



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS
INQUIRY BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR PEMBUKTIAN SECARA MATEMATIS
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
*DOMINATING METRIC DIMENTION NUMBER***

TESIS

Oleh:

Aulia Nandarema Hayyu

NIM 180220101005

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

2020



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS
INQUIRY BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR PEMBUKTIAN SECARA MATEMATIS
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
*DOMINATING METRIC DIMENTION NUMBER***

TESIS

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

Oleh:

Aulia Nandarema Hayyu

NIM 180220101005

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

2020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan. Karya yang sederhana ini saya persembahkan kepada:

1. Ayahanda Misdi dan Almarhumah Ibunda tercinta Lilik Dwi Komartini, terima kasih atas curahan kasih sayang dan doa serta dukungan yang selalu kalian limpahkan kepadaku;
2. Adikku tercinta Aulia Nandarema Qayyum yang selalu memberikan motivasi dan semangat;
3. Ibu Umi Masnu'ah dan Abah Rofiq selaku guru ngaji yang selalu sabar dalam mengajarkan ilmunya;
4. Bapak dan Ibu Dosen Magister Pendidikan Matematika, khususnya Prof. Drs, Dafik, M.Sc.,Ph.D dan Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan saran dan dukungan penuh atas penyelesaian tesis ini;
5. Teman- teman seperjuangan RG Combinatorics 2019 (Diana, Lelita, Miftah, Stenly, Syamsi, Budi, Lisa, Aljabar, dan Mega) yang selalu memberikan warna suka maupun duka dan selalu memberikan saran serta motivasi kepada saya;
6. CGANT *Research Group* (Ika Hesti Agustin, Dwi Agustin Retno Wardani, Rossanita Nisviasari, Ridho Alfarisi, Robiathul Adawiyah, Elsa Yuli Kurniawati, Rafiantika Megahnia Prihandini, Ermita Riski Albiri) atas bimbingannya dalam membantu penyelesaian tesis ini;
7. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Matematika angkatan 2018;
8. Semua pihak yang telah membantu terselesainya tesis ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk semua dan semoga tesis ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang, Amin.

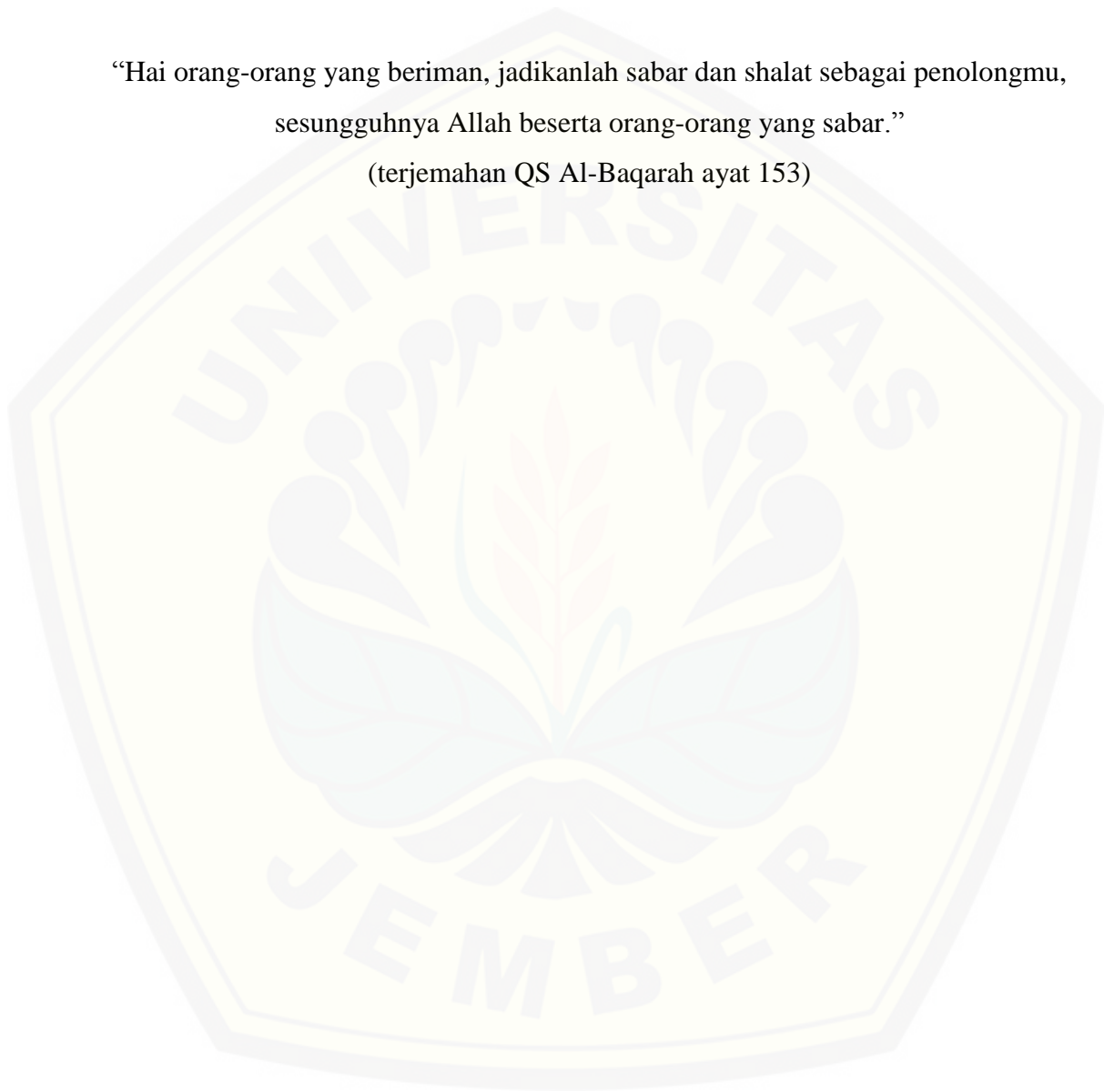
Jember, Januari 2020
Penulis

HALAMAN MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(terjemahan QS Al-Baqarah ayat 153)



HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AULIA NANDAREMA HAYYU

NIM : 180220101005

Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul: **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Inquiry Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2020

Yang menyatakan,

Aulia Nandarema Hayyu

NIM. 180220101005

TESIS

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS
INQUIRY BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR PEMBUKTIAN SECARA MATEMATIS
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
DOMINATING METRIC DIMENTION NUMBER

Oleh

Aulia Nandarema Hayyu

NIM 180220101005

Dosen Pembimbing I : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

HALAMAN PENGAJUAN

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS
INQUIRY BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR PEMBUKTIAN SECARA MATEMATIS
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
DOMINATING METRIC DIMENTION NUMBER

