup dapat teramati
		(4) Jika setiap aktivitas pendidik dapat teramati

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan mudah dipahami

LAMPIRAN B.6

**LEMBAR VALIDASI
ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP
KEGIATAN PEMBELAJARAN**

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (\surd) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar angket respon mahasiswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

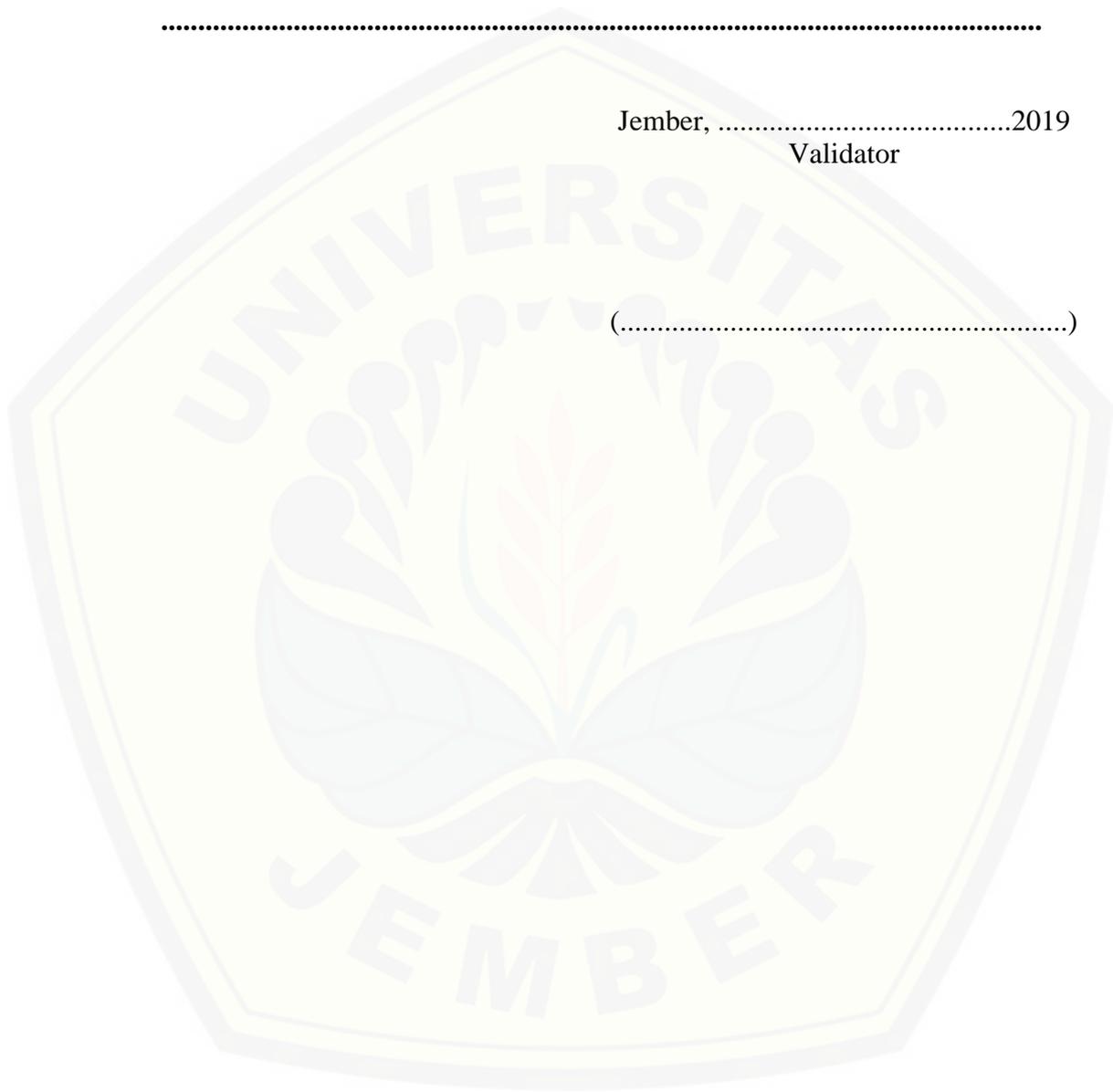
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan mahasiswa melakukan pengisian				
II. Isi					
1.	Pertanyaan pada angket sesuai dengan kegiatan pembelajaran				
2.	Angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				

D. Komentor dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember,2019
Validator

(.....)



RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI
ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN
PEMBELAJARAN

A. Aspek Format

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Format jelas sehingga memudahkan mahasiswa melakukan pengisian	(1) Jika format tidak jelas sehingga tidak memudahkan mahasiswa melakukan pengisian
		(2) Jika format kurang jelas sehingga kurang memudahkan mahasiswa melakukan pengisian
		(3) Jika format cukup jelas sehingga cukup memudahkan mahasiswa melakukan pengisian
		(4) Jika format jelas sehingga memudahkan mahasiswa melakukan pengisian

B. Aspek Isi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pertanyaan pada angket sesuai dengan kegiatan pembelajaran	(1) Jika pertanyaan pada angket tidak sesuai dengan kegiatan pembelajaran
		(2) Jika pertanyaan pada angket kurang sesuai dengan kegiatan pembelajaran
		(3) Jika pertanyaan pada angket cukup sesuai dengan kegiatan pembelajaran
		(4) Jika pertanyaan pada angket sudah sesuai dengan kegiatan pembelajaran
2.	Angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran	(1) Jika angket tidak dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran
		(2) Jika angket kurang dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran
		(3) Jika angket cukup dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran
		(4) Jika angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan mudah dipahami

LAMPIRAN B.7

**LEMBAR VALIDASI
PEDOMAN WAWANCARA**

A. Tujuan

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number*.

B. Petunjuk

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi pedoman wawancara.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar pedoman wawancara atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga mudah melakukan penilaian				
II. Isi					
1.	Pertanyaan mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa				
2.	Hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				

D. Komentar dan Saran Perbaikan

.....

.....

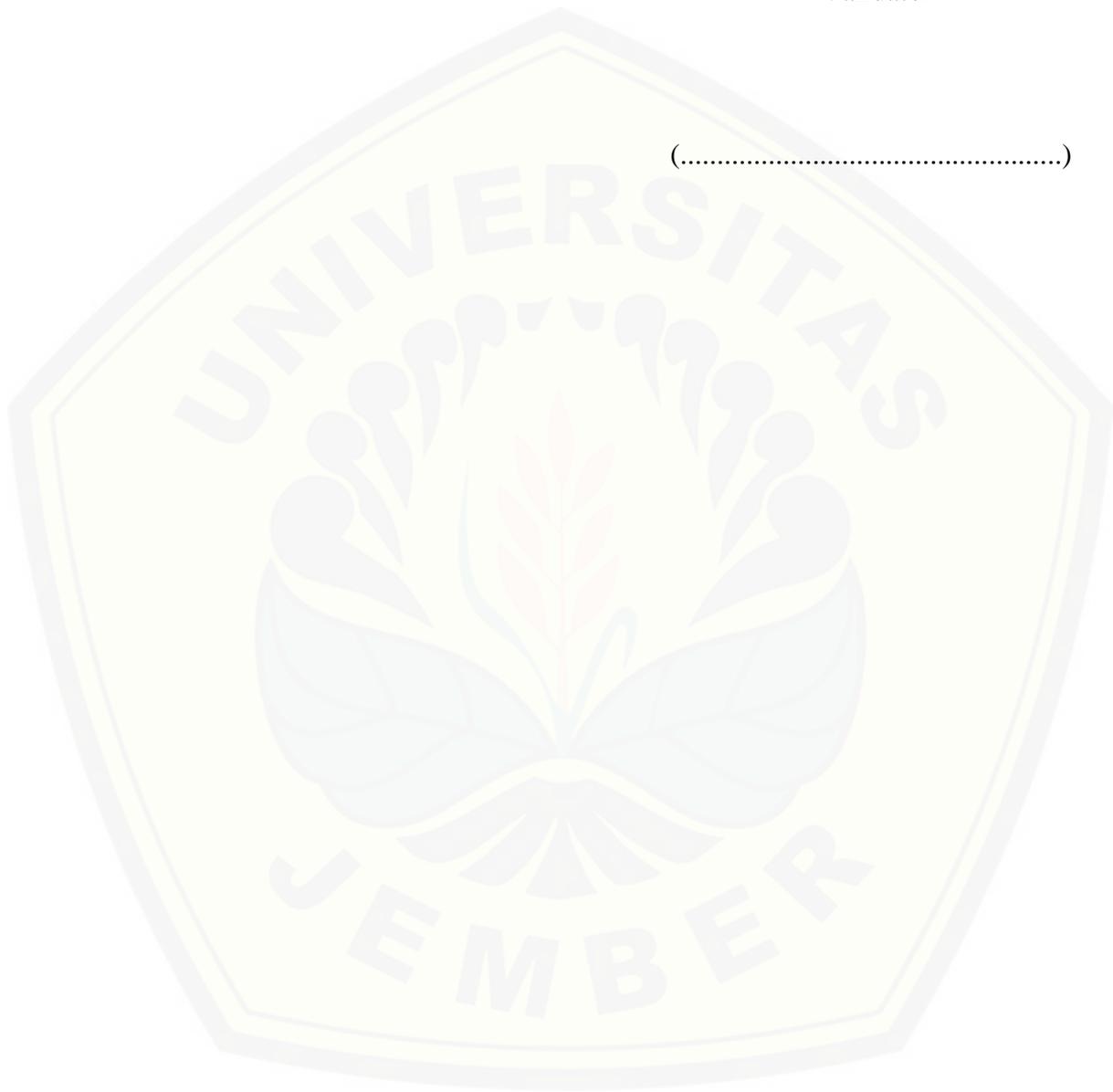
.....

.....
.....

Jember,2019

Validator

(.....)



**RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI
PEDOMAN WAWANCARA**

A. Aspek Format

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Format jelas sehingga mudah melakukan penilaian	(1) Jika format tidak jelas sehingga tidak mudah melakukan penilaian
		(2) Jika format kurang jelas sehingga kurang mudah melakukan penilaian
		(3) Jika format cukup jelas sehingga cukup mudah melakukan penilaian
		(4) Jika format jelas sehingga mudah melakukan penilaian

B. Aspek Isi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pertanyaan mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa	(1) Jika pertanyaan tidak mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa
		(2) Jika pertanyaan kurang mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa
		(3) Jika pertanyaan cukup mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa
		(4) Jika pertanyaan mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa
2.	Hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran	(1) Jika hasil wawancara tidak dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran
		(2) Jika hasil wawancara kurang dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran
		(3) Jika hasil wawancara cukup dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran
		(4) Jika hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran

C. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
	kaidah bahasa yang baku (EYD)	(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan mudah dipahami

LAMPIRAN C.1

HASIL VALIDASI RENCANA PELAKSANAAN PEKULIAHAN (RPP)

A. Validator 1

101

Lampiran 6. Lembar Validasi RPP

LEMBAR VALIDASI RENCANA PELAKSANAAN PERKULIAHAN (RPP)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan RPP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi RPP.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah RPP atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan Tujuan Pembelajaran					
1.	Kejelasan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar				✓
2.	Kesesuaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar dengan tujuan pembelajaran				✓
3.	Ketepatan penjabaran Kompetensi Dasar ke dalam indikator				✓
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				✓
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan siswa				✓
II. Isi RPP					
1.	Sistematika penyusunan RPP				✓
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>Research Based Learning</i>				✓
3.	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup)				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami			✓	
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				✓

D. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

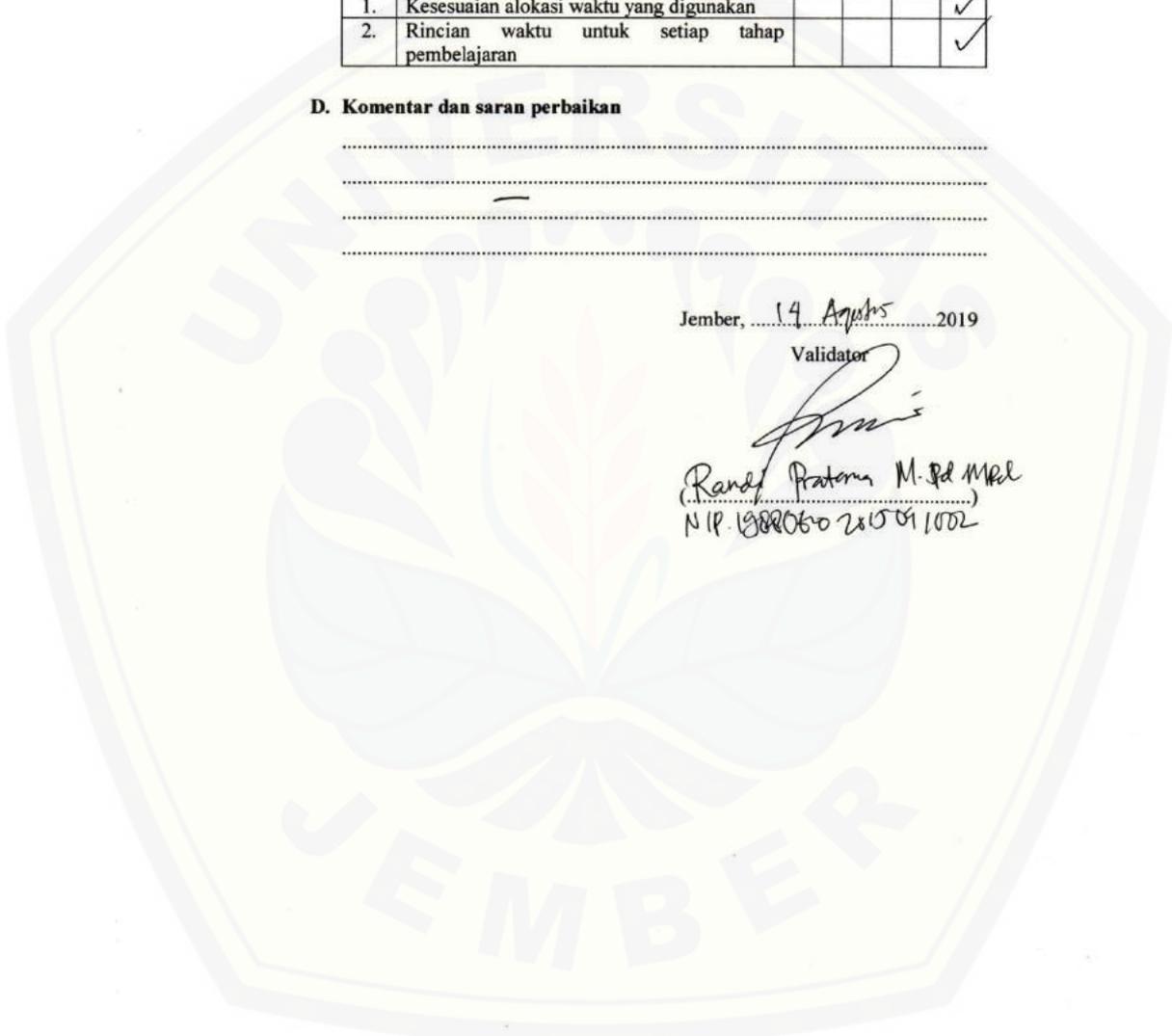
.....

.....

Jember, 14 Agustus 2019

Validator

Randy Pratomo
 Randy Pratomo M.Pd M.Pd
 NIP. 19880602805011002



B. Validator 2

101

Lampiran 6. Lembar Validasi RPP

LEMBAR VALIDASI RENCANA PELAKSANAAN PERKULIAHAN (RPP)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan RPP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi RPP.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah RPP atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan Tujuan Pembelajaran					
1.	Kejelasan capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD)			✓	
2.	Kesesuaian capaian mata kuliah dan kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) dengan tujuan pembelajaran			✓	
3.	Ketepatan penjabaran kemampuan akhir yang diharapkan (KAD) ke dalam indikator			✓	
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				✓
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan mahasiswa				✓
II. Isi RPP					
1.	Sistematika penyusunan RPP				✓
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>Research Based Learning</i>				✓
3.	Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup)			✓	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan				✓

102

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
	kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				✓

D. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

.....

Jember, 19-09-.....2019

Validator

Ridho
(Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si.)

LAMPIRAN C.2

HASIL VALIDASI PRE-TEST DAN POST-TEST

A. Validator 1

110

Lampiran 9. Lembar Validasi Pre-Test dan Post-Tes

LEMBAR VALIDASI PRE-TEST DAN POST-TEST

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan Tes dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian Validasi

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi Pre Test dan Post Test.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah Pre-Test dan Post-Test atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada Pre-Test dan Post-Test				✓
II. Isi					
1.	Soal pada Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan materi yang telah diajarkan				✓
2.	Tingkat kesulitan soal Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa				✓
3.	Permasalahan pada Pre-Test dan Post-Test mampu meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓

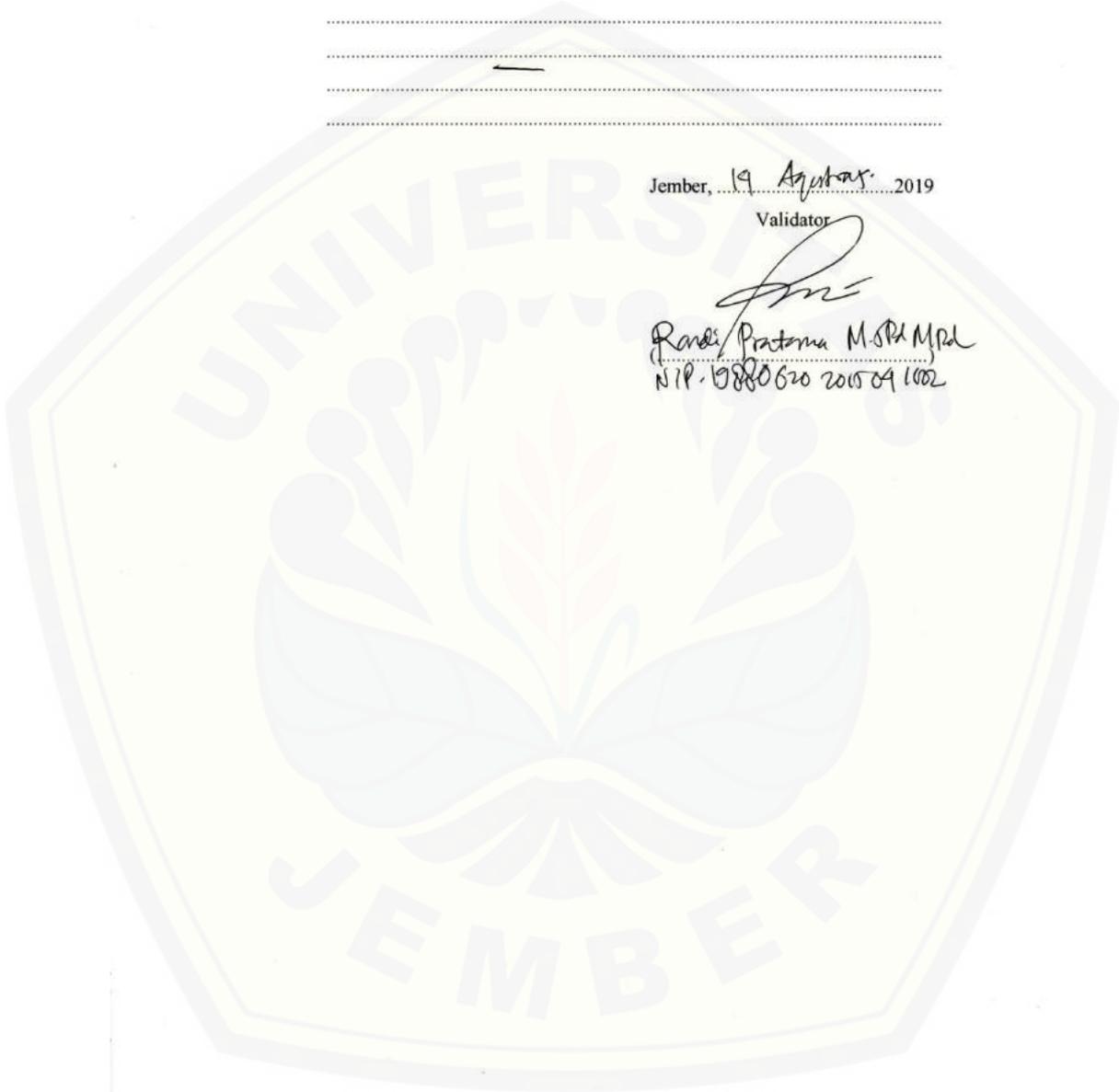
D. Komentar dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember, 19 Agustus 2019