TESIS

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Magister Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Nama Mahasiswa : Aulia Nandarema Hayyu
Nim : 180220101005
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Angkatan Tahun : 2018
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Masohi, 07 April 1994

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

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

Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19591220 198503 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis berjudul “**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Inquiry Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number***” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari/ tanggal :

Jam :

Tempat :

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19591220 198503 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Hobri, S.Pd, M.Pd.
NIP. 197305061997021001

Dr. Susanto, M.Pd.
NIP. 196306161988021001

Prof. Drs. Slamim, M.Comp.Sc., Ph.D
NIP. 196704201992011001

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 Berbasis *Inquiry Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number*; Aulia Nandarema Hayyu, 180220101005; 2019; Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembelajaran matematika mempunyai tujuan tentang kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didiknya. Kemampuan tersebut lebih dikenal dengan kemampuan matematis. Kemampuan matematis adalah kemampuan untuk menghadapi permasalahan, baik dalam matematika maupun kehidupan nyata. Kemampuan matematis terdiri dari : Penalaran matematis, komunikasi matematis, pemecahan masalah matematis, pemahaman konsep, dan pemahaman matematis. Kemampuan matematis sangat diperlukan guna meningkatkan berpikir mahasiswa lebih berkembang. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan keterampilan berpikir pembuktian secara matematis adalah *inquiry based learning*. Salah satu manfaat dari model pembelajaran tersebut adalah membantu dan mengembangkan konsep pada peserta didik sehingga dapat mengerti konsep dasar dan ide-ide yang lebih baik. Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang menggabungkan antara metode kualitatif dan metode kuantitatif atau bisa disebut metode campuran. Penelitian ini akan melibatkan 61 mahasiswa yang terbagi dalam dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol yang terdiri dari 28 mahasiswa dari kelas kontrol dan 33 mahasiswa dari kelas eksperimen.

Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut 31% berada pada kategori *very active*, 29% berada pada kategori *active*, 24% berada pada kategori *less active* dan 16% berada pada kategori *inactive*. Sedangkan hasil analisis per level pada kelas eksperimen yaitu 43% dari level 1 (*very active*) yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 2 (*active*) yaitu 32% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 3 (*less active*)

yaitu 20% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 4 (*inactive*) yaitu 5% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Hasil analisis uji t menunjukkan bahwa hasil belajar mahasiswa pada tahap pre-tes memiliki varians yang sama yaitu sebesar 0,001 dimana nilai t hitung < t tabel dan P value lebih dari 0,05 maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sedangkan pada tahapan post test antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rata-rata dan standar deviasi yang dihasilkan pada post tes menunjukkan bahwa nilai post tes di kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kelas eksperimen dengan rata-rata 90,71 dan standar deviasi sebesar 2,65 dan kelas kontrol dengan rata-rata 86,84 dan standar deviasi sebesar 4,40 dengan nilai sig.(2-tailed) $0.000 < 0.05$. Berdasar hasil persentase dari setiap level pada kelas kontrol dan kelas eksperimen menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase nilai yang tinggi pada kelas eksperimen. Kelas eksperimen memiliki peningkatan persentase nilai dari pre tes ke pos tes lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *inquiry based learning* di dalam pembelajarannya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Jika dibandingkan dengan model lain, *inquiry based learning* dalam penelitian ini memperoleh rata-rata nilai yang lebih tinggi dibanding model konvensional yang diterapkan di kelas kontrol.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Inquiry Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimension Number***”.

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 FKIP Universitas Jember;
3. Para Dosen Program Studi Magister Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Dosen pembimbing dan Validator yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dalam penyusunan tesis ini dengan penuh kesabaran;
5. Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu dalam menyempurnakan tesis ini;
6. Teman-teman angkatan 2018, terimakasih atas dukungan, motivasi, doa serta bantuannya selama ini;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu terselesainya tesis ini.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Besar harapan bila segenap pemerhati memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Januari 2020

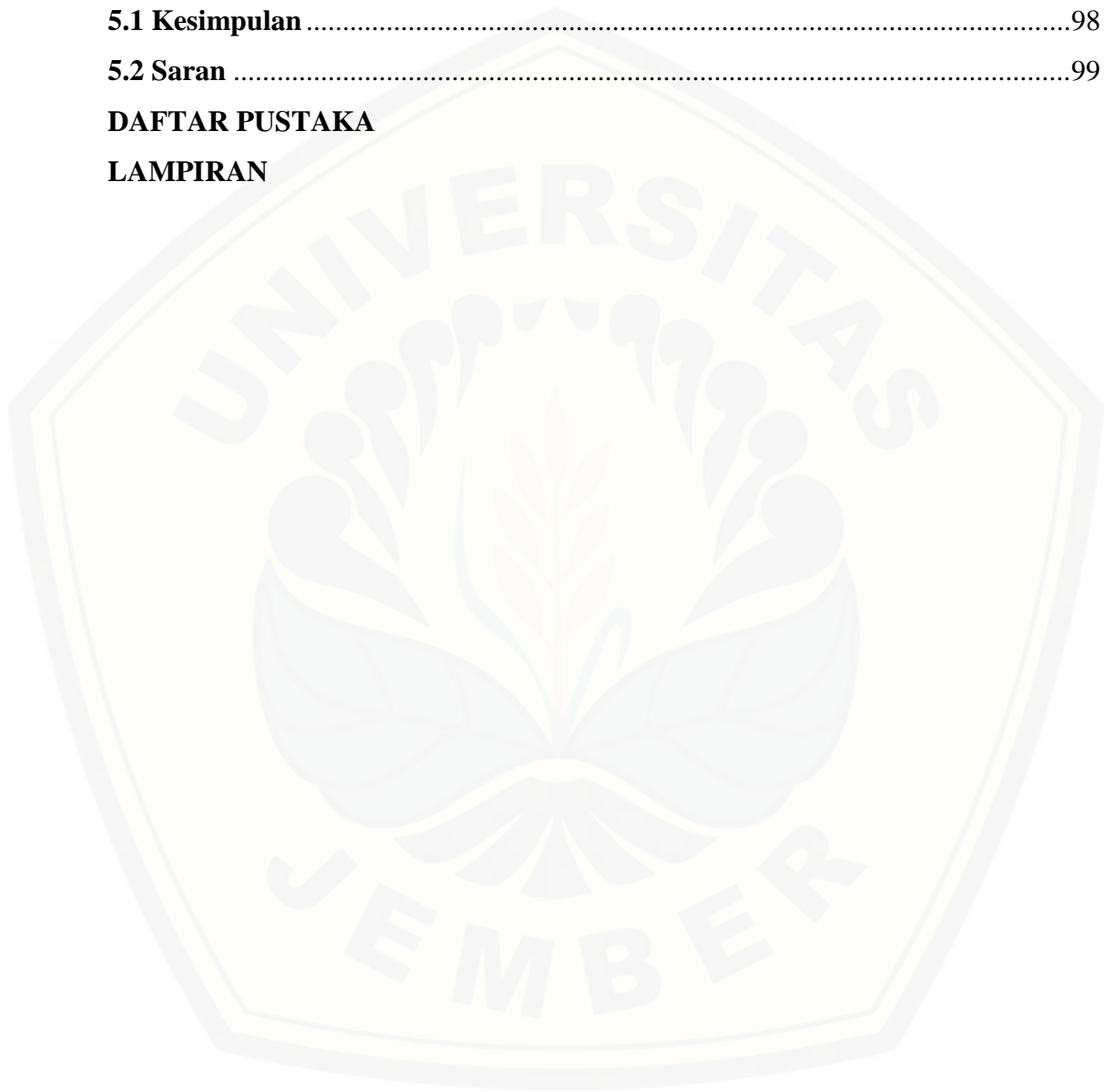
Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR DIAGRAM	xvii
DAFTAR DIAGRAM	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kebaruan Penelitian	4
BAB 2. KAJIAN TEORI	5
2.1. Inquiry Based Learning	5
2.2. Kelebihan dan Kekurangan Inquiry Based Learning	7
2.3. Sintaksis Inquiry Based Learning	8
2.4. Perangkat yang dikembangkan	10
2.4.1 Lembar Kerja Mahasiswa	10
2.4.2 Tes Hasil Belajar (THB)	12
2.5. Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis	15
2.6. Dominating Metric Dimention Number	18
2.7. Penelitian Terdahulu	20