Validator


Rendi Pratomo M.SPd M.Pd
NIP. 198006202015041002



B. Validator 2

110

Lampiran 9. Lembar Validasi Pre-Test dan Post-Test

LEMBAR VALIDASI PRE-TEST DAN POST-TEST

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan Tes dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian Validasi

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi Pre Test dan Post Test.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah Pre-Test dan Post-Test atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

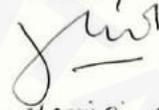
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada Pre-Test dan Post-Test				✓
II. Isi					
1.	Soal pada Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan materi yang telah diajarkan				✓
2.	Tingkat kesulitan soal Pre-Test dan Post-Test sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa			✓	
3.	Permasalahan pada Pre-Test dan Post-Test mampu meningkatkan keterampilan metakognisi mahasiswa				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓

D. Komentor dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember, 19-09-2019

Validator



(Ridho Alfari Si, S.Pd., M.Si)



LAMPIRAN C.3

HASIL VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

A. Validator 1

129

Lampiran 12. Lembar Validasi LKM

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi LKM.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah LKM atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
II. Isi					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep/materi				✓
3.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
4.	Kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa				✓
5.	Penyajian LKM menarik				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				✓

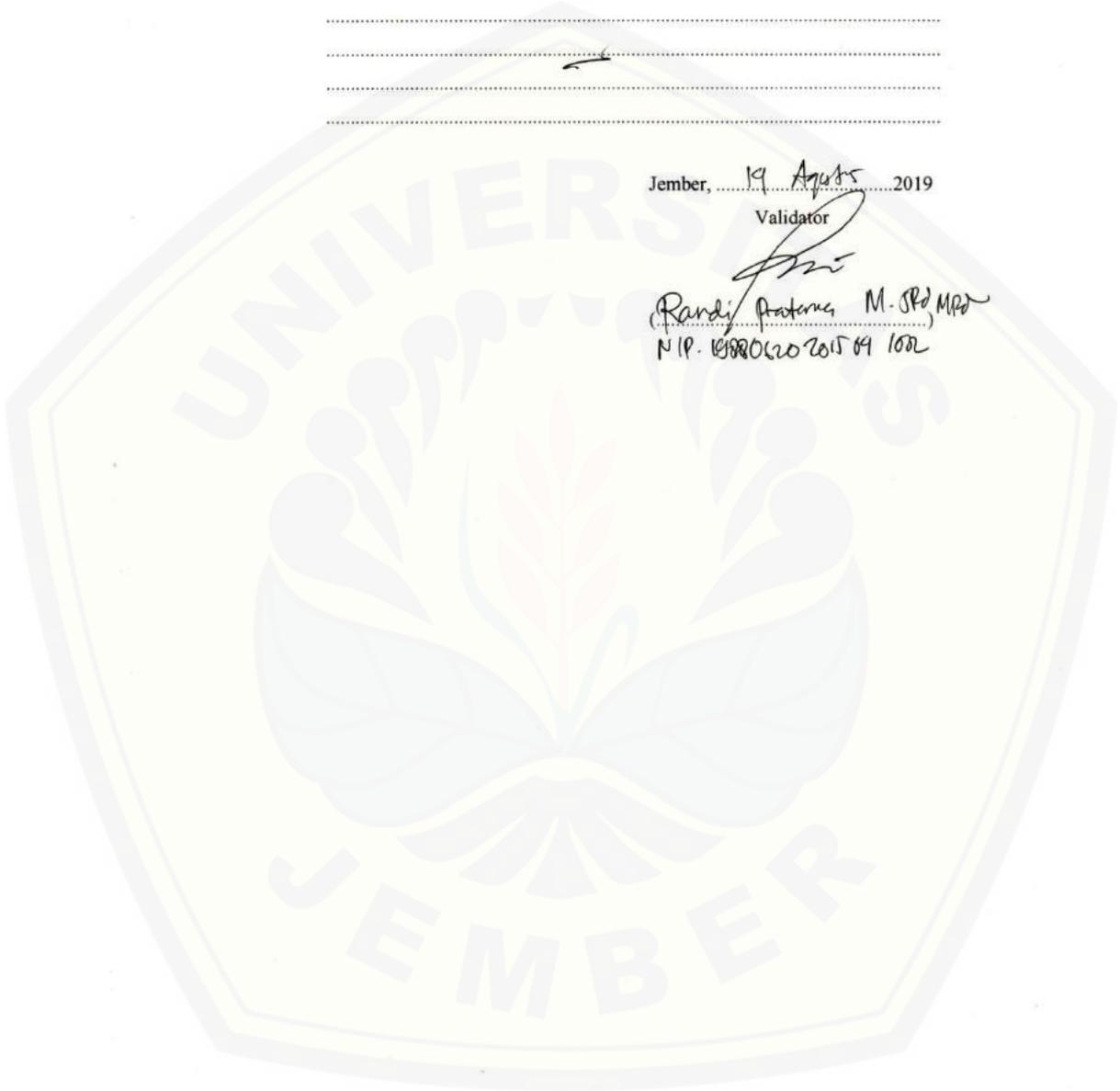
D. Komentar dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember, 19 Agustus 2019

Validator

Randi Pratomo
(Randi Pratomo, M.Si, M.Pd)
NIP. 198806202015041002



B. Validator 2

129

Lampiran 12. Lembar Validasi LKM

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi LKM.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada naskah LKM atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
II. Isi					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep/materi				✓
3.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
4.	Kegiatan yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa			✓	
5.	Penyajian LKM menarik			✓	
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				✓

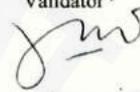
130

D. Komentor dan saran perbaikan

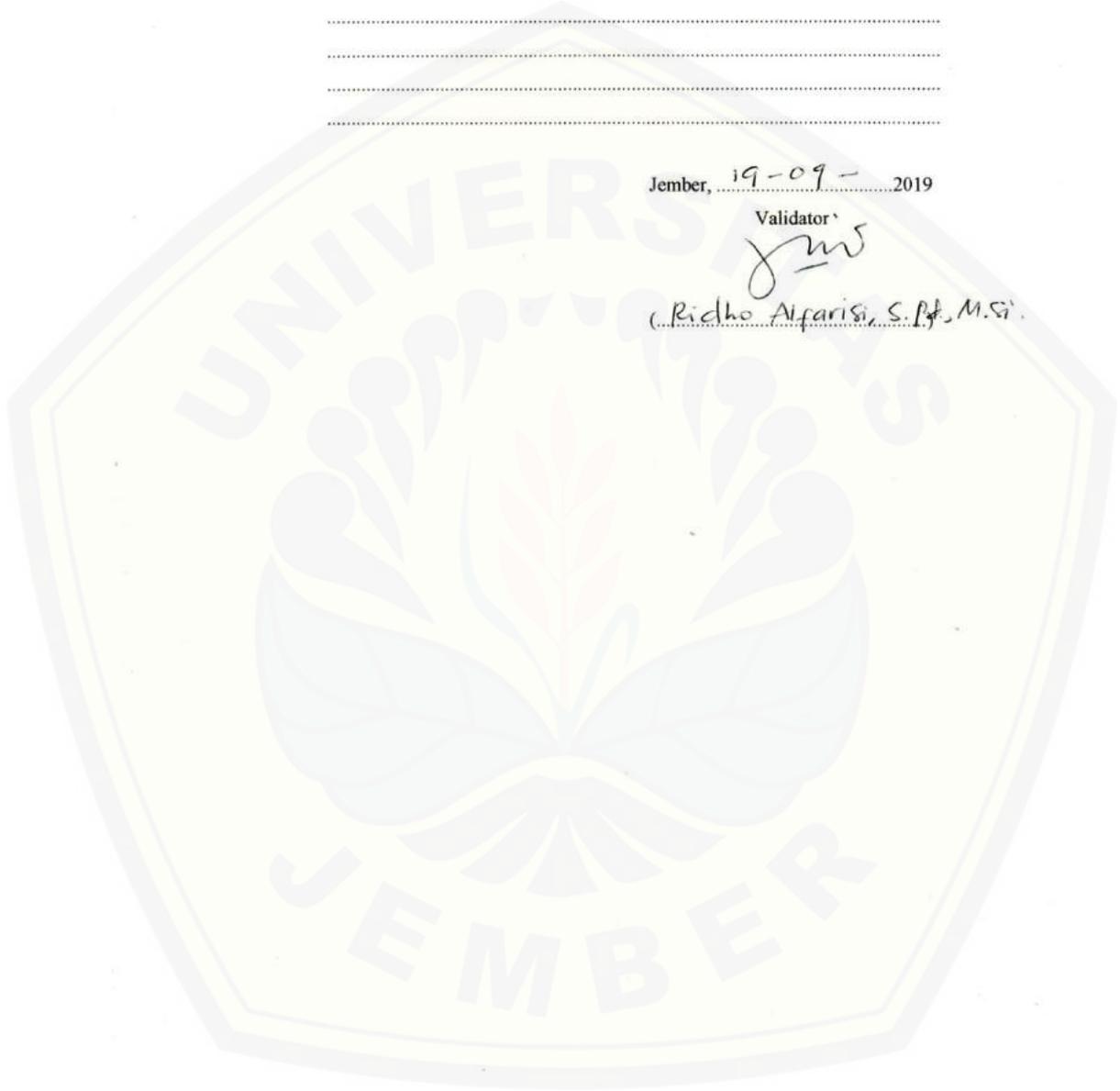
.....
.....
.....
.....

Jember, 19-09-2019

Validator



(Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si.)



LAMPIRAN C.4

HASIL VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Validator 1

137

Lampiran 14. Lembar Validasi Observasi Aktivitas Mahasiswa

LEMBAR VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas mahasiswa.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas siswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian				✓
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 19 Agustus 2019
Validator

Rendi Pratomo M. Pd. Mpa
N.P. 198806202015091002



B. Validator 2

137

Lampiran 14. Lembar Validasi Observasi Aktivitas Mahasiswa

LEMBAR VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas mahasiswa.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas mahasiswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

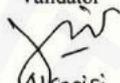
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian			✓	
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 19-09-2019

Validator


(Ridho Alfarisi, S.Pd, M.Si.



LAMPIRAN C.5

HASIL VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK

A. Validator 1

147

Lampiran 16. Lembar Validasi Obsevasi Aktivitas Pendidik

LEMBAR VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas pendidik dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas pendidik.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas guru atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

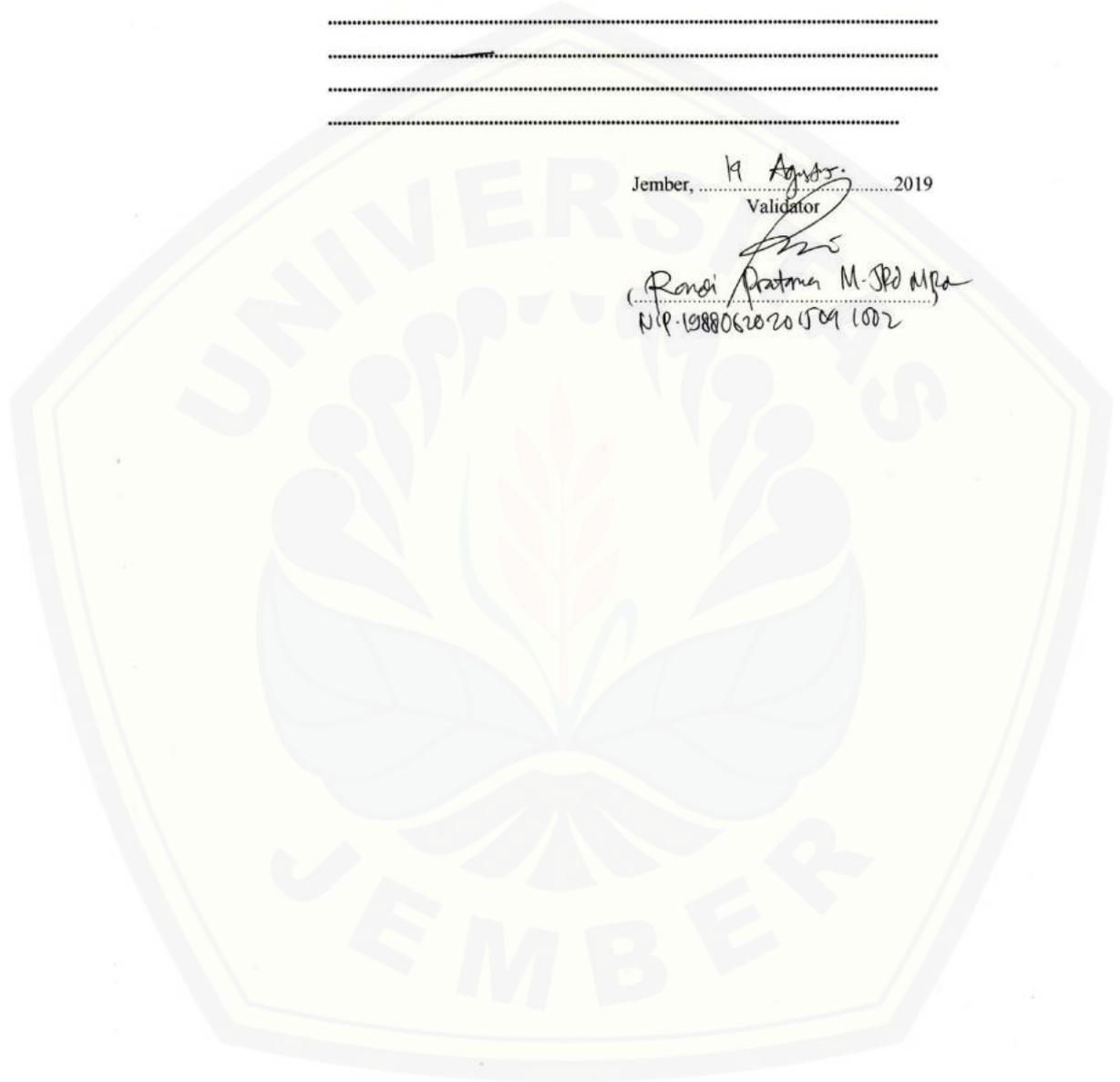
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian				✓
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
3.	Setiap aktivitas guru dapat teramati				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentor dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 19 Agustus 2019
Validator

Rendi Pratma M. SPd Mpa
NIP. 19880620201504 1002



B. Validator 1

147

Lampiran 16. Lembar Validasi Observasi Aktivitas Pendidik

LEMBAR VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan lembar observasi aktivitas pendidik dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi observasi aktivitas pendidik.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar observasi aktivitas pendidik atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

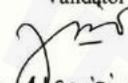
No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian				✓
II. Isi					
1.	Kesesuaian dengan aktivitas pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)				✓
3.	Setiap aktivitas pendidik dapat teramati				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 19-09 - 2019

Validator


(Ridho Alfarsi, S.Pd., M.Si.)



LAMPIRAN C.6

HASIL VALIDASI ANGKET RESPON MAHASISWA

A. Validator 1

153

Lampiran 18. Lembar Validasi Angket Respon Mahasiswa

LEMBAR VALIDASI ANGKET RESPON SISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar angket respon siswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan siswa melakukan pengisian				✓
II. Isi					
1.	Pertanyaan pada angket sesuai dengan kegiatan pembelajaran				✓
2.	Angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 2019
Validator

[Signature]
Rendi Pratama M.Pd MEd
NIP. 19800620 201504 1002



B. Validator 2

153

Lampiran 18. Lembar Validasi Angket Respon Mahasiswa

**LEMBAR VALIDASI
ANGKET RESPON SISWA TERHADAP
KEGIATAN PEMBELAJARAN**

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *research based learning* dan pengaruhnya terhadap keterampilan metakognisi mahasiswa.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi angket respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar angket respon siswa atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga memudahkan siswa melakukan pengisian				✓
II. Isi					
1.	Pertanyaan pada angket sesuai dengan kegiatan pembelajaran				✓
2.	Angket dapat memberikan informasi mengenai respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Jember, 19-07 - 2019

Validator



(Ridho Alfarisi, S.Pt., M.Si.)



LAMPIRAN C.7

HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

A. Validator 1

159

Lampiran 20. Lembar Validasi Pedoman Wawancara

LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

A. Tujuan

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *dominating metric dimension number*.

B. Petunjuk

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi pedoman wawancara.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar pedoman wawancara atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga mudah melakukan penilaian				✓
II. Isi					
1.	Pertanyaan mudah dipahami oleh Dosen dan mahasiswa				✓
2.	Hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami		✓		

D. Komentar dan Saran Perbaikan

.....

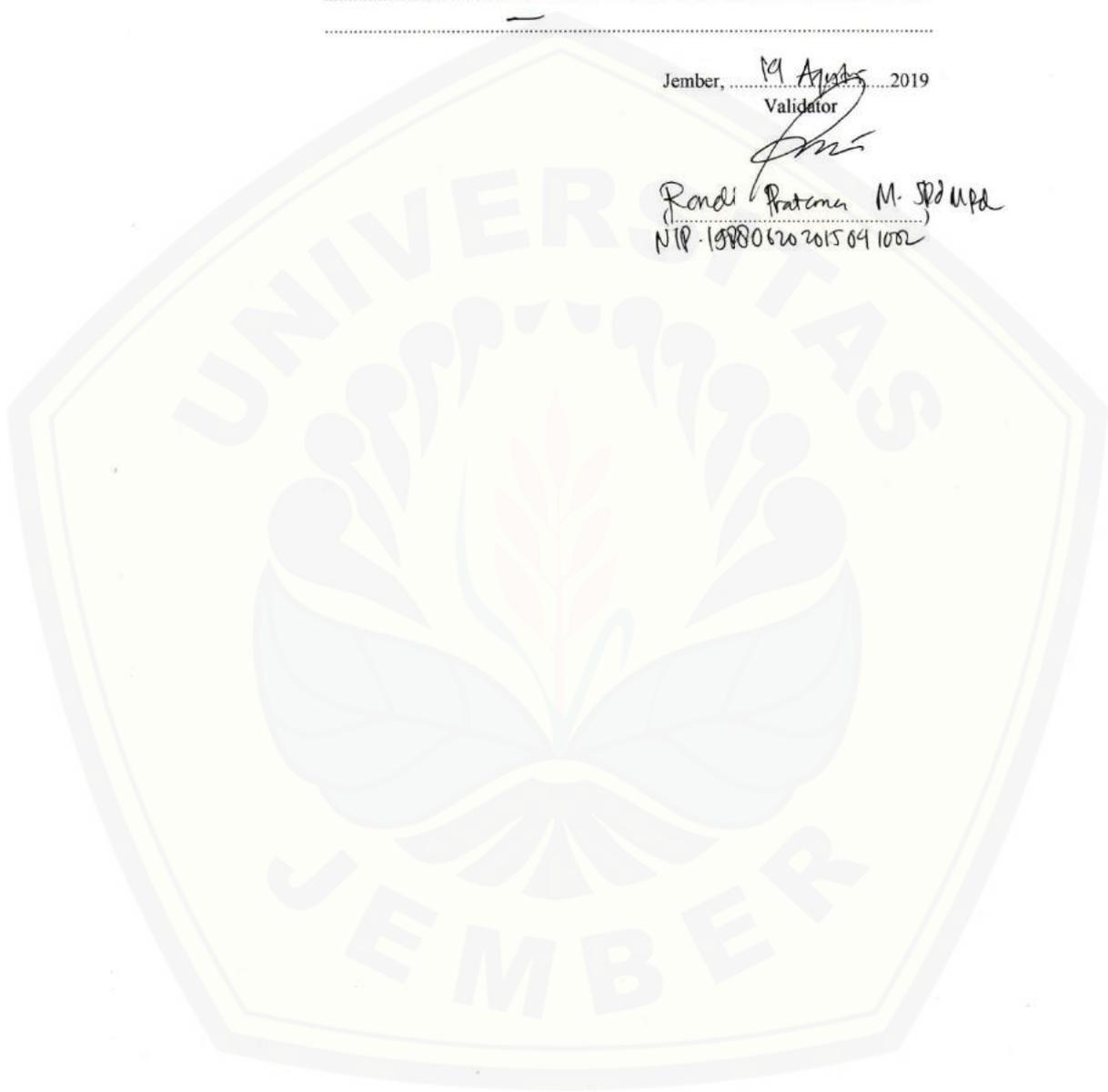
.....

.....

160

Jember, 19 Agustus 2019
Validator


Rendi Pratomo M. SpdUPd
NIP. 198006202015041002



B. Validator 2

159

Lampiran 20. Lembar Validasi Pedoman Wawancara

LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

A. Tujuan

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir metakognisi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *resolving domination number*.

B. Petunjuk

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar validasi pedoman wawancara.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan komentar dan saran perbaikan pada lembar pedoman wawancara atau pada tempat yang telah tersedia pada lembar validasi.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Format jelas sehingga mudah melakukan penilaian				✓
II. Isi					
1.	Pertanyaan mudah dipahami oleh Pendidik dan mahasiswa				✓
2.	Hasil wawancara dapat memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran				✓
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami			✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan

.....

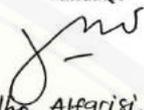
.....

.....

160

Jember, 19-09-2019

Validator


(Ridho Alfariqi, S.Pd., M.Pd.)



LAMPIRAN D.1

HASIL OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Observer 1

133

Lampiran 13. Lembar Observasi aktivitas Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

Hari / tanggal observasi : SENIN, 30 September 2019
 Mata Kuliah : Kombinatorika
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- : 1

A. Petunjuk

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar observasi aktivitas mahasiswa.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran				✓
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari				✓
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				✓
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				✓
<i>Experience Stage</i>					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				✓
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM			✓	
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				✓
III. Penutup					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				✓

Jember, 30 September 2019

Observer/Pengamat

(REZA RIZALDY P. S.Pd.)

B. Observer 2

133

Lampiran 13. Lembar Observasi aktivitas Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

Hari / tanggal observasi : Senin, 30 September 2019
 Mata Kuliah :
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- :

A. Petunjuk

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar observasi aktivitas mahasiswa.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran				✓
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan di pelajari				✓
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				✓
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian			✓	
<i>Experience Stage</i>					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				✓
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi			✓	
III. Penutup					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				✓

Jember, 30-09.....2019

Observer / Pengamat


 (Rahmat Dwi Cahyo S.Pd.)

C. Observer 3

133

Lampiran 13. Lembar Observasi aktivitas Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

Hari / tanggal observasi : *Senin, 30 September 2019*
 Mata Kuliah : *Komunikasi*
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- : *1*

A. Petunjuk

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian lembar observasi aktivitas mahasiswa.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait tujuan pembelajaran				✓
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan pendidik terkait bahan kajian yang akan dipelajari				✓
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				✓
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian			✓	
<i>Experience Stage</i>					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				✓
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM			✓	
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				✓
III. Penutup					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				✓

Jember, *30* - *09* - 2019

Observer / Pengamat

(Zuhristawa L. A. Jabbar)

LAMPIRAN D.2

HASIL OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

A. Observer 1

141

Lampiran 15. Lembar Observasi Pendidik

LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

Hari / tanggal observasi : SENIN, 30 September 2019
Mata Kuliah : Kombinatorika
Pokok Bahasan :
Pertemuan ke- : 1

A. Petunjuk Pengisian

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian observasi kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Pendidik membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa				✓
3.	Pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari			✓	
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari			✓	
<i>Experience Stage</i>					
3.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				✓
4.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Pendidik memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				✓

142

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
7.	Pendidik memberikan evaluasi			✓	
III. Penutup					
1.	Pendidik membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				✓
2.	Pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam				✓

C. Saran :

.....

.....

.....

.....

Jember, 30 September 2019
Observer/Pengamat


(REZA RIZALDY P. S. Pd.)

B. Observer 2

141

Lampiran 15. Lembar Observasi Pendidik

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi : Senin, 30 September 2019
 Mata Kuliah :
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- :

A. Petunjuk Pengisian

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian observasi kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Pendidik membuka dengan salam dan doa			✓	
2.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa				✓
3.	Pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				✓
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari			✓	
<i>Experience Stage</i>					
3.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				✓
4.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM			✓	
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Pendidik memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi			✓	

142

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
7.	Pendidik memberikan evaluasi				✓
III. Penutup					
1.	Pendidik membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				✓
2.	Pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam				✓

C. Saran :

.....

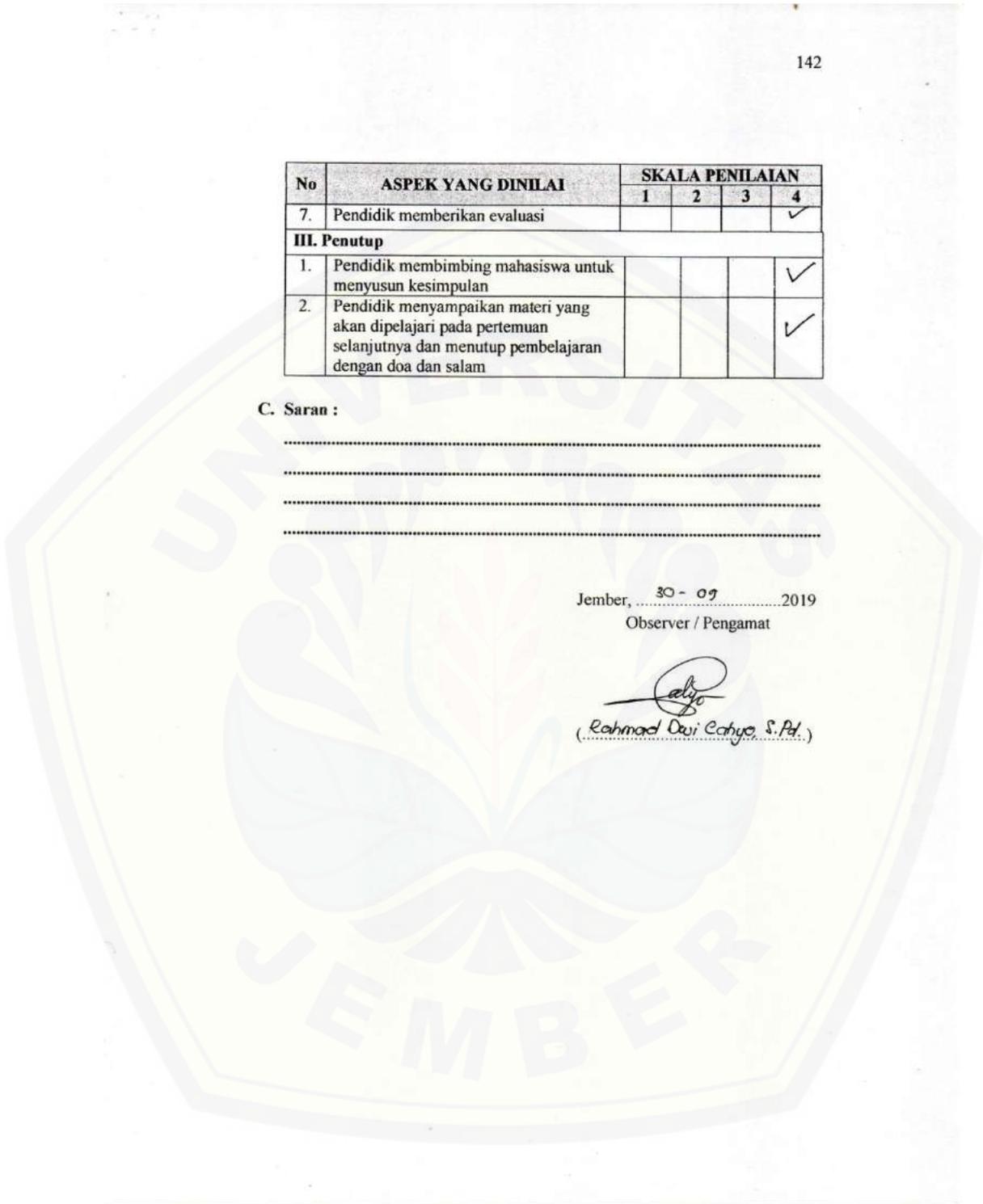
.....

.....

.....

Jember, 30 - 09 2019
 Observer / Pengamat


 (Rahmad Dwi Cahyo S.Pd.)



C. Observer 3

141

Lampiran 15. Lembar Observasi Pendidik

LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN

Hari / tanggal observasi : *Senin, 30 September 2019*
 Mata Kuliah : *Kombinatorika*
 Pokok Bahasan :
 Pertemuan ke- : *1*

A. Petunjuk Pengisian

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada lajur yang tersedia berdasarkan rubrik penilaian observasi kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. Pendahuluan					
1.	Pendidik membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi mahasiswa				✓
3.	Pendidik menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				✓
II. Kegiatan Inti					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Pendidik mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Pendidik menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari			✓	
<i>Experience Stage</i>					
3.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi			✓	
4.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Pendidik mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM			✓	
<i>Capstone Stage</i>					
6.	Pendidik memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				✓

142

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
7.	Pendidik memberikan evaluasi				✓
III. Penutup					
1.	Pendidik membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan			✓	
2.	Pendidik menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya dan menutup pembelajaran dengan doa dan salam				✓

C. Saran :

.....

.....

.....

.....

Jember, 2019
Observer / Pengamat


(Christiana L. A. Jabbar)

LAMPIRAN D.3

HASIL AGKET RASPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

LAMPIRAN A.11

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Dalam rangka pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis riset di kelas, kami mohon tanggapan saudara/saudari mahasiswa terhadap proses pembelajaran menggunakan model *Research Based Learning* sub pokok *resolving domination number* yang telah dilakukan. Jawaban saudara/saudari mahasiswa akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai mata kuliah ini.

Petunjuk Pengisian Angket :

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah alasanmu dengan mengisi di kolom alasan.

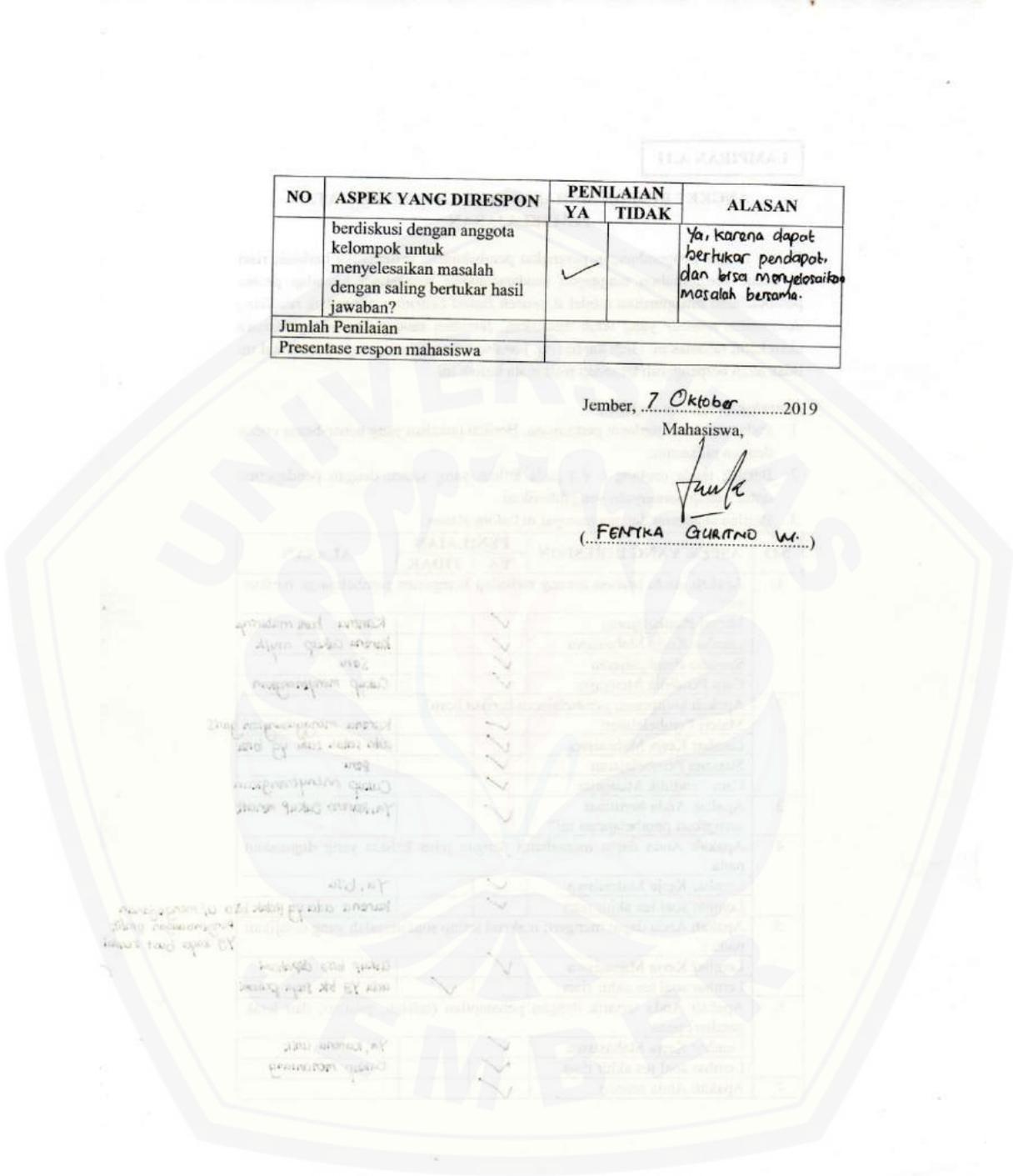
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran	✓		Karena baru materinya
	Lembar Kerja Mahasiswa	✓		Karena cukup anyak
	Suasana Pembelajaran	✓		Saru
2.	Cara Pendidik Mengajar	✓		Cukup menyenangkan
	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran	✓		Karena menggabungkan garis
	Lembar Kerja Mahasiswa	✓		ada salah satu yg bisa seru
3.	Suasana Pembelajaran	✓		Cukup menyenangkan
	Cara Pendidik Mengajar	✓		Ya, karena cukup menarik
	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	✓		
	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :			
4.	Lembar Kerja Mahasiswa	✓		Ya, bisa
	Lembar soal tes akhir riset	✓		karena ada yg tidak bisa u/ mengerjakan
5.	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			Pengembangan grafik yg saya buat sendiri
	Lembar Kerja Mahasiswa	✓		Cukup bisa dipahami
	Lembar soal tes akhir riset		✓	ada yg tak saya pahami
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa	✓		Ya, karena unik
	Lembar soal tes akhir riset	✓		Cukup menantang
7.	Apakah Anda senang	✓		

NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
	berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	✓		Ya, karena dapat bertukar pendapat dan bisa menyelesaikan masalah bersama.
Jumlah Penilaian				
Presentase respon mahasiswa				

Jember, 7 Oktober2019

Mahasiswa,

(.....FENTIKA GURITNO W.....)



LAMPIRAN A.11

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Dalam rangka pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis riset di kelas, kami mohon tanggapan saudara/saudari mahasiswa terhadap proses pembelajaran menggunakan model *Research Based Learning* sub pokok *resolving domination number* yang telah dilakukan. Jawaban saudara/saudari mahasiswa akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai mata kuliah ini.

Petunjuk Pengisian Angket :

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tanda centang (\checkmark) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah alasanmu dengan mengisi di kolom alasan.

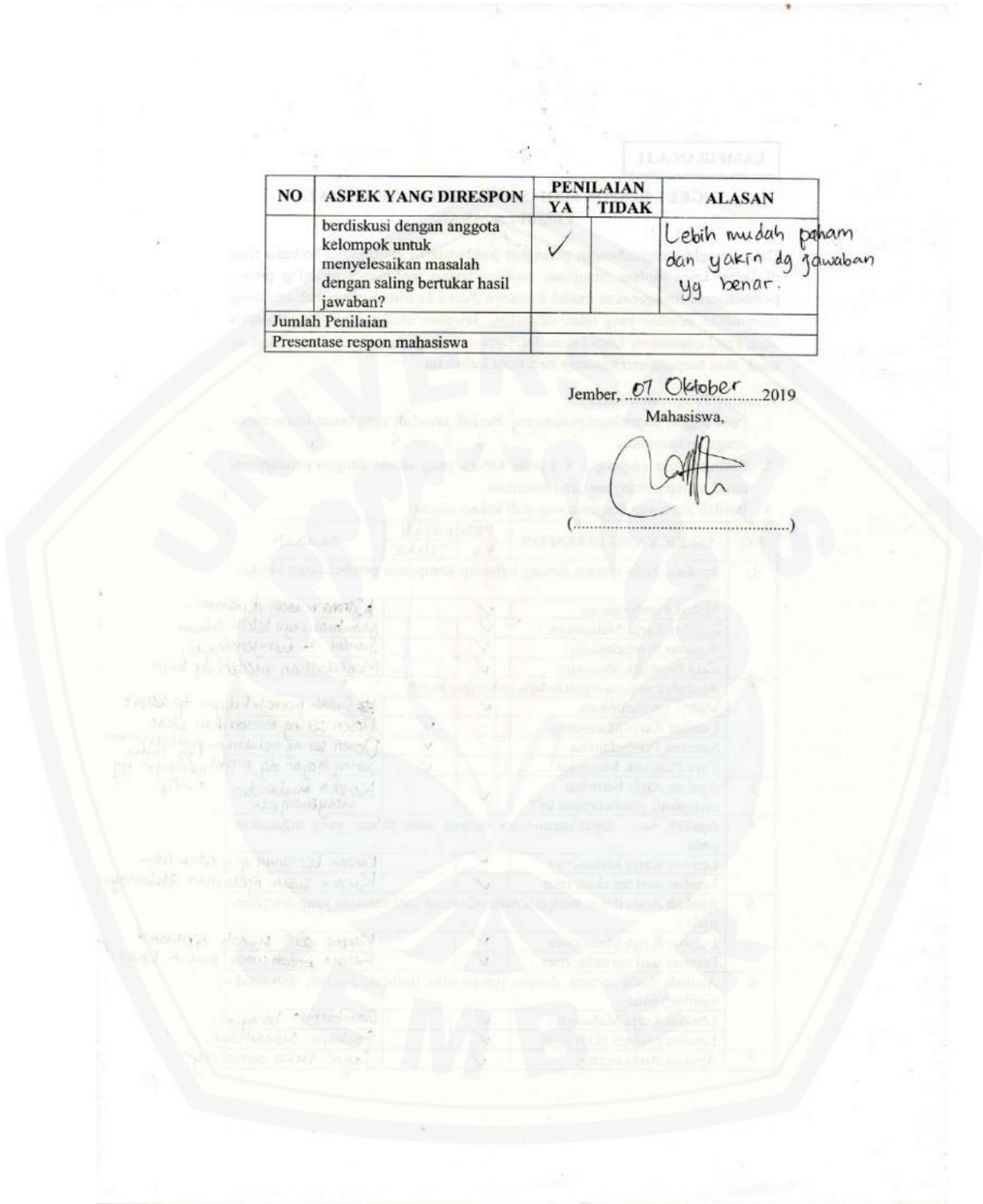
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena mudah dipahami.
	Lembar Kerja Mahasiswa	<input checked="" type="checkbox"/>		Membuat saya lebih faham
	Suasana Pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>		Santai & menyenangkan.
2.	Cara Pendidik Mengajar	<input checked="" type="checkbox"/>		Menjelaskan materi dg baik.
	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>		Sudah Sudah pernah belajar tp sedikit.
	Lembar Kerja Mahasiswa		<input checked="" type="checkbox"/>	Dosen sering memberikan LKM.
3.	Suasana Pembelajaran		<input checked="" type="checkbox"/>	Dosen sering melakukan pembelajaran yg sama.
	Cara Pendidik Mengajar		<input checked="" type="checkbox"/>	Sering diajar dg model mengajar yg mirip.
	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena mudah dan menyenangkan.
4.	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena bertanya jika tidak bisa.
	Lembar soal tes akhir riset	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena sudah dijelaskan sebelumnya.
5.	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena soal mudah & dipahami
	Lembar soal tes akhir riset	<input checked="" type="checkbox"/>		Karena soal sama kayak LKM.
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa	<input checked="" type="checkbox"/>		Gambarnya beragam.
	Lembar soal tes akhir riset	<input checked="" type="checkbox"/>		Soalnya menantang.
7.	Apakah Anda senang	<input checked="" type="checkbox"/>		Saya suka materinya.

NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
	berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	✓		Lebih mudah paham dan yakin dg jawaban yg benar.
Jumlah Penilaian				
Presentase respon mahasiswa				

Jember, 07 Oktober 2019
Mahasiswa,



(.....)



LAMPIRAN D.4

**DOKUMENTASI HASIL BELAJAR MAHASISWA
KELAS PENGEMBANGAN**

No	NIM	NAMA	NILAI	KETERANGAN
1	180210101118	Earlene Luke S	70	Sedang
2	180210101119	Fitri W Khoir	80	Tinggi
3	180210101120	Lita Octavia A	85	Tinggi
4	180210101121	Tri Ajeng K	90	Sangat Tinggi
5	180210101122	Deddy Setyawan	75	Tinggi
6	180210101123	Putri Intan D	90	Sangat Tinggi
7	180210101124	Afnindya A Pratiwi	80	Tinggi
8	180210101126	Luvki Dwi I P	75	Tinggi
9	180210101127	Rftiani Dwi W	70	Sedang
10	180210101128	Mega Putri P	75	Tinggi
11	180210101129	Berliana W Annisaa	80	Tinggi
12	180210101130	Moetiara S Agustias	85	Tinggi
13	180210101131	Hilman Hanif P.P	75	Tinggi
14	180210101132	Eka Nia P	85	Tinggi
15	180210101133	Dela Wardani	80	Tinggi
16	180210101134	Fenyka Guritno W	75	Tinggi
17	180210101135	Ammar Dzaky	59	Cukup
18	180210101137	M Abdullah Faiq	80	Tinggi
19	180210101138	Dinda Rizkina M	80	Tinggi
20	180210101139	Firman	75	Tinggi
21	180210101140	Iga Regina A	80	Tinggi
22	180210101141	Dinda A Furoida	80	Tinggi
23	180210101142	Angelica Ona E	80	Tinggi
24	180210101143	Irbah Nurjannah	85	Tinggi
25	180210101145	Aldi Maulana Putra	70	Sedang
26	180210101146	Ayustika R Sannah	70	Sedang
27	180210101147	M Iyanul Arsyi	75	Tinggi
28	180210101148	Risma Hadi K	75	Tinggi
29	180210101149	Khofifatul Ummah	75	Tinggi
30	180210101150	Enggita Rahmawati	80	Tinggi
31	180210101151	Ahmad Aji	80	Tinggi
32	180210101152	Anggi L Ifarda	70	Sedang
33	180210101153	Moh Nafih	70	Sedang
34	180210101155	Gusti Sarifuddin M	59	Cukup
35	180210101156	Sufirman	85	Tinggi
36	180210101157	Dinda Putri K	80	Tinggi
37	180210101158	Viga Dwi Oktavia	85	Tinggi

No	NIM	NAMA	NILAI	KETERANGAN
38	180210101159	Al Furqonud D B	80	Tinggi
39	180210101160	Lia M Rohmah	80	Tinggi



LAMPIRAN D.5

**HASIL BELAJAR MAHASISWA KELAS PENGEMBANGAN
(UJI COBA PERANGKAT PEMBELAJARAN)**

No	NIM	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
1	180210101118	Earlene Luke S	40	65
2	180210101119	Fitri W Khoir	60	75
3	180210101120	Lita Octavia A	40	85
4	180210101121	Tri Ajeng K	65	70
5	180210101122	Deddy Setyawan	50	85
6	180210101123	Putri Intan D	55	78
7	180210101124	Afnindya A Pratiwi	40	60
8	180210101126	Luvki Dwi I P	40	65
9	180210101127	Rftiani Dwi W	55	75
10	180210101128	Mega Putri P	40	75
11	180210101129	Berliana W Annisaa	40	55
12	180210101130	Moetiara S Agustias	60	80
13	180210101131	Hilman Hanif P.P	53	50
14	180210101132	Eka Nia P	50	65
15	180210101133	Dela Wardani	40	75
16	180210101134	Fenyka Guritno W	55	80
17	180210101135	Ammar Dzaky	60	65
18	180210101137	M Abdullah Faiq	55	68
19	180210101138	Dinda Rizkina M	60	70
20	180210101139	Firman	50	75
21	180210101140	Iga Regina A	70	75
22	180210101141	Dinda A Furoida	55	75
23	180210101142	Angelica Ona E	40	70
24	180210101143	Irbah Nurjannah	50	90
25	180210101145	Aldi Maulana Putra	50	60
26	180210101146	Ayustika R Sannah	65	70
27	180210101147	M Iyanul Arsyi	63	60
28	180210101148	Risma Hadi K	45	75
29	180210101149	Khofifatul Ummah	75	55
30	180210101150	Enggita Rahmawati	55	65
31	180210101151	Ahmad Aji	40	60
32	180210101152	Anggi L Ifarda	50	60
33	180210101153	Moh Nafih	60	90
34	180210101155	Gusti Sarifuddin M	55	60
35	180210101156	Sufirman	60	85
36	180210101157	Dinda Putri K	70	65
37	180210101158	Viga Dwi Oktavia	55	80

No	NIM	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
38	180210101159	Al Furqonud D B	55	60
39	180210101160	Lia M Rohmah	70	68



LAMPIRAN D.6

HASIL BELAJAR MAHASISWA KELAS EKSPERIMEN

No	NIM	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
1	130210101044	Bima Andi	60	71
2	180210101003	Orel R Sackhi	34	66
3	180210101011	M Nur Setyawan	49	68
4	180210101017	Guvinta Rahayu	50	85
5	180210101021	Ahmad K Budiarto	58	83
6	180210101029	Nur L Mukarromah	58	73
7	180210101030	Vido Puput A	50	80
8	180210101035	Excelsa S W Jannah	40	71
9	180210101036	Anisa Meilinda W	55	65
10	180210101040	Ervina Agustiningrum	63	80
11	180210101042	Anzori	66	72
12	180210101047	Nuwaila Izzatul M	75	82
13	180210101048	Rizki A Akbar	69	73
14	180210101053	Syaidatina F	59	65
15	180210101054	Lutvia Ainu N	61	70
16	180210101055	Lutfi Andriana	64	74
17	180210101057	Evi T Wulandari	60	83
18	180210101058	Ahmad M Hukamuddin	69	75
19	180210101059	Laili M Khumairiyah	58	70
20	180210101060	Nyimas M Nisa	56	65
21	180210101061	Putri Wulandari	53	66
22	180210101065	Ervina Agustiningrum	66	70
23	180210101067	Siti Aisyah	60	75
24	180210101070	Ary Febiyansyah	61	72
25	180210101075	Uways Alqorni	68	74
26	180210101076	Riniatul N Wahidah	52	65
27	180210101081	Tommi S Putra	58	66
28	180210101089	Rizky Maulidiyah	49	70
29	180210101090	Liski R Dinia	66	73
30	180210101091	Sabrina Gystabiel S	68	75
31	180210101092	Maulidina Risqiyah	69	72
32	180210101095	Inayatus Sholeha	55	65
33	180210101096	MH Ilham Nurfaizi	68	77
34	180210101097	Nabilatul Hafidhoh	68	75
35	180210101098	Fitria Wahyu	63	78
36	180210101105	Sani Nur I	69	72

No	NIM	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
37	180210101107	M Maulana Ishaq	59	73
38	180210101113	M Faidullah Naras S	62	71
39	180210101114	Melyani Handyta	79	81
40	180210101115	Siti Komaria	68	75
41	180210101116	Aditya M Nizar	63	76



LAMPIRAN D.7

HASIL BELAJAR MAHASISWA KELAS KONTROL

No	NIM	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
1	180210101002	Anis Nur Afni	53	72
2	180210101004	Kirana Candra D	64	73
3	180210101006	M Ulin Tluha	68	75
4	180210101007	Surya Indrrani	58	71
5	180210101009	Taksli P Saraswati	57	66
6	180210101014	M Gufrond Halim	64	70
7	180210101023	Yudiyawati	55	69
8	180210101027	Budi W ahyu A.P	56	67
9	180210101033	Melinda K Budiarti	46	68
10	180210101037	Maharani Hayuning P.P	59	75
11	180210101041	Ainun Nabilah	51	63
12	180210101046	Kamal Ardiansyah	45	69
13	180210101049	Niken Tantinira	53	68
14	180210101050	Mousthapaa Nurbuono	48	67
15	180210101051	Mirza A Prastitu	60	74
16	180210101052	Girlyas R Yunta	62	73
17	180210101063	Annisa Rizki F.B	50	70
18	180210101064	Mira Rahmawati	53	68
19	180210101069	Ainun Nella R	55	67
20	180210101073	M Zainul Arifin	53	66
21	180210101074	Anwar Ma'arif	66	73
22	180210101080	Renal H N Setiawan	70	79
23	180210101083	M Idfani W Najib	45	55
24	180210101084	Adistyana Putri	69	77
25	180210101088	Vina K Nafi'ah	65	76
26	180210101093	Fathul Alim	64	75
27	180210101100	M Syarif Hidayat	67	73
28	180210101102	Ramadhan M Mulya	60	65
29	180210101108	Pandhu Dinar R B	59	71
30	180210101096	MH Ilham Nurfaizi	60	62
31	180210101097	Nabilatul Hafidhoh	69	79

LAMPIRAN D.8

HASIL SPSS DATA PRE-TEST

Uji Homogenitas
Test of Homogeneity of Variances

Pre Test

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.175	1	70	.677

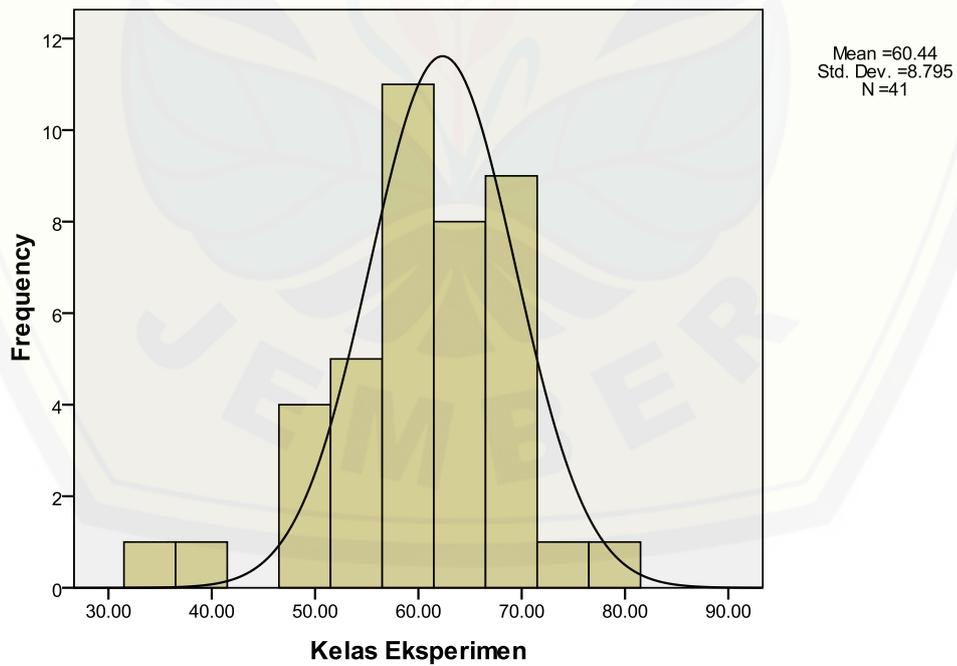
Uji Normalitas
Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre Kelas Eksperimen	.122	41	.126	.955	41	.109
Pre Kelas kontrol	.107	31	.200	.961	31	.310

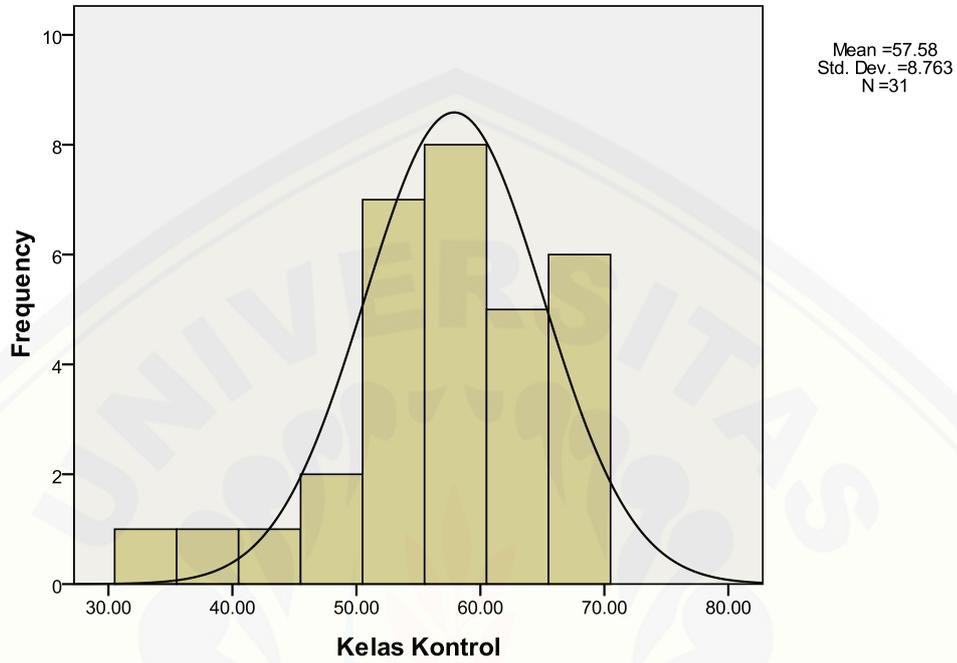
a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

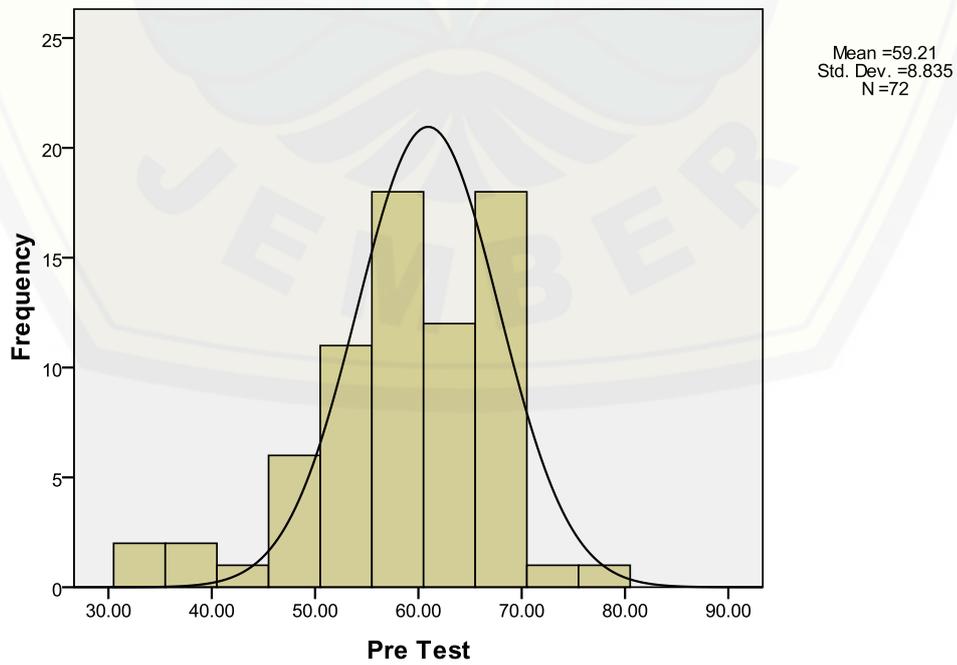
Histogram



Histogram



Histogram



Uji Independent Sampel T-Test

Group Statistics

Kelompok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pre Test	Kelas Eksperimen	41	60.4390	8.79502	1.37355
	Kelas kontrol	31	58.1935	7.38205	1.32585

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
Pre Test	Equal variances assumed	.175	.677	1.148	70
	Equal variances not assumed			1.176	69.183

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Pre Test	Equal variances assumed	.255	2.24548	1.95626
	Equal variances not assumed	.244	2.24548	1.90907

LAMPIRAN D.9

HASIL SPSS DATA *POST-TEST*

**Uji Homogenitas
Test of Homogeneity of Variances**

Post Test

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.064	1	70	.801

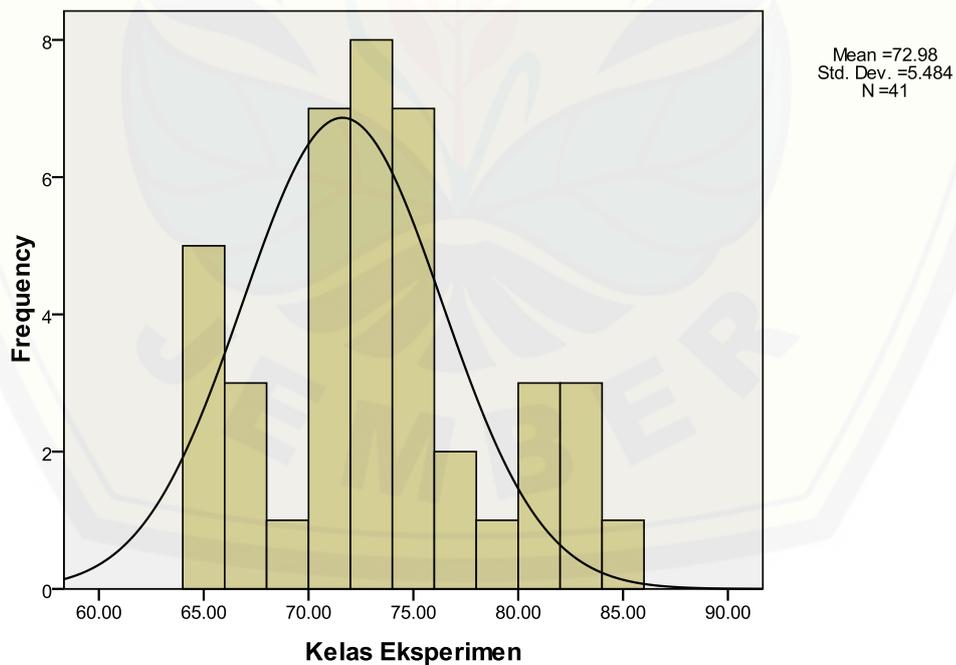
**Uji Normalitas
Tests of Normality**

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Post Test Kelas Experimen	.112	41	.200	.950	41	.070
Kelas Kontrol	.092	31	.200	.965	31	.401