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Definisi Operasional	25
3.2. Jenis Penelitian	25
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.4. Penelitian Pengembangan	27
3.4.1 Tahapan Pengembangan Perangkat	27
3.4.2 Metode Pengumpulan Data	32
3.4.3 Teknik Analisis Data.....	33
3.5. Penelitian Eksperimen	38
3.5.1 Populasi dan Sampel Penelitian	38
3.5.2 Desain Penelitian.....	38
3.5.3 Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.5.4 Analisis Data	43
3.6. Monograf	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran	46
4.1.1 Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>).....	46
4.1.2 Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	48
4.1.3 Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	51
4.1.4 Tahap Penyebaran (<i>Disseminate</i>).....	55
4.2 Hasil Pengembangan Perangkat	56
4.2.1 Hasil Analisis Data Validasi	56
4.2.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran	63
4.3 Pengaruh Penerapan <i>Inquiry Based Learning</i>	70
4.3.1 Analisis Pre-test	71
4.3.2 Analisis Post-test.....	75
4.3.3 Uji Hipotesis	78
4.4 Potret Fase	81
4.5 Monograf	89
4.6 Pembahasan	92
4.6.1 Pembahasan Keefektifan dan Kepraktisan Perangkat Pembelajaran	92

4.6.2 Pembahasan Temuan <i>Dominating Metric Dimension Number</i>	94
4.6.3 Pembahasan Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis.....	96
4.6.4 Pengaruh <i>Inquiry Based Learning</i> terhadap Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis.....	96
5.1 Kesimpulan	98
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sintaksis <i>Inquiry Based Learning</i>	9
Gambar 2.2 Graf Lingkaran C_5	19
Gambar 3.1 Desain <i>Sequential Exploratory</i>	26
Gambar 3.2 Tahapan Model Penelitian Kombinasi	31
Gambar 3.3 Skema <i>Mix Method</i>	40
Gambar 4.1 Peta Konsep <i>Dominating Metric Dimention Number</i>	47
Gambar 4.2 Desain Awal Satuan Acara Perkuliahan.....	50
Gambar 4.3 Desain Awal Lembar Kerja Mahasiswa.....	51
Gambar 4.4 Hasil Pekerjaan M1	81
Gambar 4.5 Potret Fase M1	83
Gambar 4.6 Hasil Pekerjaan M2	84
Gambar 4.7 Potret Fase M2	85
Gambar 4.8 Hasil Pekerjaan M3	86
Gambar 4.9 Potret Fase M3	87
Gambar 4.10 Hasil Pekerjaan M4	88
Gambar 4.11 Potret Fase M4	89
Gambar 4.12 Monograf	89
Gambar 4.13 Helm Graph.....	90
Gambar 4.14 Line Helm Graph.....	91
Gambar 4.15 Middle Helm Graph	91
Gambar 4.16 Total Helm Graph.....	91
Gambar 4.17 Gambar <i>Dominating Metric Dimention Number</i> pada H_4	91
Gambar 4.18 Graf Hasil Temuan	94
Gambar 4.19 Pelabelan Titik.....	95
Gambar 4.20 Graf Hasil <i>Dominating Set</i>	95
Gambar 4.21 Graf Hasil <i>Metric Dimention</i>	95

DAFTAR TABEL

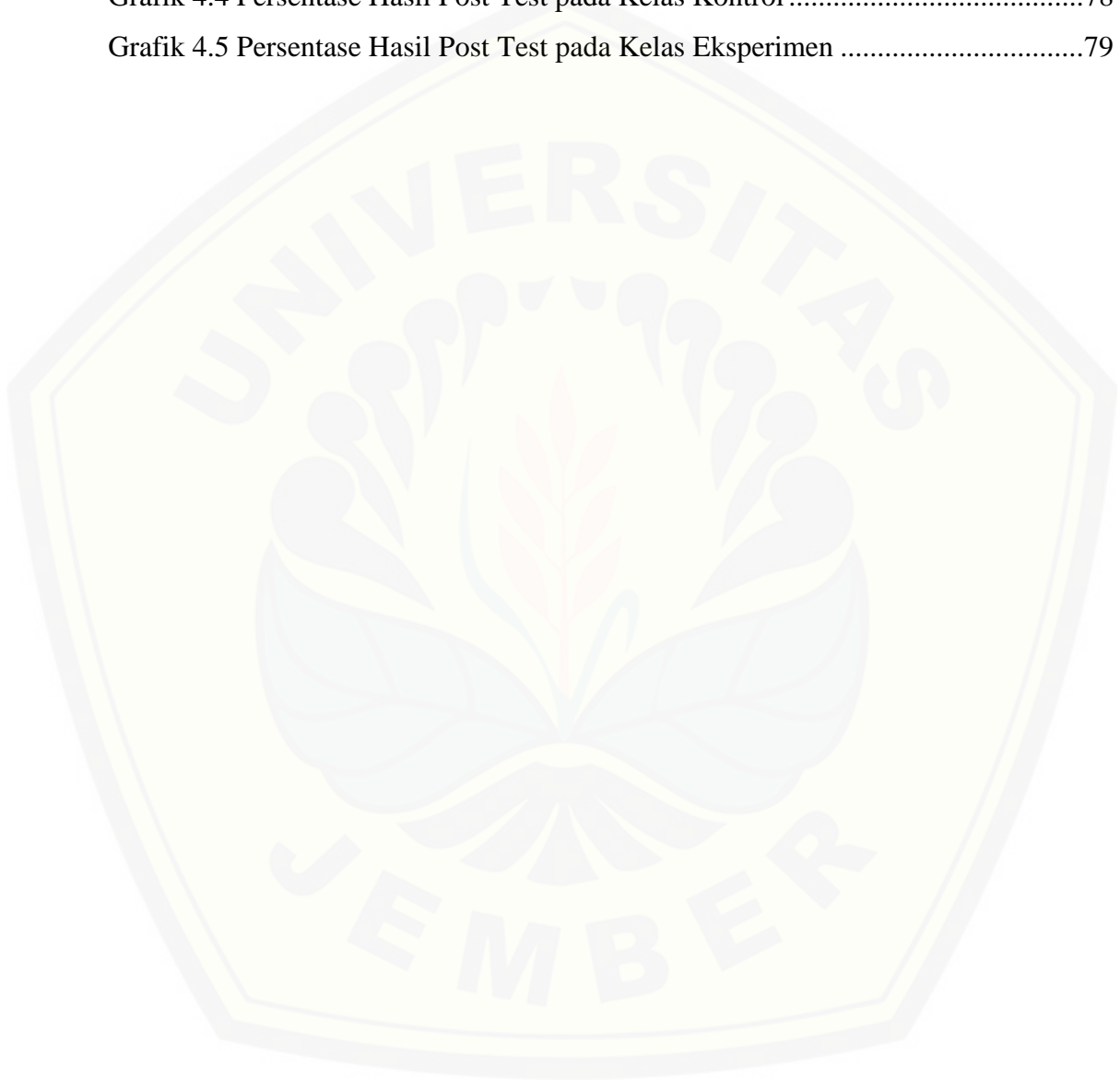
Tabel 2.1 Tiga tahapan IBL menurut Barman dan Kotar.....	10
Tabel 2.2 Penelitian terdahulu terkait <i>Inquiry Based Learning</i>	20
Tabel 2.3 Beberapa penelitian terkait dengan pembuktian secara matematis.....	22
Tabel 3.1 Kriteria kevalidan perangkat pembelajaran	35
Tabel 3.2 Kriteria data hasil observasi aktivitas dosen	36
Tabel 3.3 Kriteria data hasil observasi aktivitas mahasiswa.....	37
Tabel 3.4 Design penelitian <i>Non Equevalent Control Group Design</i>	39
Tabel 3.5 Koefisien alpha oleh George dan Mallery	44
Tabel 4.1 Daftar Nama Validator	52
Tabel 4.2 Jadwal Pelaksanaan Uji Coba	53
Tabel 4.3 Rekapitulasi Validasi Rencana Pembelajaran.....	57
Tabel 4.4 Hasil Revisi Rencana Pembelajaran	59
Tabel 4.5 Hasil Rekapitulasi Validasi LKM	60
Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Validasi THB.....	61
Tabel 4.7 Revisi THB	63
Tabel 4.8 Rekapitulasi Skor Hasil Observasi Aktivitas Dosen.....	64
Tabel 4.9 Hasil Validitas Soal.....	65
Tabel 4.10 Tes Hasil Realibilitas Soal	65
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil THB pada Kelas Eksperimen Berdasarkan Level Kemampuan Berpikir dalam Membuktikan Secara Matematis	67
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa	69
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa terhadap Pembelajaran.....	70
Tabel 4.14 Tes Uji Homogenitas Hasil Pretest pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	72
Tabel 4.15 Uji Normalitas Hasil Pretest pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	72
Tabel 4.16 Hasil Uji Independent Pretest pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	72
Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas Post tes pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	76

Tabel 4.18 Hasil Uji Homogenitas Post tes pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	76
Tabel 4.19 Hasil Uji Independent Post tes pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	79



DAFTAR DIAGRAM

Grafik 4.1 Grafik Level Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis....	68
Grafik 4.2 Persentase Hasil Pre Test pada Kelas Kontrol.....	75
Grafik 4.3 Persentase Hasil Pre Test pada Kelas Eksperimen	75
Grafik 4.4 Persentase Hasil Post Test pada Kelas Kontrol	78
Grafik 4.5 Persentase Hasil Post Test pada Kelas Eksperimen	79



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

A.1 Matriks Penelitian	99
A.2 Silabus	104
A.3 RPS.....	106
A.4 RPP.....	116
A.5 SAP (Satuan Acara Perkuliahan)	120
A.6 LKM.....	122
A.7 Validasi <i>Posttest</i>	124
A.8 Lembar Observasi Kemampuan Pendidik.....	126
A.9 Lmbar Observasi Pendidik Dalam Pembelajaran.....	128
A.10 Angket Respon Mahasiswa Terhadap Pebelajaran	131
A.11 Lembar Observasi A ktivitas Riset Mahasiswa	133
A.12 Pedoman Wawancara	134
A.13 Validasi Pedoman Wawancara.....	136
A.14 <i>Pre test</i>	138
A.15 Jawaban <i>Pre test</i>	144
A.16 <i>Post test</i>	150
A.17 Jawaban <i>Post test</i>	156
A.18 Hasil Mahasiswa Kelas Esperimen	162
A.19 Hasil Mahasiswa Kelas Kontrol	163
A.20 Dokumentasi	165
A.21 Autobiografi	166

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan adalah salah satu faktor penting dalam kemajuan bangsa Indonesia terutama dalam era globalisasi yang modern. Pendidikan diajarkan tidak hanya untuk SD-SMA tetapi di dunia perkuliahan kegiatan belajar mengajar juga diterapkan khususnya pelajaran matematika. Di dunia mahasiswa pendidikan matematika khususnya materi matematika diskrit. Tujuan kegiatan belajar mahasiswa tidak hanya menjadi pintar saja tetapi harus mampu menalar, berkomunikasi, merepresentasikan, memecahkan masalah, dan mampu berperilaku yang baik. Hal tersebut harus dimiliki mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran. Soal yang dihadapi mahasiswa tidaklah mudah untuk mendapatkan solusinya. Pembelajaran matematika mempunyai tujuan tentang kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didiknya. Kemampuan tersebut lebih dikenal dengan kemampuan matematis. Kemampuan matematis adalah kemampuan untuk menghadapi permasalahan, baik dalam matematika maupun kehidupan nyata. Kemampuan matematis terdiri dari : Penalaran matematis, komunikasi matematis, pemecahan masalah matematis, pemahaman konsep, pemahaman matematis, berpikir kreatif dan berpikir kritis. Sejalan dengan pendapat tersebut, NCTM (2000) mengemukakan tentang standar proses pembelajaran matematika, yaitu: pertama, pemecahan masalah matematika (*mathematical problem solving*); kedua, penalaran dan pembuktian matematika (*mathematical reasoning and proof*); ketiga, komunikasi matematika (*mathematical communication*); keempat, koneksi matematis (*mathematical connections*); dan kelima, representasi matematis (*mathematics representation*). Pemecahan masalah merupakan bagian terpenting dari kemampuan yang harus dimiliki oleh mahasiswa (Schoenfeld, 1980 ; Romberg, 1994).