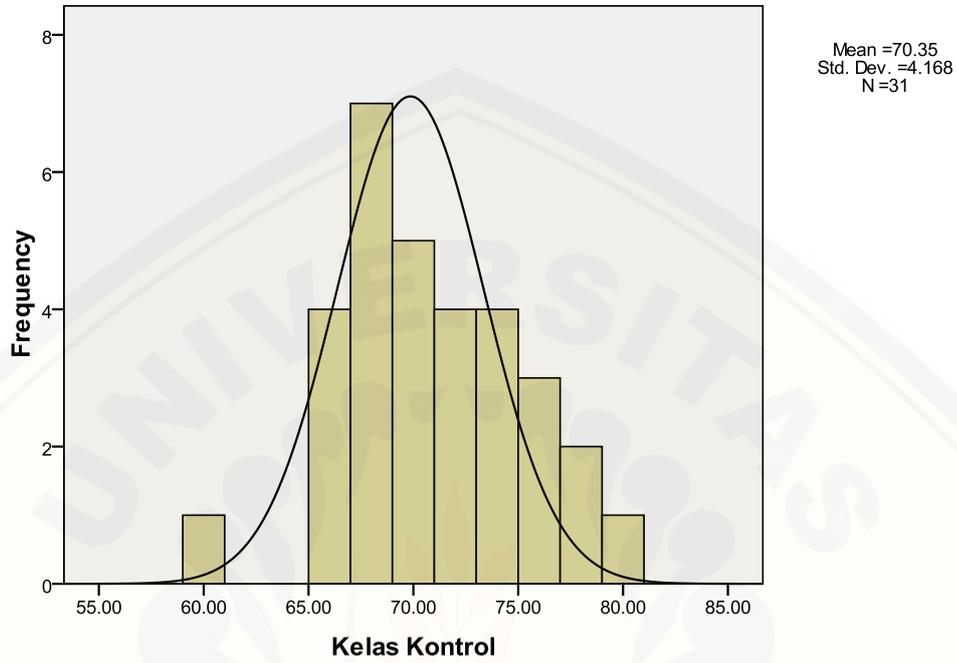
a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

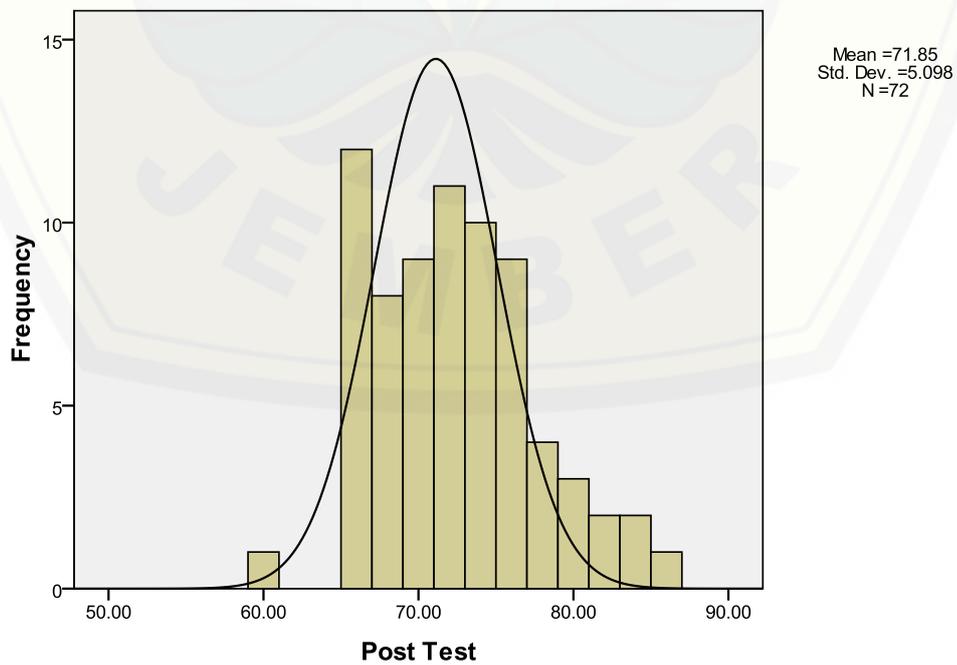
Histogram



Histogram



Histogram



Uji Independent Sampel T Tes
Group Statistics

Kelompok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post Test	Kelas Experimen	41	72.9756	5.48401	.85646
	Kelas Kontrol	31	70.1935	5.21165	.93604

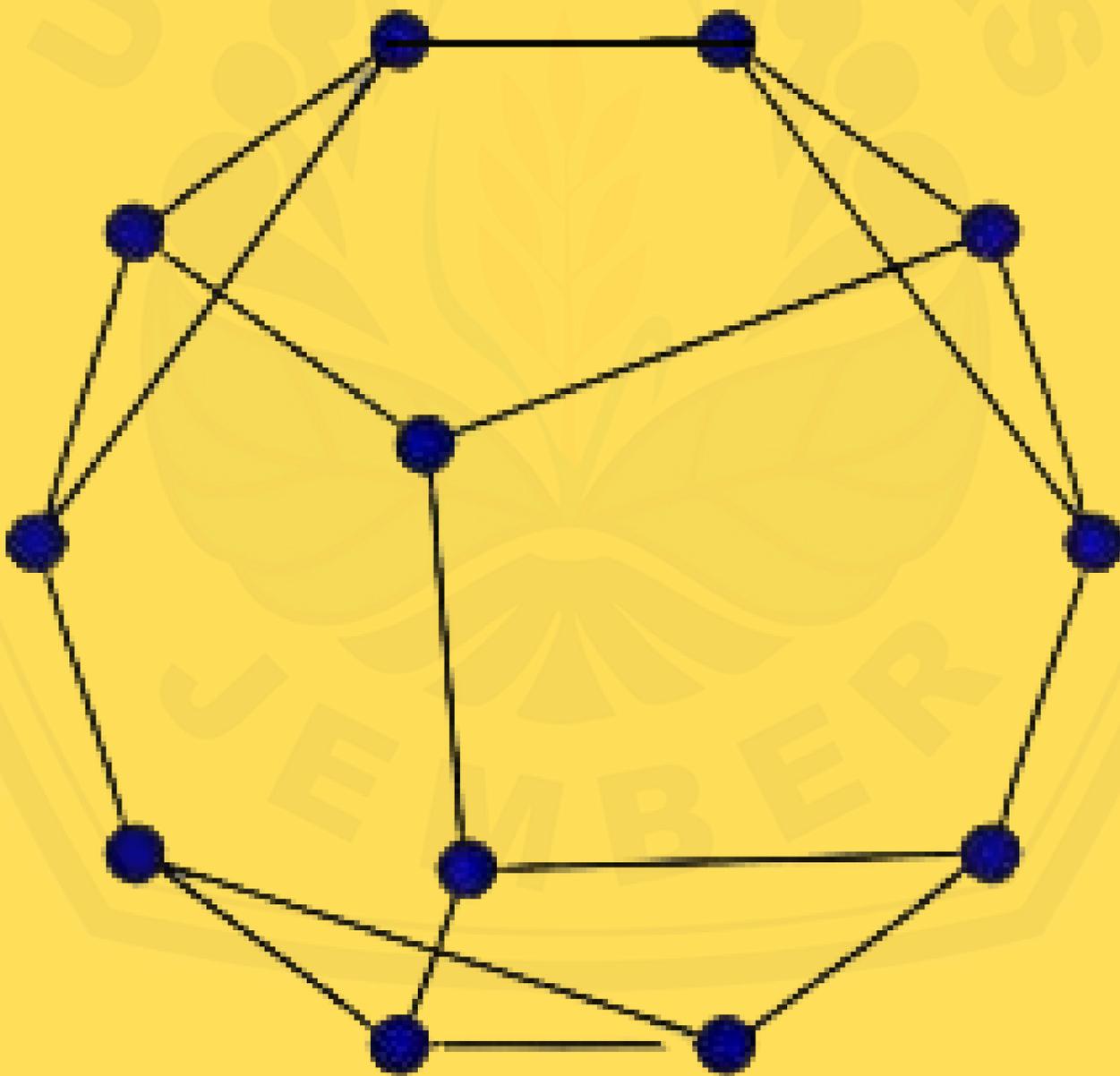
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
Post Test	Equal variances assumed	.064	.801	2.177	70
	Equal variances not assumed			2.193	66.370

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Post Test	Equal variances assumed	.033	2.78206	1.27787
	Equal variances not assumed	.032	2.78206	1.26874

MONOGRAF
**RESOLVING
DOMINATION
NUMBER**



YUSTINUS WANGGUWAY
DAFIK
SLAMIN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas limpahan rahmat dan karunianya sehingga Monograf tentang *Resolving Domination Number* dapat diselesaikan. Monograf ini berisi tentang hasil-hasil penelitian *Resolving Domination Number* baik yang sudah ditemukan oleh beberapa peneliti terdahulu maupun hasil penemuan penulis sendiri.

Terima kasih disampaikan kepada Prof. Drs. Slamir, M.Comp.Sc., Ph.D. dan Prof. Drs. Dafik, M.Sc. Ph.D. atas kesabarannya dalam membimbing penulis sehingga monograf ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam buku monograf ini, untuk itu kritik dan saran terhadap penyempurnaan buku monograf ini sangat diharapkan. Semoga buku monograf ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Penulis

Contents

1	Graf	7
1.1	Terminologi Dasar Graf	7
1.2	Jenis Graf	8
1.3	Graf Khusus	10
2	Resolving Domination Pada Graf	11
2.1	Himpunan Dominasi	11
2.2	Penelitian Terdahulu terkait Himpunan Dominasi	12
2.3	Dimensi Metrik (<i>Metric Dimension</i>)	12
2.4	Penelitian Terdahulu terkait Dimensi Metrik	12
2.5	Resolving Domination	12
2.6	Penelitian terdahulu terkait <i>Resolving domination</i>	14
3	Aplikasi Resolving Dominating	17
3.1	Aplikasi Himpunan Dominasi	17
3.2	Aplikasi Dimensi Metrik	17
3.3	Aplikasi <i>Resolving Dominating</i>	18

4	Hasil Penelitian	19
4.1	Prosedur Penelitian	19
4.2	Pembuktian Teorema	21
4.3	Masalah Terbuka	38



1. Graf

1.1 Terminologi Dasar Graf

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga yang tidak kosong dan anggotanya disebut simpul/titik (vertex) dan $E(G)$ adalah himpunan yang boleh kosong dari pasangan tak terurut u, v dari titik-titik $u, v \in V(G)$ yang disebut sisi (edge) [5]. Dengan demikian, sebuah graf G tidak harus memiliki sebuah sisi (edge) namun harus memiliki minimal sebuah titik (vertex) [13].

Vertex digambarkan sebagai sebuah titik atau node yang dapat dilabeli dengan huruf, bilangan asli, atau dengan menggunakan gabungan huruf dan bilangan asli sedangkan sisi menggambarkan garis yang menghubungkan dua titik yang berbeda. Misalkan v_i dan v_j adalah titik pada suatu graf, maka sisi yang menghubungkan titik v_i dan v_j dinyatakan dengan pasangan (v_i, v_j) atau dengan lambang $e_1, e_2, e_3, \dots, e_q$ [8].

Order merupakan banyaknya anggota himpunan titik dalam graf G dinotasikan dengan p atau kardinalitas titik yang disimbolkan dengan $|V(G)|$, sedangkan banyaknya anggota himpunan sisi dalam graf G dinotasikan dengan q atau kardinalitas sisi yang disimbolkan dengan $|E(G)|$ yang sering disebut dengan size [9]. Misalkan terdapat suatu graf dengan p buah titik dan q buah sisi maka graf tersebut dinotasikan dengan $G(p; q)$. Gambar 1.1 merupakan contoh dari graf G . Graf $G(4; 6)$ diatas terdiri dari himpunan titik yang dinotasikan dengan $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ dan himpunan sisi yang dinotasikan dengan $E(G) = \{v_1v_2, v_1v_3, v_1v_4, v_2v_3, v_2v_4, v_3v_4\}$. Gambar 1.1 memiliki $|V(G)| = 4$ dan $|E(G)| = 6$.

Dua buah titik yaitu titik u dan v dikatakan terhubung langsung/bertetangga (*adjacent*) jika terdapat sebuah sisi yang menghubungkan titik u dengan titik v , yaitu $e = (uv)$ selanjutnya titik v disebut sebagai tetangga dari titik u . Himpunan semua tetangga dari u disebut ketetanggaan dari u dan dinotasikan dengan $N(u)$. Sebuah sisi e dikatakan bersisian/bertemu (*incident*) dengan titik u jika titik u adalah titik ujung dari sisi e . Sebuah

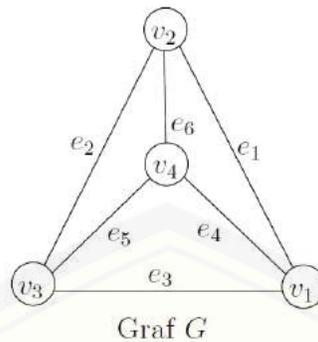


Figure 1.1: Contoh Graf

titik v menempel dengan sebuah sisi e apabila v merupakan titik ujung dari e , demikian juga e bersisian dengan v jika v merupakan titik ujung dari e [4]. Berdasarkan gambar 1.1, titik v_1 dikatakan bertetangga dengan v_2, v_3 , dan v_4 sedangkan sisi e_1 dikatakan bersisian dengan v_1 dan v_2 .

Derajat (*degree*) dari suatu titik v pada graf G adalah banyaknya sisi yang bersisian dengan v , dengan kata lain derajat (*degree*) merupakan jumlah sisi yang memuat v sebagai titik ujung [5]. Derajat (*degree*) dinotasikan dengan $deg(v_i)$ dengan indeks i menunjukkan titik ke- i pada graf G . Jika sebuah titik v mempunyai derajat 0 artinya tidak mempunyai tetangga dengan sembarang titik yang lain, maka titik disebut titik terisolasi (*isolated vertex*). Sebuah titik berderajat 1 disebut sebagai titik ujung (*pendant vertex*). Derajat suatu titik dibagi menjadi dua, yaitu derajat terbesar dan derajat terkecil. Derajat terbesar suatu graf G yang dinotasikan dengan $\Delta(G)$ adalah banyaknya maksimal sisi yang bersisian (*incident*) dengan titik v_i pada graf G dan derajat terkecil suatu graf G yang dinotasikan dengan $\delta(G)$ adalah banyaknya minimal sisi yang bersisian (*incident*) dengan titik pada graf G . Graf pada gambar 1.1 memiliki $deg(v_1) = 3, deg(v_2) = 3, deg(v_3) = 3$, dan $deg(v_4) = 3$ sehingga memiliki $\Delta(G) = 3$ dan memiliki $\delta(G) = 3$ yang mengakibatkan graf pada gambar 1.1 disebut dengan graf reguler. Graf reguler (teratur) yaitu suatu graf G yang setiap titiknya memiliki derajat (*degree*) yang sama [3] atau dapat dikatakan derajat maksimum sama dengan derajat minimum pada graf G ($\Delta(G) = \delta(G)$). Graf nonreguler yaitu suatu graf G dimana sembarang titik minimal ada dua titik yang memiliki derajat (*degree*) yang berbeda ($\Delta(G) \neq \delta(G)$).

1.2 Jenis Graf

Graf terdiri dari beberapa jenis, yang diklasifikasikan berdasarkan orientasi arah, ada tidaknya loop ataupun sisi ganda, jumlah titik, atau berdasarkan titik yang terhubung.

- Berdasarkan orientasi arah:
 1. Graf berarah (*direct graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Contoh graf gambar 1.2 (a).
 2. Graf tak berarah (*undirect graph*) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai

orientasi arah. Contoh graf gambar 1.2 (b).

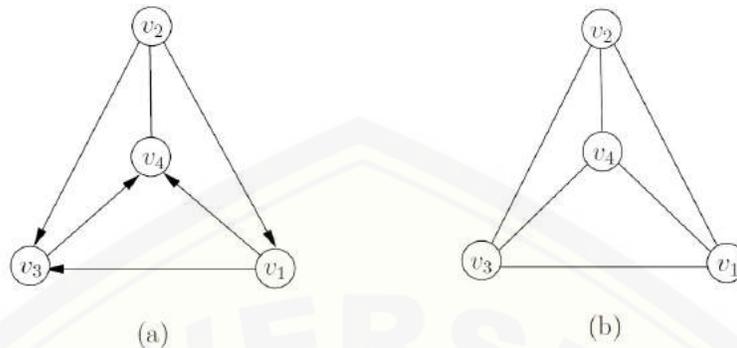


Figure 1.2: (a). Contoh Graf Berarah dan (b). Contoh Graf Tak Berarah

- Berdasarkan ada tidaknya loop ataupun sisi ganda:
 1. Graf sederhana (*simple graph*) adalah graf yang tidak mengandung loop ataupun sisi ganda. Contoh graf gambar 1.3 (a).
 2. Graf tak sederhana (*unsimple graph*) adalah graf yang mengandung loop ataupun sisi ganda. Contoh graf gambar 1.3 (b).

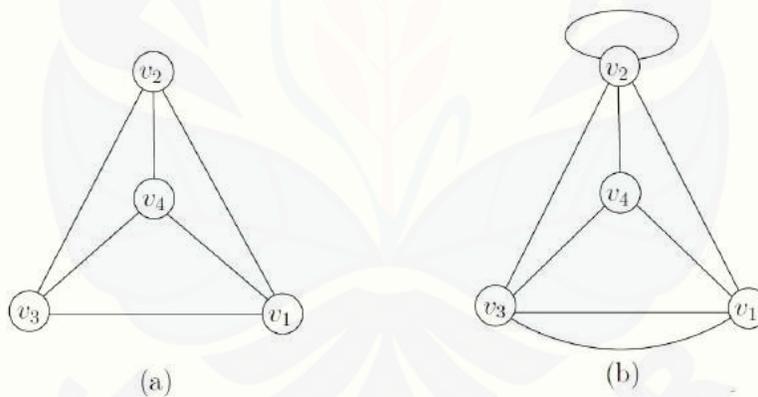


Figure 1.3: (a). Contoh Graf Sederhana dan (b). Contoh Graf Tak Sederhana

- Berdasarkan jumlah titik:
 1. Graf berhingga (*nite graph*) adalah graf yang jumlah titiknya berhingga. Contoh graf gambar 1.4 (a).
 2. Graf tak berhingga (*innite graph*) adalah graf yang jumlah titiknya tidak berhingga. Contoh graf gambar 1.4 (b).
- Berdasarkan titik yang terhubung:
 1. Graf terhubung (*connected graph*)
 Graf G dikatakan terhubung jika untuk setiap dua titik yang berbeda v_i dan v_j di G terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Contoh gambar 1.5 (a).

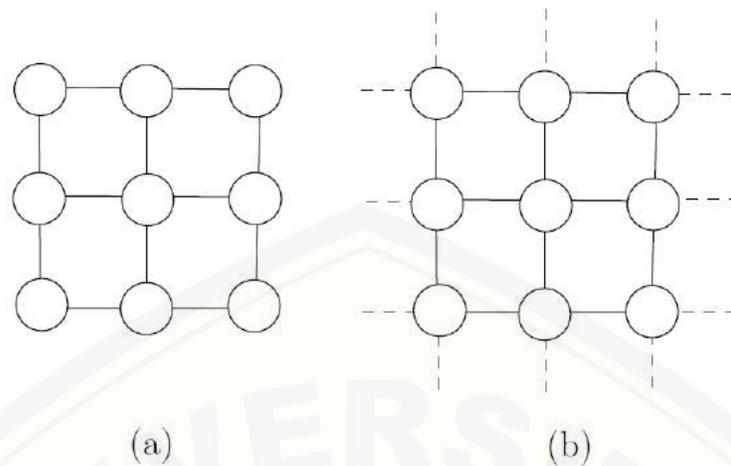


Figure 1.4: (a). Contoh Graf Berhingga dan (b). Contoh Graf Tak Berhingga

2. Graf tak terhubung (*disconnected graph*)

Graf G dikatakan tak terhubung jika ada minimal dua titik yang berbeda v_i dan v_j , sehingga tidak terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Contoh graf gambar 1.5 (b).

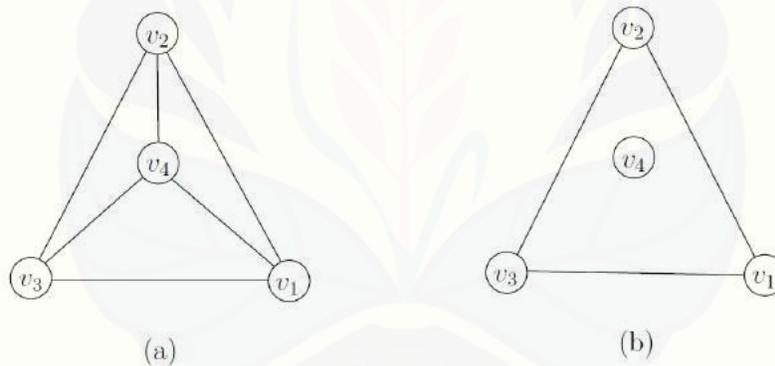


Figure 1.5: (a). Contoh Graf Terhubung dan (b). Contoh Graf Tak Terhubung

1.3 Graf Khusus

Pada penelitian ini, hanya menggunakan dua graf khusus yaitu graf bintang dan graf kipas.

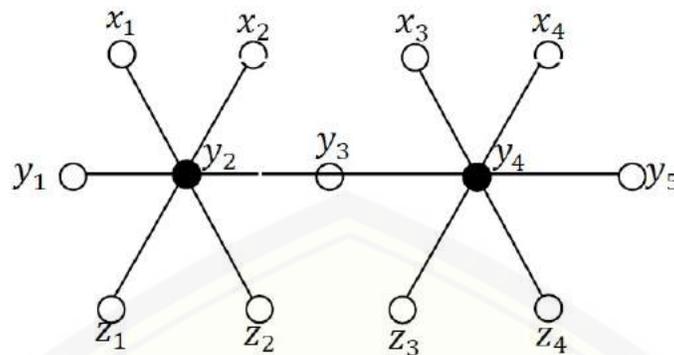
2. Resolving Domination Pada Graf

2.1 Himpunan Dominasi

Himpunan dominasi (*dominating set*) merupakan salah satu topik dalam teori graf yang dikenalkan pertama kali oleh Berge pada tahun 1958 [14]. Himpunan dominasi pada sebuah graf didefinisikan sebagai berikut. Suatu titik v dalam sebuah graf G dikatakan mendominasi titik itu sendiri dan setiap titik yang bertetangga dengan titik v . Himpunan $S \subseteq V(G)$ disebut himpunan dominasi (*dominating set*) dari G jika setiap titik dari G disebut bilangan dominasi (*domination number*) dari G dinotasikan dengan $\gamma(G)$. Himpunan dominasi dengan kardinalitas $\gamma(G)$ disebut himpunan dominasi minimum [14].

Dominating Set merupakan suatu konsep penentuan suatu titik pada graf dengan ketentuan titik sebagai titik dominasi menjangkau titik yang ada di sekitarnya dan seminimal mungkin. Kardinalitas minimum dari *dominating set* disebut *domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$. Batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik di graf. Ketika paling sedikit satu titik yang dibutuhkan untuk himpunan dominasi di graf, maka $1 \leq \gamma \leq n$ untuk setiap graf ber-order n . Nilai dari *domination number* selalu $\gamma(G) \leq |V(G)|$.

Berikut contoh graf *dominating set* beserta pola dan penentuan titik dominatornya pada gambar 2.1. Diketahui titik $D = \{y_2, y_4\}$ yang dihasilkan jumlah titik dominator $|D| = 2$. Diketahui pula titik selain dominator yaitu $V(D) = \{y_1, y_3, y_5, x_1, x_2, x_3, x_4, z_1, z_2, z_3, z_4\}$, dengan hasil irisan $N(y_1) \cap D = \{y_2\}$, $N(y_3) \cap D = \{y_2, y_4\}$, $N(y_5) \cap D = \{y_4\}$, $N(x_1) \cap D = \{y_2\}$, $N(x_2) \cap D = \{y_2\}$, $N(x_3) \cap D = \{y_4\}$, $N(x_4) \cap D = \{y_4\}$, $N(z_1) \cap D = \{y_2\}$, $N(z_2) \cap D = \{y_2\}$, $N(z_3) \cap D = \{y_4\}$, $N(z_4) \cap D = \{y_4\}$. Kesimpulan dari uraian di atas bahwa $\gamma_L(\text{shack}(S_6, v, n)) = n$. Dari hasil irisan dapat diketahui bahwa ada hasil yang sama. Untuk menentukan titik *dominating set* tidak ada syarat tertentu seperti *locating dominating set*, yang hasil irisannya tidak boleh sama, jika terjadi kesamaan maka penentuan titik tersebut salah. Dalam *dominating set* ini tidak masalah. Jadi pada intinya untuk *dominating set* itu meminimalkan titik dominatornya, meskipun pada akhirnya hasil irisannya terdapat hasil

Figure 2.1: graf $shack(S_6, v, 2)$

yang sama.

2.2 Penelitian Terdahulu terkait Himpunan Dominasi

Sejak himpunan dominasi dalam graf diperkenalkan, bilangan dominasi dari beberapa keluarga graf khusus sudah ditemukan seperti yang disajikan dalam tabel 2.1.

2.3 Dimensi Metrik (*Metric Dimension*)

Konsep dimensi metrik dikenalkan oleh Chartrand, Eroh, Jhonson, dan Oellerman sebagai berikut. Misalkan G adalah graf terhubung yang berordo n , $W = w_1, w_2, \dots, w_n \subseteq V$ adalah himpunan terurut dan v adalah titik pada graf G . Representasi titik v terhadap W adalah pasangan terurut k -tuple, $r(v|W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_k))$ dimana $d(v, w)$ adalah jarak antara titik v dan titik w . Himpunan W disebut himpunan pembeda dari G jika setiap titik di G memiliki representasi yang berbeda terhadap W . Himpunan pembeda yang mempunyai kardinalitas minimal disebut basis. Banyaknya titik pada graf G disebut dimensi, dinotasikan dengan $dim(G)$. Karena konsep dimensi pada graf ini dibangun dengan mengguakan konsep jarak (metrik), maka lebh dikenal dengan sebutan dimensi metrik [14].

2.4 Penelitian Terdahulu terkait Dimensi Metrik

Sejak dimensi metrik dalam graf diperkenalkan, dimensi metrik dari beberapa keluarga graf khusus sudah ditemukan seperti yang disajikan dalam tabel 2.2.

2.5 Resolving Domination

Konsep resolving dominaton pada graf pertama kali dikenalkan oleh Brigham, Chartrand, Dutton, dan Zhang pada tahun 2003 dengan judul artikel *Resolving Domination in Graphs*.

Table 2.1: Penelitian Terdahulu Terkait Himpunan Dominasi

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Lintasan (P_n)	$\gamma(P_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$	[2]
Graf Lengkap (K_n)	$\gamma(K_n) = 1$	[2]
Graf Sikel (C_n)	$\gamma(S_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, untuk $n \geq 3$	[2]
Graf Dua Partisi Lengkap ($K_{m,n}$)	$\gamma(K_{m,n}) = 2$	[2]
Graf ($P_n \diamond P_m$)	$\gamma(P_n \diamond P_m) = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$, untuk $n, m \geq 3$	[16]
Graf ($S_n \diamond P_m$)	$\gamma(S_n \diamond P_m) = 1$, untuk $n, m \geq 3$	[16]
Graf ($C_n \diamond P_m$)	$\gamma(C_n \diamond P_m) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$, untuk $n, m \geq 3$	[16]
Graf ($W_n \diamond P_m$)	$\gamma(W_n \diamond P_m) = \lceil \frac{n}{2} + 1 \rceil$, untuk $n, m \geq 3$	[16]
Graf ($K_n \diamond P_m$)	$\gamma(K_n \diamond P_m) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$, untuk $n, m \geq 3$	[16]
Graf join ($C_n + S_m$)	$\gamma(C_n + S_m) = 1$, untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$	[6]
Graf join ($P_n + C_m$)	$\gamma(P_n + C_m) = 1$, untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$	[6]
Graf ($P_2 \otimes C_n$)	$\gamma(P_2 \otimes C_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, untuk $n \geq 3$	[6]
Graf ($P_n[C_3]$)	$\gamma(P_n[C_3]) = \lceil \frac{n+1}{3} \rceil$, untuk $n \geq 4$	[6]
Graf Shackel(S_m, n)	$\gamma(Shackel(S_m, n)) = n$, untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$	[7]
Graf $C_n \odot (P_4 + K_1)$	$\gamma(C_n \odot (P_4 + K_1)) = n$, untuk $n \geq 3$	[7]
Graf join ($C_n + P_n$)	$\gamma(C_n + P_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, untuk $n \geq 3$	[7]
Graf lopster $L_{i,j,k}$	$\gamma(L_{i,j,k}) = 2n$, untuk $n \geq 2$	[7]
Graf join ($C_n + P_n$)	$\gamma(C_n + P_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, untuk $n \geq 3$	[7]
Graf Triangular Ladder L_n	$\gamma(L_n) = \begin{cases} \lceil \frac{n}{2} \rceil; & \text{untuk } n = 3, n = 2k, k \geq 2 \\ \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; & \text{untuk } n = 2k + 1, k \geq 2 \end{cases}$	[7]
Graf $C_n + Fl_m$	$\gamma(C_n + Fl_m) = 1$, untuk $n \geq 3$ dan $m \geq 2$	[?]
Graf $F_n + L_m$	$\gamma(F_n + L_m) = 1$, untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$	[?]
Graf $C_n[Fl_m]$	$\gamma(C_n[Fl_m]) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, untuk $n \geq 3$ dan $m \geq 2$	[?]
Graf $F_n \diamond P_m$	$\gamma(F_n \diamond P_m) = \lceil \frac{3m}{6} \rceil$, untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$	[?]
Graf Amal ($F_n, v = A, r$)	$\gamma(amal(F_n, v = A, r)) = 1$, untuk $n \geq 3$ dan $r \geq 2$	[?]

Himpunan titik dari graf G yang memiliki kondisi dimensi metrik dan mendominasi adalah Himpunan penyelesaian yang mendominasi (*resolving dominating set*). Kardinalitas minimum dari *resolving dominating set* disebut dengan *resolving domination number* atau dinotasikan dengan $\gamma_r(G)$ [1].

Berikut ini, diberikan contoh *resolving domination number* dalam Gambar 2.2.

Berdasarkan Gambar 2.2, graf lintasan adalah graf yang terhubung dengan himpunan titik $V(P_7) = \{x_i; 1 \leq i \leq 7\}$ dan himpunan sisi $E(P_7) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq 6\}$. Kardinalitas titik dan sisi dari P_7 adalah $|V(P_7)| = 7$ dan $|E(P_7)| = 6$. Sedangkan *resolving domination set* $S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$ dan kardinalitas $|S(P_7)| = 3$. Berdasarkan kardinalitasnya dapat disimpulkan γ_r graf P_7 adalah 3. Hal itu dibuktikan dengan 3 titik yang mendominasi yaitu titik x_2 mendominasi titik x_1 dan x_3 , titik x_5 mendominasi titik x_4 dan x_6 , dan titik x_7 sebagai titik yang mendominasi. Selain titik yang mendominasi, representasi titik pada graf lintasan tersebut berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Table 2.2: Penelitian terdahulu terkait dimensi metrik

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Tangga (L_n)	$dim(L_n) = 2$, untuk $n \geq 2$	[10]
Shackle Graf Tangga (SL_n)	$dim(SL_n) = n$, untuk $n \geq 2$	[10]
Graf Komplemen (L_n)	$dim(L_n) = 2$, untuk $n \geq 2$	[10]
Graf Tangga Tiga (TCL_n)	$dim(TCL_n) = n$, untuk $n \geq 2$	[10]
Graf Bintang (S_n)	$dim(S_n) = n - 1$, untuk $n \geq 2$	[11]
Graf Kipas (F_n)	$dim(F_n) = \begin{cases} 2; & \text{untuk } 2 \leq n \leq 7 \\ \frac{n}{2}; & \text{untuk } n \geq 6, \text{ genap} \\ \frac{n-1}{2}; & \text{untuk } n \geq 7, \text{ ganjil} \end{cases}$	[11]
Graf Kipas ($F_{2,n}$)	$dim(F_{2,n}) = \begin{cases} \frac{n+2}{2}; & \text{untuk } n \geq 2, \text{ genap} \\ \frac{n+1}{2}; & \text{untuk } n \geq 3, \text{ ganjil} \end{cases}$	[11]
Graf Roda (W_n)	$dim(W_n) = \begin{cases} 2; & \text{untuk } 4 \leq n \leq 5 \\ 3; & \text{untuk } 6 \leq n \leq 8 \\ \frac{n-1}{2}; & \text{untuk } n \geq 9, \text{ ganjil} \\ \frac{n-2}{2}; & \text{untuk } n \geq 10, \text{ genap} \end{cases}$	[11]
Graf Anti Prisma (H_n)	$dim(H_n) = 3$, untuk $n \geq 3$	[11]
Graf Prisma ($H_{5,n}$)	$dim(H_{5,n}) = 2$, untuk $n \geq 2$	[11]

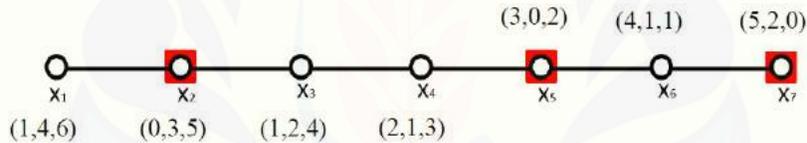


Figure 2.2: Resolving Dominaton pada graf lintasan, $\gamma_r(P_7) = 3$

2.6 Penelitian terdahulu terkait Resolving domination

Sejak resolving domination dalam graf diperkenalkan, resolving domination dari beberapa keluarga graf khusus sudah ditemukan seperti yang disajikan dalam tabel 2.4.

Table 2.3: Representasi titik pada graf lintasan P_7

v	$r(v S)$
x_1	(1,4,6)
x_2	(0,3,5)
x_3	(1,2,4)
x_4	(2,1,3)
x_5	(3,0,2)
x_6	(4,1,1)
x_7	(5,2,0)

Table 2.4: Penelitian Terdahulu terkait *resolving domination*

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Lintasan (P_n)	$\gamma_r(P_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, Untuk $n \geq 4$	[1]
Graf Lintasan (P_3)	$\gamma_r(P_3) = 3$, untuk $n=3$	[1]
Graf Komplit (K_n)	$\gamma_r(K_n) = n - 1$, untuk $n \geq 2$	[1]
Graf Komplit ($K_{1,n-1}$)	$\gamma_r(K_{1,n-1}) = n - 1$, untuk $n \geq 2$	[1]
Graf Lingkaran (C_6)	$\gamma_r(C_6) = 3$	[1]
Graf Lingkaran (C_n)	$\gamma_r(C_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$, Untuk $n \geq 3$	[1]

3. Aplikasi *Resolving Dominating*

3.1 Aplikasi Himpunan Dominasi

Aplikasi teori graf dapat ditentukan dalam segala aspek kehidupan, salah satunya aplikasi Dominating Set. Konsep Dominating Set dapat diaplikasikan pada penempatan pos pantau polisi pada ruas jarak tertentu, penempatan mobil listrik pada lahan perkebunan, masjid di tiap-tiap dusun, penempatan CCTV pada sudut-sudut tertentu agar dapat menjangkau area sekitarnya pada jarak tertentu. Dengan menerapkan himpunan dominasi, penempatan pos polisi, mobil listrik, masjid dan CCTV akan lebih efisien serta dapat meminimalisir jumlahnya.

3.2 Aplikasi Dimensi Metrik

Teori graf banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu aplikasi teori graf yang khususnya pada bidang dimensi metrik adalah speedy call center, dimana pada speedy call center terdapat suatu jaringan yang menghubungkan jaringan perusahaan menuju pelanggan speedy yang dapat dilihat dari titik lokasi menggunakan pengertian jarak. Dalam suatu perusahaan speedy, dipastikan terdapat call center untuk melayani semua pelanggan. Dalam hal ini, call center adalah suatu alat yang berfungsi untuk menerima kritik dan saran dari pelanggannya.

Pelanggan speedy untuk saat ini sudah mencapai ribuan. Permasalahannya yaitu untuk melayani semua pelanggan speedy dengan kondusif, dibutuhkan sebuah komputer dengan aplikasi yang membantu para pekerja call center melayani pelanggannya. Untuk setiap speedy call center dalam satu perusahaan harus terhubung satu sama lain dan setiap rumah atau pengguna speedy diperlukan kode yang unik dan berbeda agar pada saat menghubungi speedy call center tidak perlu menunggu giliran untuk mendapatkan layanan dari perusahaan speedy. Jika setiap rumah pada suatu wilayah dianggap sebagai suatu titik sedangkan

lintasan jaringan dari call center terhadap rumah lainya dianggap sebagai sisi, maka gambar peta pada suatu wilayah tersebut dapat direpresentasikan sebagai suatu pola graf [12].

3.3 Aplikasi *Resolving Dominating*

Konsep *Resolving Dominating* dapat diaplikasikan dalam penempatan dan pemasangan sensor kebakaran di sebuah gedung [15].



4. Hasil Penelitian

Dalam monograf ini, kita akan mempelajari *resolving domination number* dari graf bintang S_n , graf kipas F_n , graf lintasan P_n dan graf komplek C_n . Selain itu, akan dipelajari juga pengembangan dari graf tersebut ke dalam bentuk graf *line*, graf *middle*, graf *total*, dan graf *central*.

4.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian *resolving domination number* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan graf sebagai objek riset
2. Menentukan pola graf
3. Menentukan kardinalitas graf yang meliputi notasi titik, himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameter graf tersebut.
4. Menentukan titik *resolving dominating*

Berdasarkan uraian diatas, prosedur penelitian *resolving domination number* secara ringkas ditunjukkan dalam gambar 4.1.

Langkah-langkah riset diatas lebih dijelaskan dalam contoh *resolving domnation number*

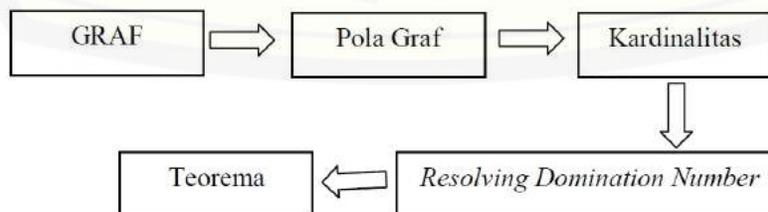


Figure 4.1: Alur penelitian *resolving domination number*

pada graf lintasan.

1. Menentukan Graf

Langkah pertama yaitu menentukan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Graf juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengumpulkan data. berikut dsajikan graf lintasan sebagai contoh dalam gambar 4.2.



Figure 4.2: Graf Lintasan (*Path Graph*)

2. Menentukan notasi pada graf

Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi adalah simbol berupa huruf pada titik, dalam pemberian notasi harus menggunakan simbol yang benar dan juga harus memperhatikan pola. Setelah memberikan notasi, kemudian berdasarkan notasi tersebut tuliskan kardinalitas grafnya. Pemberian notasi pada graf dapat dilihat dalam gambar 4.3.