Peneliti perlu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dengan cara meningkatkan keterampilan berpikir pembuktian matematis pada mahasiswa. Hal ini bertujuan agar tingkat berpikir mahasiswa lebih berkembang inovatif dan

lebih kritis terhadap suatu permasalahan. Salah satu model pembelajaran yang mengarah pada kemampuan berpikir pembuktian secara matematis yaitu *Inquiry Based Learning*.

Inquiry Based Learning (IBL) adalah sebuah teknik mengajar di mana guru melibatkan siswa di dalam proses belajar melalui penggunaan cara-cara bertanya, aktivitas *problem solving*, dan berpikir kritis. Pada dasarnya model pembelajaran tersebut mengajarkan kepada mahasiswa untuk mandiri dalam menemukan ide-ide dari konsep yang diberikan oleh pengajar. Metode tersebut berpusat pada peserta didik tetapi pengajar berperan penting yaitu sebagai pembuat desain pembelajaran.

Dari penjelasan diatas, peneliti ingin mengembangkan model pembelajaran *Inquiry Based Learning* pada kemampuan tingkat berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Dimana pengembangan materi pembelajaran dikhususkan pada matematika diskrit yaitu *Dominating Metric Dimention Number*. Alasan tersebut karena materi itu gabungan dari dua materi matematika diskrit yaitu *Dominating Set* dan *Metric Dimention*.

Permasalahan tersebut peneliti tuangkan kepada judul tesis yaitu “ Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika *Inquiry Based Learning* dan pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number*”.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika *Inquiry Based Learning* dan pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number* ?
- 2) Bagaimanakah hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika *Inquiry Based Learning* dan pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir

Pembuktian secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number* ?

- 3) Adakah pengaruh penerapan *Inquiry Based Learning* terhadap permasalahan *Dominating Metric Dimention Number* ?
- 4) Bagaimana potret fase keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa dalam permasalahan *Dominating Metric Dimention Number* ?
- 5) Bagaimanakah hasil monograf dari penerapan perangkat pembelajaran *Inquiry Based Learning* pada materi *Dominating Metric Dimention* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- 1) Mengetahui proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika *Inquiry Based Learning* dan pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number*.
- 2) Mengetahui hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika *Inquiry Based Learning* dan pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *Dominating Metric Dimention Number*.
- 3) Menguji pengaruh keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa pada materi *Dominating Metric Dimention Number*.
- 4) Mengetahui potret fase keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa dalam permasalahan *Dominating Metric Dimention Number*.
- 5) Mengetahui hasil monograf dari penerapan perangkat pembelajaran *Inquiry Based Learning* pada materi *Dominating Metric Dimention Number*.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Sebagai referensi alternatif dalam memberikan pengajaran kepada mahasiswa dalam mengajar mata kuliah Pemodelan Matematika Diskrit
- 2) Sebagai informasi kepada peserta didik perguruan tinggi terkait model pembelajaran *Inquiry Based Learning* yang dihubungkan dengan keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa.
- 3) Bagi dosen atau calon pendidik, sebagai acuan dalam menyusun dan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika pada materi *Dominating Metric Dimention Number* dengan menggunakan model *Inquiry Based Learning*.

1.5 Kebaruan Penelitian

- 1) Pengembangan perangkat pembelajaran *Inquiry Based Learning* dalam keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa.
- 2) Penerapan model pembelajaran *Inquiry Based Learning* pada materi *Dominating Metric Dimention Number*.
- 3) *Dominating Metric Dimention Number* adalah penggabungan dari dua materi graf yaitu *Dominating Set* dan *Metric Dimention*.

BAB 2 KAJIAN TEORI

2.1 Inquiry Based Learning (IBL)

Pendekatan IBL merupakan suatu pendekatan yang digunakan dan mengacu pada suatu cara untuk mempertanyakan, mencari pengetahuan (informasi), atau mempelajari suatu gejala. Inkuiri yang berarti mengadakan penyelidikan, menanyakan keterangan, melakukan pemeriksaan (Echols dan Shadily, 2003). Metode inkuiri berupaya menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah pada diri siswa dan menempatkan siswa dalam suatu peran yang menuntut inisiatif besar dalam menemukan hal-hal penting untuk dirinya sendiri. Sedangkan menurut Gulo (2005) inkuiri berarti pertanyaan atau pemeriksaan, penyelidikan. Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran IBL merupakan suatu pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik langsung kedalam kehidupan nyata dengan melakukan penyelidikan sendiri makna dan tujuan dari suatu materi pembelajaran. Menurut Sanjaya (2006) model pembelajaran inkuiri adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analisis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan. Sedangkan, menurut Piaget (Mulyasa, 2008) model pembelajaran inkuiri adalah model pembelajaran yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari jawabannya sendiri serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan anak lain.

Berdasarkan kedua pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri adalah model pembelajaran yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri sehingga dapat berpikir secara kritis untuk mencari dan menemukan jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan. Teori belajar lain yang mendasari pembelajaran inkuiri adalah teori belajar konstruktivistik seperti halnya yang diungkapkan oleh salah satu ahli

konstruktivis, Piaget bahwa pengetahuan itu dapat bermakna manakala dicari dan ditemukan sendiri oleh peserta didik (Sanjaya, 2006).

Terdapat beberapa hal yang menjadi karakteristik atau ciri-ciri utama pembelajaran *inquiry*, antara lain sebagai berikut (Muslich, 2008):

- a. Pembelajaran *inquiry* menekankan pada aktifitas anak secara maksimal untuk mencari dan menemukan, artinya pembelajaran *inquiry* menempatkan peserta didik sebagai subjek belajar.
- b. Seluruh aktivitas yang dilakukan peserta didik diarahkan untuk mencari dan menemukan sendiri sesuatu yang dipertanyakan sehingga dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self belief*).
- c. Membuka intelegensi peserta didik dan mengembangkan daya kreativitas peserta didik.
- d. Memberikan kebebasan pada peserta didik untuk berinisiatif dan bertindak.
- e. Mendorong peserta didik untuk berfikir intensif dan merumuskan hipotesisnya sendiri.
- f. Proses interaksi belajar mengajar mengarahkan pada perubahan dari *teacher centered* kepada *student centered*.