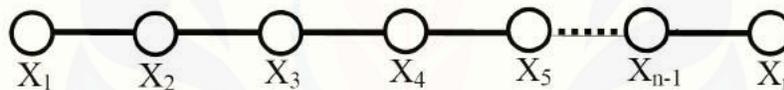


Figure 4.3: Pemberian notasi pada graf Lintasan (*Path Graph*)

3. Menentukan kardinalitas

Pada langkah ini, yaitu menentukan kardinalitas. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameternya. Berdasarkan Gambar 4.3, Graf Lintasan merupakan graf terhubung dengan himpunan titik $V(P_n) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(P_n) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$. Kardinalitas $|V(P_n)| = n$ dan $|E(P_n)| = n - 1$.

4. Menentukan *resolving dominating*

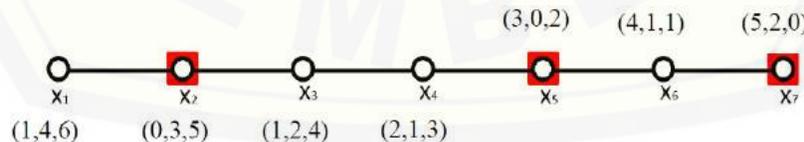


Figure 4.4: *Resolving Dominaton* pada graf lintasan, $\gamma_r(P_7) = 3$

Berdasarkan Gambar 4.4, *resolving domination set* $S(P_7) = \{x_2, x_5, x_7\}$ dan kardinalitas $|S(P_7)| = 3$. Berdasarkan kardinalitasnya dapat disimpulkan γ_r graf P_7 adalah 3. Hal itu dibuktikan dengan 3 titik yang mendominasi yaitu titik x_2 mendominasi titik x_1 dan

x_3 , titik x_5 mendominasi titik x_4 dan x_6 , dan titik x_7 sebagai titik yang mendominasi. Selain titik yang mendominasi, representasi titik pada graf lintasan tersebut berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Table 4.1: Representasi titik pada graf lintasan P_7

v	$r(v S)$
x_1	(1,4,6)
x_2	(0,3,5)
x_3	(1,2,4)
x_4	(2,1,3)
x_5	(3,0,2)
x_6	(4,1,1)
x_7	(5,2,0)

4.2 Pembuktian Teorema

Selain temuan *resolving domination number* yang telah dipaparkan pada tabel diatas, masih ada temuan *resolving domination number* pada graf hasil penelitian penulis dan telah dituskan dalam sebuah teorema sebagai berikut:

Theorem 4.2.1 Graf bintang S_n adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari S_n adalah $\gamma_r(S_n) = n$

Bukti

1. Menentukan Graf

Graf bintang dapat dilihat pada gambar 4.5.

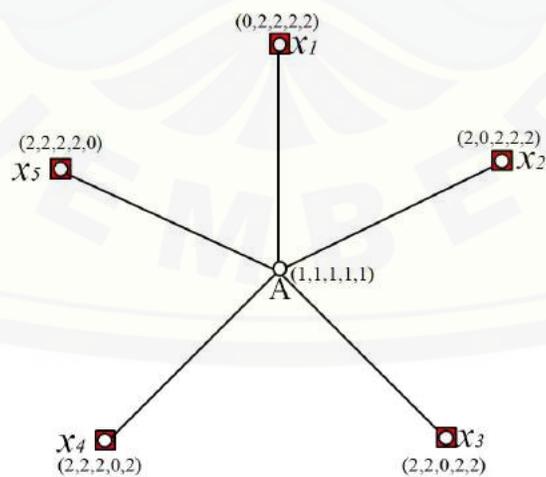


Figure 4.5: *Resolving Domination* pada graf bintang, $\gamma_r(S_5) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Graf bintang adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(S_n) = \{A\} \cup \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(S_n) = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n\}$. Kardinalitas titik $|V(S_n)| = n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(S_n)| = n$. Maksimum degree adalah $\Delta(S_n) = n$ dan $\delta(S_n) = 1$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* S_n dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(S_n) \leq n$ dan batas bawah $\gamma_r(S_n) \geq n$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* S_n . Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* S_n adalah $\gamma_r(S_n) \leq n$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di S_n adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.2. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(S_n) \leq n$.

Table 4.2: Representasi $v \in V(S_n)$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i-1})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	$n \geq 4$
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* S_n adalah $\gamma_r(S_n) \geq n$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(S_n) < n$. Ambil $|W| = n - 1$. Graf bintang memiliki $n + 1$ titik meliputi n titik sebagai pendant dan 1 titik sebagai titik pusat. Karena kita mengasumsikan $n - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf S_n sebagai berikut:

- (a) Jika $n - 1$ titik berada di titik pendant, maka terdapat satu titik di pendant tidak didominasi oleh $n - 1$ titik di S karena titik di pendant tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $n - 2$ titik berada di titik pendant dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di pendant bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama karena 2 titik di pendant memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di S_n . Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari S_n adalah n . Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari S_n adalah $\gamma_r(S_n) \geq n$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki n titik yang mendominasi di $x_i \in S_n$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(S_n) \leq n$ dan $\gamma_r(S_n) \geq n$, dapat disimpulkan bahwa

$$\gamma_r(S_n) = n.$$

Theorem 4.2.2 Line graf bintang $L(S_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(S_n)$ adalah $\gamma_r(L(S_n)) = n - 1$

Bukti

1. Menentukan Graf

Line graf bintang dapat dilihat pada gambar 4.6.

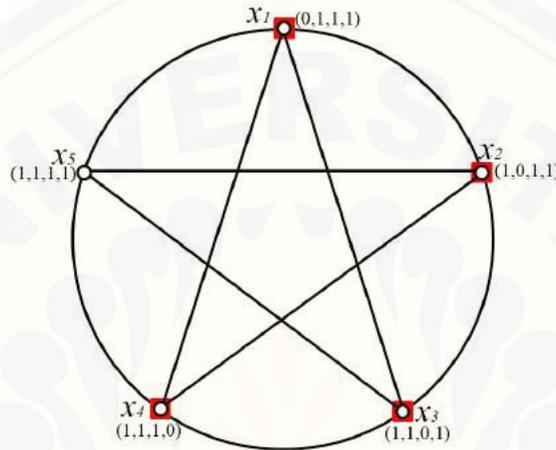


Figure 4.6: *Resolving Domination* pada line graf bintang, $\gamma_r(L(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Line Graf bintang adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(L(S_n)) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(L(S_n)) = \{x_i x_{i+k}; 1 \leq i \leq n-1, 1 \leq k \leq n-i\}$. Kardinalitas titik $|V(L(S_n))| = n$ dan kardinalitas sisi $|E(L(S_n))| = \frac{n^2-n}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(L(S_n)) = n - 1$ dan $\Delta(L(S_n)) = n - 1$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $L(S_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(L(S_n)) \leq n - 1$ dan batas bawah $\gamma_r(L(S_n)) \geq n - 1$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $L(S_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $L(S_n)$ adalah $\gamma_r(L(S_n)) \leq n - 1$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n - 1\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $L(S_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.3. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(L(S_n)) \leq n - 1$.

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $L(S_n)$ adalah $\gamma_r(L(S_n)) \geq n - 1$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(L(S_n)) < n - 1$. Ambil $|W| = n - 2$. Line graf bintang memiliki n titik. Karena kita mengasumsikan $n - 2$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $L(S_n)$ sebagai berikut:

Table 4.3: Representasi $v \in V(L(S_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	
x_i	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{i-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-i-1})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	$n \geq 4$

- (a) Jika $n - 2$ titik berada di titik $L(S_n)$, maka terdapat dua titik di dominasi oleh $n - 2$ titik di S . Jadi, himpunan S merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $n - 2$ titik berada di titik $L(S_n)$, maka terdapat dua titik bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $L(S_n)$ adalah $n - 1$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $L(S_n)$ adalah $\gamma_r(L(S_n)) \geq n - 1$. Hal ini berakibat, kita harus memiliki $n - 1$ titik yang mendominasi di $x_i \in L(S_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(L(S_n)) \leq n - 1$ dan $\gamma_r(L(S_n)) \geq n - 1$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(L(S_n)) = n - 1$.

Theorem 4.2.3 Middle graf bintang $M(S_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. Resolving domination number dari $M(S_n)$ adalah $\gamma_r(M(S_n)) = n$

Bukti

1. Menentukan Graf

Middle graf bintang dapat dilihat pada gambar 4.7.

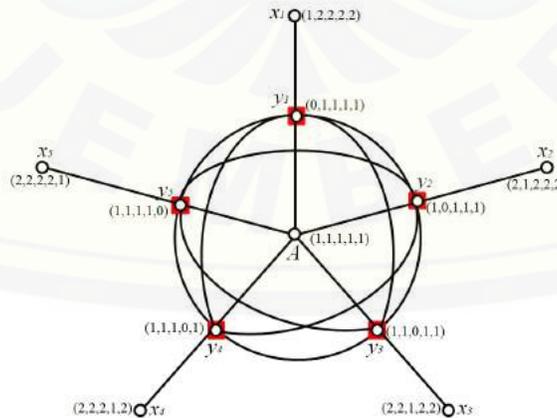


Figure 4.7: Resolving Domination pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Middle graf bintang adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(M(S_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(M(S_n)) = \{Ay_j, x_i y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{y_j y_{j+k}; 1 \leq j \leq n-1, 1 \leq k \leq n-i\}$. Kardinalitas titik $|V(M(S_n))| = 2n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(M(S_n))| = \frac{n^2+3n}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(M(S_n)) = n + 1$ dan $\delta(M(S_n)) = 1$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $M(S_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(M(S_n)) \leq n$ dan batas bawah $\gamma_r(M(S_n)) \geq n$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $M(S_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $M(S_n)$ adalah $\gamma_r(M(S_n)) \leq n$. Kita memilih $S = \{y_j; 1 \leq j \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $M(S_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.4. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(M(S_n)) \leq n$.

Table 4.4: Representasi $v \in V(M(S_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	$n \geq 4$
y_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{j-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	$n \geq 4$
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_n)$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $M(S_n)$ adalah $\gamma_r(M(S_n)) \geq n$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(M(S_n)) < n$. Ambil $|W| = n - 1$. Middle graf bintang memiliki $2n + 1$. Karena kita mengasumsikan $n - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $M(S_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $n - 1$ titik berada di titik y_j , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi oleh $n - 1$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.

(b) Jika $n - 2$ titik berada di titik y_j dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di y_j bukan eleme S sedemikia sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama karena 2 titik di y_j memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $M(S_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $M(S_n)$ adalah n . Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $M(S_n)$ adalah $\gamma_r(M(S_n)) \geq n$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki n titik yang mendominasi di $y_j \in M(S_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(M(S_n)) \leq n$ dan $\gamma_r(M(S_n)) \geq n$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(M(S_n)) = n$.

Theorem 4.2.4 Total graf bintang $T(S_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(S_n)$ adalah $\gamma_r(T(S_n)) = n$

Bukti

1. Menentukan Graf

Total graf bintang dapat dilihat pada gambar 4.8.

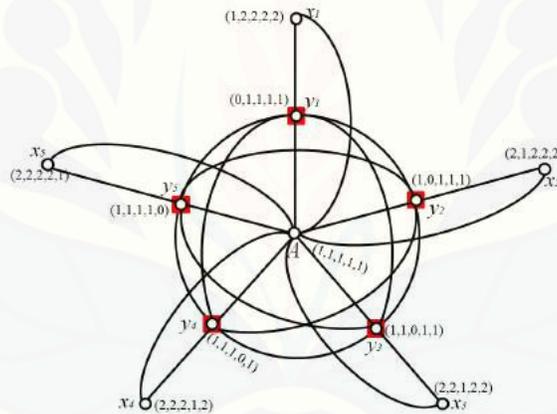


Figure 4.8: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Total graf bintang adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(T(S_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(T(S_n)) = \{Ay_j, Ax_i, x_i y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{y_j y_{j+k}; 1 \leq j \leq n - 1, 1 \leq k \leq n - j\}$. Kardinalitas titik $|V(T(S_n))| = 2n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(T(S_n))| = \frac{n^2 + 5n}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(T(S_n)) = n + 1$ dan $\delta(T(S_n)) = 2$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $T(S_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(T(S_n)) \leq n$ dan batas bawah $\gamma_r(T(S_n)) \geq n$.

Pada sesi ini, kita akan menjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $T(S_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $T(S_n)$ adalah $\gamma_r(T(S_n)) \leq n$. Kita memilih $S = \{y_j; 1 \leq j \leq n\}$ sedemikian

hingga kita mempunyai representasi titik di $T(S_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.5. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(T(S_n)) \leq n$.

Table 4.5: Representasi $v \in V(T(S_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	kondisi
x_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	$n \geq 4$
y_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{j-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	$n \geq 4$
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, \underbrace{1}_n)$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $T(S_n)$ adalah $\gamma_r(T(S_n)) \geq n$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(T(S_n)) < n$. Ambil $|W| = n - 1$. Total graf bintang memiliki $2n + 1$. Karena kita mengasumsikan $n - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $T(S_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $n - 1$ titik berada di titik y_j , maka terdapat satu titik di x_i tidak didominasi oleh $n - 1$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $n - 2$ titik berada di titik y_j dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di y_j bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama karena 2 titik di y_j memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $T(S_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $T(S_n)$ adalah n . Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $T(S_n)$ adalah $\gamma_r(T(S_n)) \geq n$. Hal ini berakibat, kita harus memiliki n titik yang mendominasi di $y_j \in T(S_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(T(S_n)) \leq n$ dan $\gamma_r(T(S_n)) \geq n$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(T(S_n)) = n$.

Theorem 4.2.5 Central graf bintang $C(S_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $C(S_n)$ adalah $\gamma_r(C(S_n)) = n$

Bukti

1. Menentukan Graf

Central graf bintang dapat dilihat pada gambar 4.9.

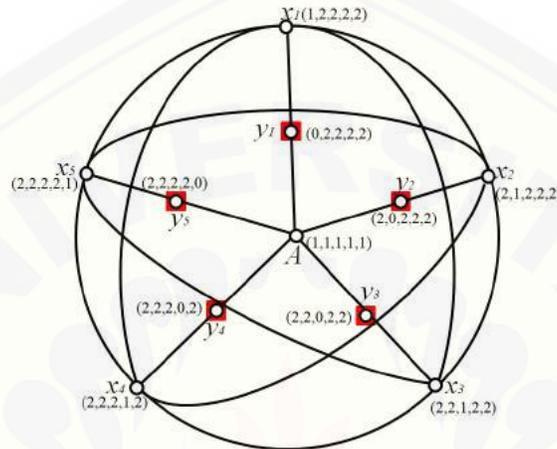


Figure 4.9: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Central graf bintang adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(C(S_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(C(S_n)) = \{Ay_j, x_iy_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{x_ix_{i+k}; 1 \leq i \leq n-1, 1 \leq k \leq n-i\}$. Kardinalitas titik $|V(C(S_n))| = 2n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(C(S_n))| = \frac{n^2+3n}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(C(S_n)) = n$ dan $\delta(C(S_n)) = 2$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $C(S_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(C(S_n)) \leq n$ dan batas bawah $\gamma_r(C(S_n)) \geq n$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $C(S_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $C(S_n)$ adalah $\gamma_r(C(S_n)) \leq n$. Kita memilih $S = \{y_j; 1 \leq j \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $C(S_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.6. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(C(S_n)) \leq n$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $C(S_n)$ adalah $\gamma_r(C(S_n)) \geq n$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(C(S_n)) < n$. Ambil $|W| = n - 1$. Central graf bintang memiliki $2n + 1$. Karena kita mengasumsikan $n - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $C(S_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $n - 1$ titik berada di titik y_j , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi

Table 4.6: Representasi $v \in V(C(S_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	$n \geq 4$
y_1	$(0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{j-1}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 0)$	$n \geq 4$
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_n)$	$n \geq 4$

oleh $n - 1$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.

- (b) Jika $n - 2$ titik berada di titik y_j dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di y_j bukan eleme S sedemikia sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama karena 2 titik di y_j memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $C(S_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $C(S_n)$ adalah n . Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $C(S_n)$ adalah $\gamma_r(C(S_n)) \geq n$. Hal ini berakibat, kita harus memiliki n titik yang mendominasi di $y_j \in C(S_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(C(S_n)) \leq n$ dan $\gamma_r(C(S_n)) \geq n$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(C(S_n)) = n$.

Theorem 4.2.6 Graf Kipas F_n adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari F_n adalah $\gamma_r(F_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$

Bukti

- Menentukan Graf

Graf kipas dapat dilihat pada gambar 4.10.

- Menentukan kardinalitas

Graf kipas adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(F_n) = \{A\} \cup \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(F_n) = \{Ax_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$. Kardinalitas titik $|V(F_n)| = n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(F_n)| = 2n - 1$. Maksimum degree adalah $\Delta(F_n) = n$ dan $\delta(F_n) = 2$.

- Menentukan *resolving domination number*

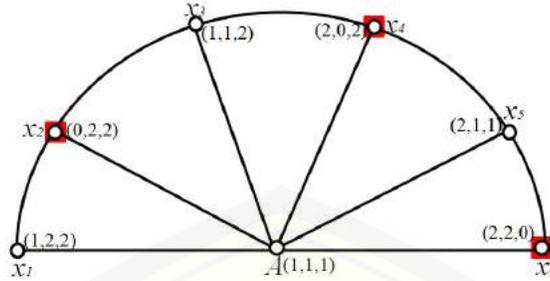


Figure 4.10: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

Untuk membuktikan *resolving domination number* F_n dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(F_n) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$ dan batas bawah $\gamma_r(F_n) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* F_n . Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* F_n adalah $\gamma_r(F_n) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di F_n adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.7. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(F_n) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$.

Table 4.7: Representasi $v \in V(F_n)$ terhadap S

v	$r(v S)$	kondisi
x_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-2}, 0, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lceil \frac{n}{3} \rceil - i + 1})$	i genap
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-3}, 1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{\lceil \frac{n}{2} \rceil - i + 1})$	i ganjil
x_{n-1}	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\frac{n}{2} - 2}, 1, 1)$	n genap
x_{n-1}	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\lceil \frac{n}{2} \rceil - 2}, 0)$	n ganjil
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\frac{n}{2} - 2}, 0)$	n genap
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{\lceil \frac{n}{2} \rceil - 2}, 1)$	n ganjil
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{\lceil \frac{n}{3} \rceil})$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* F_n adalah $\gamma_r(F_n) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(F_n) < \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Ambil $\gamma_r(F_n) < \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Graf kipas memiliki $n + 1$. Karena kita mengasumsikan $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf F_n sebagai berikut:

- (a) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik berada di titik x_i , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi oleh $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik berada di titik x_i dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di x_i bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di x_i memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di F_n . Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari F_n adalah $\lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari F_n adalah $\gamma_r(F_n) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$ titik yang mendominasi di $x_i \in F_n$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(F_n) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$ dan $\gamma_r(F_n) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(F_n) = \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1$.

Theorem 4.2.7 Line graf kipas $L(F_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(F_n)$ adalah $\gamma_r(L(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$

Bukti

1. Menentukan Graf

Line graf kipas dapat dilihat pada gambar 4.11.

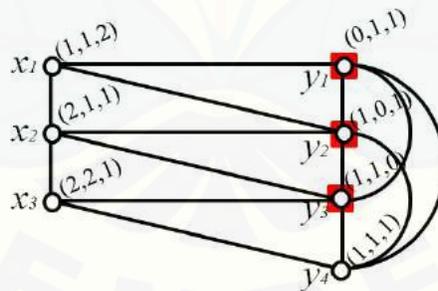


Figure 4.11: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Graf kipas adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(L(F_n)) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j; 1 \leq j \leq n + 1\}$ dan himpunan sisi $E(L(F_n)) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\} \cup \{x_i y_j, x_i y_{j+1}, y_j y_{j+1}; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{y_j y_{j+k}; 1 \leq j \leq n - 1, 2 \leq k \leq n - i\}$. Kardinalitas titik $|V(L(F_n))| = 2n + 1$ dan kardinalitas sisi $|E(L(F_n))| = \frac{n^2 + 7n - 2}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(L(F_n)) = n + 2$ dan $\delta(L(F_n)) = 3$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $L(F_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(L(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan batas bawah $\gamma_r(L(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $L(F_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $L(F_n)$ adalah $\gamma_r(L(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Kita memilih $S = \{y_j; 1 \leq j \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $L(F_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.8. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(L(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Table 4.8: Representasi $v \in V(L(F_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	kondisi
x_1	$(1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-2})$	
x_i	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{i-1}, 1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-i-1})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	$n \geq 4$
y_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{j-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	$n \geq 4$
y_{n+1}	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, \underbrace{1}_n)$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $L(F_n)$ adalah $\gamma_r(L(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(L(F_n)) < \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Ambil $|W| = \lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$. Line graf kipas memiliki $2n + 1$. Karena kita mengasumsikan $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $L(F_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik berada di titik y_j , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi oleh $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik berada di titik y_j dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di y_j bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di y_j memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $L(F_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $L(F_n)$ adalah $\lceil \frac{n}{3} \rceil$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $L(F_n)$ adalah $\gamma_r(F_n) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik yang mendominasi di $y_i \in L(F_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(L(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan $\gamma_r(L(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(L(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Theorem 4.2.8 Middle graf kipas $M(F_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. Resolving domination number dari $M(F_n)$ adalah $\gamma_r(M(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$

Bukti

1. Menentukan Graf

Middle graf kipas dapat dilihat pada gambar 4.12.

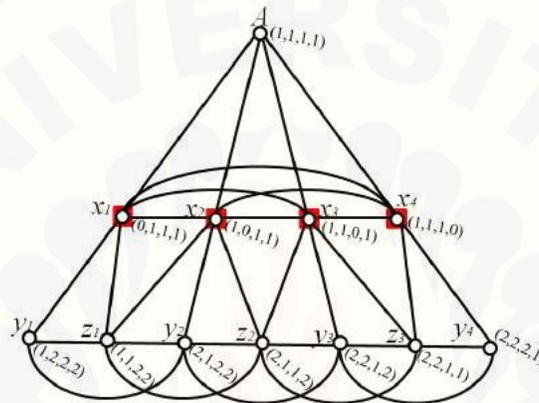


Figure 4.12: Resolving Domination pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Middle graf kipas adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(M(F_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{z_l; 1 \leq l \leq n-1\}$ dan himpunan sisi $E(M(F_n)) = \{Ax_i, x_i y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{x_i x_{i+1}, x_i z_l, x_{i+1} z_j, y_j z_l, z_l y_{j+1}; 1 \leq i, j, l \leq n-1\} \cup \{z_l z_{l+1}, x_i x_{i+2}; 1 \leq i, l \leq n-2\}$. Kardinalitas titik $|V(M(F_n))| = 3n$ dan kardinalitas sisi $|E(M(F_n))| = 9n - 9$. Maksimum degree adalah $\delta(M(F_n)) = 2$ dan

$$\Delta(M(F_n)) = \begin{cases} 7; & \text{untuk } n \leq 7 \\ n; & \text{untuk } n > 7 \end{cases}$$

3. Menentukan resolving domination number

Untuk membuktikan resolving domination number $M(F_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(M(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan batas bawah $\gamma_r(M(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah resolving domination number $M(F_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas resolving domination number $M(F_n)$ adalah $\gamma_r(M(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $M(F_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.9. S juga merupakan dominating set karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah resolving dominating set. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(M(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Table 4.9: Representasi $v \in V(M(F_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	
x_i	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{i-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	
y_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{j-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	
z_1	$(1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-2})$	
z_l	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{l-1}, 1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-l-1})$	$l \geq 2$
z_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-2}, 1, 1)$	
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_n)$	$n \geq 4$

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $M(F_n)$ adalah $\gamma_r(M(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(M(F_n)) < \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Ambil $|W| = \lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$. Middle graf kipas memiliki $3n$. Karena kita mengasumsikan $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $M(F_n)$ sebagai berikut:

- Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik berada di titik x_i , maka terdapat satu titik di y_j tidak di dominasi oleh y_j titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 2$ titik berada di titik x_i dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di x_i bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di x_i memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $M(F_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $M(F_n)$ adalah $\lceil \frac{n}{3} \rceil$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $M(F_n)$ adalah $\gamma_r(M(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik yang mendominasi di $x_i \in M(F_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(M(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan $\gamma_r(M(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(M(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Theorem 4.2.9 Total graf kipas $T(F_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(F_n)$ adalah $\gamma_r(T(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$

Bukti

1. Menentukan Graf

Total graf kipas dapat dilihat pada gambar 4.13.

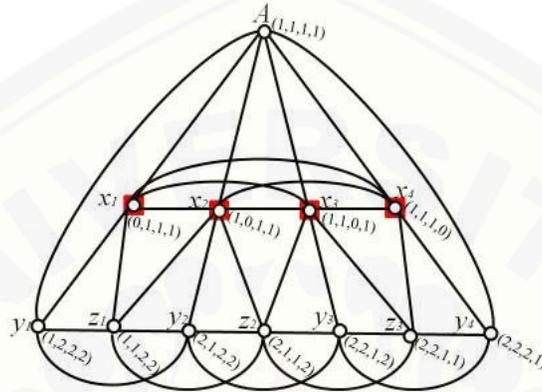


Figure 4.13: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Total graf kipas adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(T(F_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{z_l; 1 \leq l \leq n-1\}$ dan himpunan sisi $E(T(F_n)) = \{Ax_i, x_i y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{x_i x_{i+2}, z_l z_{l+1}; 1 \leq i, l \leq n-2\} \cup \{x_i x_{i+1}, z_l y_{j+1}, y_j y_{j+1}, y_j z_l, x_i z_l, x_{i+1} z_l; 1 \leq i, j, l \leq n-1\} \cup \{A y_j, A y_n\}$. Kardinalitas titik $|V(T(F_n))| = 3n$ dan kardinalitas sisi $|E(T(F_n))| = 10n - 8$. Maksimum degree adalah $\Delta(T(F_n)) = n + 2$ dan $\delta(T(F_n)) = 4$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $T(F_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(T(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan batas bawah $\gamma_r(T(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $T(F_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $T(F_n)$ adalah $\gamma_r(T(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Kita memilih $S = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $T(F_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.10. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(T(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $T(F_n)$ adalah $\gamma_r(T(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(T(F_n)) < \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Ambil $|W| = \lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$. Total graf kipas memiliki $n + 1$. Karena kita mengasumsikan $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $T(F_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik berada di titik x_i , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi oleh $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S karena titik di y_j tidak bertetangga. Jadi, himpunan S

Table 4.10: Representasi $v \in V(T(F_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{i-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	
y_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	$n \geq 4$
y_j	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{j-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	
z_1	$(1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-2})$	
z_l	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{l-1}, 1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-l-1})$	$l \geq 2$
z_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-2}, 1, 1)$	
A	$(\underbrace{1, \dots, 1}_n)$	$n \geq 4$

bukan merupakan himpunan dominasi.

- (b) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 2$ titik berada di titik x_i , maka terdapat dua titik di x_i bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di x_i memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $T(F_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $T(F_n)$ adalah $\lceil \frac{n}{3} \rceil$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $T(F_n)$ adalah $\gamma_r(T(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik yang mendominasi di $x_i \in M(F_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(T(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan $\gamma_r(T(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(T(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Theorem 4.2.10 Central graf kipas $C(F_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. Resolving domination number dari $C(F_n)$ adalah $\gamma_r(C(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$

Bukti

1. Menentukan Graf

Central graf kipas dapat dilihat pada gambar 4.14.

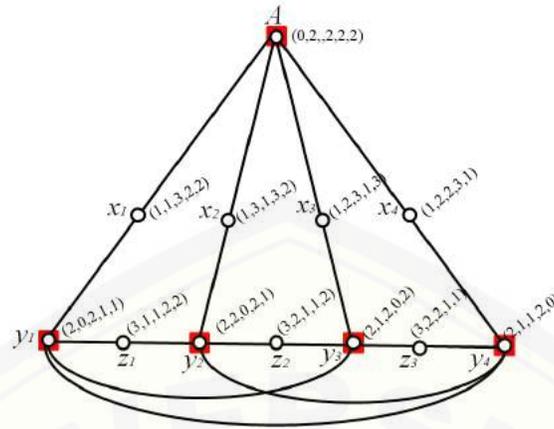


Figure 4.14: *Resolving Domination* pada middle graf , $\gamma_r(M(S_5)) = 5$

2. Menentukan kardinalitas

Central graf kipas adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(C(F_n)) = \{A\} \cup \{x_i, y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{z_l; 1 \leq l \leq n-1\}$ dan himpunan sisi $E(C(F_n)) = \{Ax_i, x_i y_j; 1 \leq i, j \leq n\} \cup \{y_j z_l, z_l y_{j+1}; 1 \leq j, l \leq n-1\} \cup \{y_j y_{j+k} : 1 \leq j \leq n-2, 2 \leq k \leq n-i\}$. Kardinalitas titik $|V(T(F_n))| = 3n$ dan kardinalitas sisi $|E(C(F_n))| = \frac{n^2+5n-2}{2}$. Maksimum degree adalah $\Delta(C(F_n)) = n$ dan $\delta(C(F_n)) = 2$.

3. Menentukan *resolving domination number*

Untuk membuktikan *resolving domination number* $C(F_n)$ dengan $n \geq 4$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(C(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan batas bawah $\gamma_r(C(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *resolving domination number* $C(F_n)$. Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *resolving domination number* $C(F_n)$ adalah $\gamma_r(C(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Kita memilih $S = \{y_j; 1 \leq i \leq n\} \cup \{A\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di $C(F_n)$ adalah berbeda. Untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.11. S juga merupakan *dominating set* karena titik di S mendominasi titik yang bukan di S , sehingga S adalah *resolving dominating set*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(C(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Selanjutnya akan dibuktikan batas bawah *resolving domination number* $C(F_n)$ adalah $\gamma_r(C(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Asumsikan bahwa *resolving domination number* $\gamma_r(C(F_n)) < \lceil \frac{n}{3} \rceil$. Ambil $|W| = \lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$. Central graf kipas memiliki $3n$. Karena kita mengasumsikan $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S sehingga terdapat beberapa kondisi peletakan titik graf $TC(F_n)$ sebagai berikut:

- (a) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik berada di titik y_j , maka terdapat satu titik di x_i tidak di dominasi oleh $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 1$ titik di S karena titik di x_i tidak bertetangga. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan dominasi.
- (b) Jika $\lceil \frac{n}{3} \rceil - 2$ titik berada di titik y_j dan 1 titik di titik pusat, maka terdapat dua titik di y_j bukan elemen S sedemikian sehingga dua titik tersebut memiliki representasi yang sama. Karena 2 titik di y_j memiliki jarak yang sama ke beberapa titik di $C(F_n)$. Jadi, himpunan S bukan merupakan himpunan pembeda.

Table 4.11: Representasi $v \in V(C(F_n))$ terhadap S

v	$r(v S)$	Kondisi
x_1	$(0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-1})$	$n \geq 4$
x_i	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{i-1}, 0, \underbrace{1, \dots, 1}_{n-i})$	$i \geq 2$
x_n	$(\underbrace{1, \dots, 1}_{n-1}, 0)$	
y_1	$(1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-1})$	
y_j	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{j-1}, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-j})$	$j \geq 2$
y_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-1}, 1)$	
z_1	$(1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-2})$	
z_l	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{l-1}, 1, 1, \underbrace{2, \dots, 2}_{n-l-1})$	$l \geq 2$
z_n	$(\underbrace{2, \dots, 2}_{n-2}, 1, 1)$	
A	$(0, \underbrace{2, \dots, 2}_n)$	$n \geq 4$

Berdasarkan kasus (a) dan (b) sehingga S bukan merupakan himpunan dominasi pembeda. Jadi, kardinalitas dari himpunan dominasi pembeda dari $C(F_n)$ adalah $\lceil \frac{n}{3} \rceil$. Batas bawah dari bilangan dominasi pembeda dari $C(F_n)$ adalah $C(F_n)$ is $\gamma_r(C(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Hal ini berakibat, kita harus memiliki $\lceil \frac{n}{3} \rceil$ titik yang mendominasi di $x_i \in M(F_n)$. Karena kita telah membuktikan bahwa $\gamma_r(C(F_n)) \leq \lceil \frac{n}{3} \rceil$ dan $\gamma_r(C(F_n)) \geq \lceil \frac{n}{3} \rceil$, dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(C(F_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

4.3 Masalah Terbuka

Buktikanlah teorema-teorama di bawah ini!

Theorem 4.3.1 Graf komplit K_n adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari K_n adalah $\gamma_r(K_n) = n - 1$.

Theorem 4.3.2 *Line* graf komplit $L(K_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(K_n)$ adalah $\gamma_r(L(K_n)) = n - 1$.

Theorem 4.3.3 *Middle* graf komplit $M(K_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $M(K_n)$ adalah $\gamma_r(M(K_n)) = n$.

Theorem 4.3.4 *Total* graf komplit $T(K_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(K_n)$ adalah $\gamma_r(T(K_n)) = n$.

Theorem 4.3.5 *Central* komplit graf $C(K_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $C(K_n)$ adalah $\gamma_r(C(K_n)) = n$.

Theorem 4.3.6 *Line* graf lintasan $L(P_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $L(P_n)$ adalah $\gamma_r(L(P_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Theorem 4.3.7 *Middle* graf lintasan $M(P_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $M(P_n)$ adalah $\gamma_r(M(P_n)) = \lfloor \frac{n}{3} \rfloor$.

Theorem 4.3.8 *Total* graf lintasan $T(P_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $T(P_n)$ adalah $\gamma_r(T(P_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

Theorem 4.3.9 *Central* graf lintasan $C(P_n)$ adalah graf terhubung dengan $n \geq 4$. *Resolving domination number* dari $C(P_n)$ adalah $\gamma_r(C(P_n)) = \lceil \frac{n}{3} \rceil$.

References

- [1] R. C. Brigham, G. Chartrand, R. D. Dutton, and P. Zhang. Resolving domination in graphs. *Mathematica Bohemica*, 128(1):25–36, Januari 2003.
- [2] G. Chartrand, L. Lesniak, and P. Zhang. *Graphs and Digraphs*. Chapman and Hall, Florida, 2010.
- [3] G Chartrand and P. Zhang. *Introductory Graph Theory*. Dover Publication, inc., United States of America, 2012.
- [4] N. Hartseld and G. Ringel. *Pearls in Graph Theory*. Academic Press Limited, Boston-San Diego-NewYork-London, 1990.
- [5] S. Lipschutz and M Lipson. *Matematika Diskrit*. Salemba Teknika, Jakarta, Indonesia, 2 edition, Januari 2007.
- [6] A. Muharromah, I. H. Agustin, and Dafik. Bilangan dominasi pada graf hasil operasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan (SENDIKMAD 2014)*, pages 1321–1326, 2014.
- [7] A. Muharromah, I. H. Agustin, and Dafik. Graf-graf khusus dan bilangan dominasinya. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematik*, 2(1), 2014.
- [8] R. Munir. *Matematika Diskrit*. Informatika Bandung, Bandung, Indonesia, 2002.
- [9] D. B. Nugroho. *Catatan Kuliah (2 SKS) MX 324 Pengantar Teori Graf*. Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia, 2008.

- [10] I. Saifudin. *Dimensi Partisi Dari Graf Khusus dan Operasinya*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2015.
- [11] R H. Santi. *Analisa Dimensi Metrik Pada Beberapa Graf Khusus*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2015.
- [12] W N. Sholihah. *Dimensi Metrik dan Non-Isolated Resolving Number pada Beberapa Graf Khusus*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2016.
- [13] Slamain. *Pendekatan Teori Graf*. Univeritas Jember, Jember, Indonesia, 2009.
- [14] Slamain. *Teori Graf dan Aplikasinya*. CV. Dream Litera Buana, Malang, Indonesia, 1 edition, Januari 2019.
- [15] S. Wahyudi. Aplikasi dimensi metrik untuk meminimalkan pemasangan sensor kebakaran sebuah gedung. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 15(2):89–96, November 2018.
- [16] D. Wardani, Dafik., I. Agustin, Marsidi., and E. Kurniawati. The relation of $\gamma(g \odot h)$ and $\gamma(g \diamond h)$. *Journal of Physics: Conference Series*, (1211), 2019.

LAMPIRAN E.2

FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Foto 1. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas pengembangan)



Foto 2. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas pengembangan)



Foto 3. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas kontrol)



Foto 4. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas kontrol)



Foto 6. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas eksperimen)



Foto 7. Mahasiswa mengerjakan LKM (kelas eksperimen)

LAMPIRAN E.3



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
 Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
 Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-334988
 Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR REVISI TESIS

NAMA MAHASISWA : Yustinus Wangguway
 NIM : 180220101018
 JUDUL TESIS : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Metakognisi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Resolving Domination Number* pada Graf
 TANGGAL UJIAN : 06 Januari 2020
 PEMBIMBING : Prof. Drs. Slamun, M.Comp.Sc., Ph.D.
 Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

MATERI PEMBETULAN / PERBAIKAN

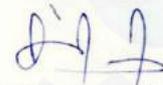
No.	HALAMAN	HAL-HAL YANG HARUS DIPERBAIKI
1.	i, iv-vii	Judul
2.	viii-ix	Ringkasan
3.	38-41	Definisi Graf dan Kajian <i>resolving domination number</i>
4.	50	Definisi operasional
5.	61-64	Pengambilan keputusan kevalidan, efektif dan praktis perangkat pembelajaran
6.	79	Keterangan jumlah mahasiswa
7.	97, 105	Keterangan maksimal nilai
8.	110-111, 115-116, 124-125	Keterangan data grafik dan penulisan kata "presentase" pada grafik
9.	160	Kesimpulan

PERSETUJUAN TIM PENGUJI

JABATAN	NAMA TIM PENGUJI	TTD dan Tanggal
Ketua	Prof. Drs. Slamun, M.Comp.Sc., Ph.D.	 10/1/20
Sekretaris	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.	 16/1/20
Anggota	Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.	 16/1/20
	Dr. Susanto, M.Pd.	 16/1/20
	Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.	 16/1/20

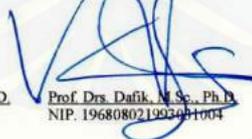
Jember, 10 Januari 2020
 Mengetahui / menyetujui :

Dosen Pembimbing I,



Prof. Drs. Slamun, M.Comp.Sc., Ph.D.
 NIP. 196704201992011001

Dosen Pembimbing II,



Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
 NIP. 196808021903011004

Mahasiswa Yang Bersangkutan



Yustinus Wangguway
 NIM. 180220101018

Mengetahui,
 Koordinator Program Studi
 Magister Pendidikan Matematika



Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.
 NIP. 197305061997021001

LAMPIRAN E.4**AUTOBIOGRAFI****Yustinus Wangguway**

Lahir di Sentani, 29 Maret 1996. Lahir sebagai anak pertama dari pasangan Robert Wangguway, SKM dan Petronela Anike Kwasuna serta memiliki satu saudara laki-laki bernama Oktovianus Wangguway dan dua saudara perempuan bernama Maria Eklevina Wangguway dan Yustina Lea Wangguway. Menyelesaikan pendidikan formal berturut-turut di SD Impres Abeale 1 Sentani (2002-2008), SMP Negeri 2 Sentani (2008-2011), dan SMA Negeri 3 Jayapura (2011-2014). Pada tahun 2014 melanjutkan studi sebagai mahasiswa S1 di Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember (UNEJ) dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2018. Pada Tahun 2018 berkesempatan melanjutkan studi Pascasarjana di Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.