Adapun manfaat model pembelajaran *inquiry* bagi anak dalam proses belajar antara lain sebagai berikut (Sanjaya, 2006)

- a. Membantu dan mengembangkan konsep pada diri anak, sehingga anak dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide lebih baik.
- b. Membantu dan menggunakan ingatan dan transfer pada situasi proses belajar yang baru.
- c. Membantu anak untuk berfikir dan bekerja atas inisiatifnya sendiri, bersikap objektif, jujur dan terbuka.
- d. Memberi kepuasan yang bersifat intrinsik.
- e. Memberi stimulasi/rangsangan terhadap proses belajar anak lebih baik.
- f. Dapat mengembangkan bakat dan kecakapan individu.
- g. Memberi kebebasan anak untuk belajar sendiri.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan *Inquiry Based Learning*

Dalam setiap model pembelajaran tentunya terdapat kelebihan dan kekurangan, berikut ini adalah kelebihan dari model pembelajaran *inquiry based learning* menurut Sanjaya (2006) ada beberapa keunggulan dari model pembelajaran ini diantaranya adalah:

- a. Model pembelajaran inkuiri adalah model pembelajaran yang mengembangkan pada aspek kognitif, afektif, dan psikomotor secara seimbang sehingga pembelajaran melalui model pembelajaran ini dianggap lebih bermakna.
- b. Model pembelajaran inkuiri dapat memberikan ruang kepada siswa untuk belajar sesuai dengan gaya belajar mereka.
- c. Model pembelajaran inkuiri merupakan model pembelajaran yang dianggap sesuai dengan perkembangan psikologi modern yang menganggap bahwa belajar adalah proses perubahan tingkah laku berkat adanya pengalaman.
- d. Dapat melayani kebutuhan siswa yang memiliki kemampuan diatas rata-rata, artinya siswa yang memiliki kemampuan belajar bagus tidak akan terhambat oleh siswa yang lemah dalam belajar.

Sedangkan kelemahan dari model pembelajaran *inquiry based learning* menurut Sanjaya (2006) antara lain:

- a. Jika model pembelajaran inkuiri digunakan sebagai model pembelajaran , maka akan sulit mengontrol kegiatan dan keberhasilan siswa.
- b. Model ini sulit dalam merencanakan pembelajaran oleh karena itu terbentur dengan kebiasaan siswa dalam belajar.
- c. Kadang-kadang dalam mengimplementasikannya memerlukan waktu yang panjang sehingga sering guru sulit menyesuaikan dengan waktu yang ditentukan.
- d. Selama kriteria belajar ditentukan oleh kemampuan siswa menguasai materi pelajaran, maka model pembelajaran inkuiri akan sulit diimplementasikan oleh setiap guru.

2.3 Sintaksis *Inquiry Based Learning*

Pada pelaksanaan pembelajaran *inquiry learning* terdapat enam tahapan. Menurut Sanjaya (2006) mengemukakan secara umum bahwa proses pembelajaran yang menggunakan model inkuiri dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1) Orientasi

Langkah orientasi adalah langkah untuk membina suasana atau iklim pembelajaran yang responsif sehingga dapat merangsang dan mengajak untuk berpikir memecahkan masalah.

2) Merumuskan masalah

Merumuskan masalah merupakan langkah membawa siswa pada suatu persoalan yang mengandung teka teki.

3) Mengajukan hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu permasalahan yang sedang di kaji. Sebagai jawaban sementara, hipotesis perlu di uji kebenarannya.

4) Mengumpulkan data

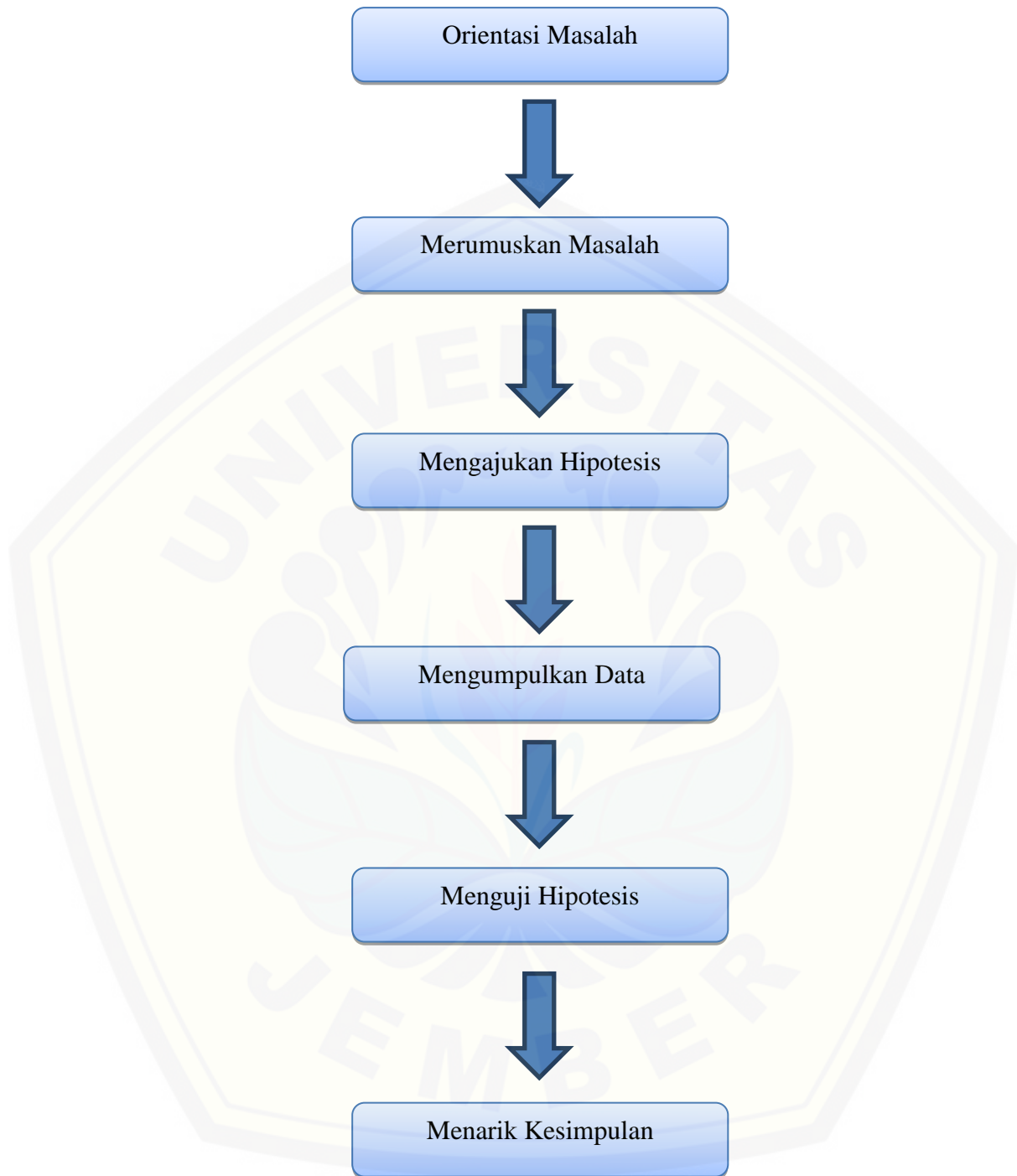
Mengumpulkan data adalah aktifitas menjaring informasi yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Kegiatan mengumpulkan data meliputi percobaan atau eksperimen.

5) Menguji hipotesis

Menguji hipotesis adalah proses menentukan jawaban yang dianggap diterima sesuai dengan data atau informasi yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data.

6) Merumuskan kesimpulan

Merumuskan kesimpulan adalah proses mendeskripsikan temuan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian hipotesis.



Gambar 2.1. Skema Sintaksis *Inquiry Based Learning*

Menurut Barman dan Kotar (1989), tahapan IBL pada pembelajaran meliputi tiga tahapan dan diuraikan pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Tiga tahapan IBL menurut Barman dan Kotar

No	Fase	Kegiatan
1.	Eksplorasi	Pembelajar bebas menemukan dan memanipulasi materi pelajaran.
2.	Pengenalan Konsep	Pembelajar di bawah bimbingan guru, mengorganisasikan data yang telah dikumpulkan dan mencari pola yang muncul.
3.	Aplikasi Konsep	Pembelajar diberi permasalahan yang harus mereka pecahkan dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui penemuan dan membaca referensi.

2.4 Perangkat yang dikembangkan

2.4.1 Lembar Kerja Mahasiswa

Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru untuk mengembangkan diri sekaligus mengembangkan proses pembelajarannya adalah mengembangkan sumber belajar bagi diri maupun peserta didiknya. Sebagai contoh, guru dapat membuat atau menyusun sendiri lembar kerja mahasiswa (LKM) untuk dijadikan sebagai sumber belajar bagi peserta didik.

LKM biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kaitannya dengan kompetensi yang akan dicapai. Dahar (2011: 110) mengungkapkan bahwa lembar kegiatan siswa adalah lembar kegiatan yang berisikan informasi dan instruksi dari guru atau dosen kepada siswa agar dapat mengerjakan suatu aktivitas belajar secara mandiri melalui praktik atau penerapan hasil belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan Widjajanti (2008) mendefinisikan LKM yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai

dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi. LKM juga merupakan media pembelajaran, karena dapat digunakan secara bersama dengan sumber belajar atau media pembelajaran yang lain. LKM menjadi sumber belajar dan media pembelajaran tergantung pada kegiatan pembelajaran yang dirancang.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa LKM merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang berisikan petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas agar mahasiswa dapat mengerjakan suatu aktivitas belajar secara mandiri melalui praktik atau penerapan hasil belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran serta dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi.

Mengajar dengan menggunakan LKM ternyata semakin populer terutama pada masa dekade terakhir ini. Penggunaan LKM diharapkan mampu mengubah kondisi pembelajaran dari yang biasanya guru berperan menentukan “apa yang dipelajari” menjadi “bagaimana menyediakan dan memperkaya pengalaman belajar siswa”. Pengalaman belajar siswa dapat diperoleh melalui serangkaian kegiatan untuk mengeksplorasi lingkungan melalui interaksi aktif dengan teman, lingkungan, dan nara sumber lain. Menurut Darmodjo (dalam Salirawati, 2006: 2) manfaat yang diperoleh dengan menggunakan LKM, antara lain : (1) Memudahkan guru dalam mengelola proses belajar, misalnya mengubah kondisi belajar dari suasana “guru sentris” menjadi “siswa sentris”; (2) Membantu guru mengarahkan siswanya untuk dapat menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok kerja; (3) Dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan proses, mengembangkan sikap ilmiah serta membangkitkan minat siswa terhadap alam sekitarnya; (4) Memudahkan guru memantau keberhasilan siswa untuk mencapai sasaran belajar. Jadi LKM bermanfaat sebagai bahan ajar yang dapat mengembangkan keterampilan proses belajar yang mempermudah guru atau dosen saat menyampaikan materi untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Depdiknas (2008) kriteria lembar kerja yang baik memiliki beberapa komponen utama, yaitu: komponen kelayakan isi, komponen kebahasaan, komponen penyajian, dan komponen kegrafikan. Komponen kelayakan isi terdiri

dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar, sesuai dengan perkembangan anak, sesuai dengan kebutuhan bahan ajar, substansi materi pelajaran, bermanfaat untuk menambah wawasan, dan sesuai dengan nilai moral dan nilai sosial. Komponen kebahasaan terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu keterbacaan, informasi jelas, sesuai kaidah Bahasa Indonesia yang baik, dan menggunakan bahasa yang jelas dan singkat. Komponen penyajian terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, urutan penyajian, memberikan motivasi dan daya tarik, interaksi (pemberian stimulus dan respon), dan informasi lengkap. Komponen kegrafikan terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu menggunakan font, jenis dan ukuran yang sesuai, tata letak, ilustrasi, gambar atau foto, dan desain tampilan. Jadi, untuk menyusun lembar kerja siswa harus memperhatikan komponen-komponen dalam susunan isinya, seperti: (1) ringkasan materi yang merupakan penjabaran dari pokok bahasan harus singkat dan padat sehingga semua materinya dapat tercakup, (2) jenis kegiatannya sesuai dengan langkah-langkah atau komponen-komponen *inquiry based learning* yang dapat merangsang keingintahuan peserta didik dan mengandung wawasan kontekstual, (3) menggunakan kalimat yang sederhana dan mudah dimengerti, (4) desain tampilan harus memiliki kombinasi antara gambar dan tulisan.

2.4.2 Tes Hasil Belajar

Dalam dunia pendidikan tes hasil belajar merupakan kegiatan yang dilakukan atau diberikan oleh guru setelah menyelesaikan materi. Hasil belajar dapat diamati dari kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan sejumlah evaluasi belajar berupa soal-soal matematika. Tes dilakukan untuk mengetahui sejauh mana materi tersebut dapat dipahami mahasiswa. Setelah diadakan tes didapatkan hasil belajar matematika mahasiswa. Penilaian atau tes hasil belajar berfungsi melihat perkembangan yang sudah dicapai oleh seseorang pada suatu program pengajaran. Menurut Trianto (2007: 76) tes hasil belajar adalah butir tes yang digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah mengikuti kegiatan belajar mengajar. Tes hasil belajar merupakan salah satu cara memperoleh data untuk mengetahui hasil yang telah dicapai siswa. Sudjana (2009: 3) menjelaskan hasil belajar juga bagian

yang penting dalam pembelajaran sebab hasil belajar pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku sebagai hasil dari proses belajar yang mencakup kognitif, afektif dan psikomotor. Sedangkan menurut Syah (2003: 195) mengatakan bahwa evaluasi merupakan penilaian tingkat keberhasilan mahasiswa mencapai tujuan yang ditetapkan dalam sebuah program. Selain kata *assessment* ada pula kata lain yang serupa yaitu tes, ujian, dan ulangan.

Hasil belajar baik apabila terus dipertahankan dan ditingkatkan menjadikan mahasiswa berprestasi, ia dianggap memiliki kelebihan yang tidak dimiliki orang lain. Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dibuat suatu kesimpulan bahwa hasil belajar matematika adalah merupakan hasil capai mahasiswa dalam belajar matematika yang dinyatakan dengan adanya perubahan pada diri mahasiswa dalam hal kognitif, afektif dan psikomotor serta dinyatakan pula dengan angka-angka prestasi setelah melalui tes. Tes hasil belajar berisi soal-soal yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa.

Tes hasil belajar ada berbagai jenis tergantung pengelompokannya misal berdasarkan peran fungsional, berdasar kemungkinan jawaban, berdasar pelaksanaan tes dan lain sebagainya. Tes hasil belajar dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam berdasar peran fungsional dalam pembelajaran sebagai berikut : (1) tes formatif diujikan setelah siswa menyelesaikan materi tertentu dan digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ; (2) tes sumatif juga dikenal dengan sebutan ujian akhir semester sebab digunakan untuk mengetahui penguasaan siswa atas sejumlah materi yang telah disampaikan oleh guru atau dosen berdasar waktu yang telah ditentukan seperti catur wulan atau semester ; (3) tes diagnostik merupakan tes untuk mengetahui kelemahan siswa sehingga berdasar hasil tes tersebut dapat ditelusuri masalah yang dihadapi oleh siswa kemudian dilakukan penanganan yang tepat ; (4) tes penempatan merupakan tes yang digunakan untuk menempatkan siswa pada kelompok tertentu yang sesuai dengan bakat dan minat yang dimilikinya. Sedangkan berdasar pelaksanaannya tes dikelompokkan menjadi tiga antara lain : (1) tes tertulis yang menggunakan kertas dan alat tulis sebagai instrumen

utamanya ; (2) tes lisan merupakan tes yang dilakukan melalui wawancara atau berbicara tatap muka antara guru dengan siswa dan (3) tes perbuatan lebih menekankan pada pelaksanaan perbuatan siswa dalam melakukan suatu pekerjaan.

Tes hasil belajar juga dikelompokkan berdasarkan bentuk soal dan kemungkinan jawaban terdiri dari 1) tes esai yang tersusun dari pertanyaan yang jawaban dari setiap pertanyaan tersebut siswa susun dan organisasikan menggunakan bahasa sendiri ; 2) tes objektif merupakan tes yang memiliki jawaban alternatif berupa benar-salah, pilihan ganda, menjodohkan, dan analisa hubungan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tes hasil belajar memiliki berbagai macam bentuk / jenis tergantung dari kebutuhan yang diperlukan dan juga tergantung pada fungsinya masing-masing.

Ada berbagai macam komponen pada tes hasil belajar misal tes hasil belajar berbentuk esai komponennya berupa 1) perangkat soal yaitu keseluruhan dari butir-butir pertanyaan yang ada pada tes ; 2) petunjuk pengerjaan berisi tentang detail petunjuk yang harus dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal ; 3) butir soal berisi pertanyaan yang harus dipecahkan oleh siswa ; 4) pilihan biasanya ada pada soal objektif yang berisi alternatif jawaban ; 5) kunci jawaban ; 6) pengecoh.

Tes hasil belajar berisi soal-soal yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa. Adapun indikator validasi tes hasil belajar yaitu.

- a. Validasi isi terdiri dari dua hal yaitu 1) soal yang diberikan sesuai dengan indikator dan tujuan dari suatu pembelajaran; 2) soal yang diberikan singkat dan jelas;
- b. Bahasa soal sebaiknya sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia, kalimat yang ada dalam tes hasil belajar tidak ambigu (memiliki makna ganda) ; bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh mahasiswa;
- c. Alokasi waktu sebaiknya sesuai dengan jumlah soal;
- d. Petunjuk pada soal harus jelas;
- e. Tingkat kesulitan sesuai dengan kompetensi mahasiswa.

2.5 Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis

Metode pembuktian dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami pembuktian, dan mengerjakan (membuktikan) suatu pernyataan matematik. Berbagai pendekatan dan metode telah dikembangkan, di antaranya Tall (1991) menyarankan konsep bukti generik sebagai cara untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap bukti suatu pernyataan. Bukti generik diberikan dalam level contoh yang menjelaskan konsep secara umum dengan memandang contoh khusus. Hal ini tentu saja berbeda dengan pembuktian secara umum yang mensyaratkan abstraksi dengan level yang lebih tinggi. Kemudian, Leron (dalam Tall, 1991) mengajukan bukti terstruktur dengan sifat menggabungkan metode penyajian formal dan informal ke dalam suatu pembuktian. Tujuan utama dari bukti terstruktur ini bukan untuk meyakinkan, tetapi untuk membantu pembaca dalam meningkatkan pemahamannya terhadap gagasan di belakang bukti itu, dan bagaimanakah hubungannya dengan hasil-hasil matematika lainnya.

David Tall (1998) mengemukakan pendapat tentang pembuktian, ia mengemukakan bahwa : *I suggest that different forms of proof are appropriate in different contexts, dependent on the particular forms of representation available to the individual, and that these forms become available at different stages of cognitive development. For a young child, proof may be by way of a physical demonstration, long before sophisticated use of the verbal proofs of euclidean geometry can be introduced successfully to a subset of the school population. Later still, formal proof from axioms involves even greater difficulties that make it appropriate for a few, but impenetrable to many.*

Dari pendapat tersebut, dapat dinyatakan bahwa berbagai bentuk bukti sesuai dalam konteks yang berbeda, tergantung pada bentuk-bentuk tertentu dari representasi yang ada untuk setiap individu, dan bahwa bentuk-bentuk menjadi tersedia pada berbagai tahap perkembangan kognitif. Untuk anak muda, bukti mungkin dengan cara demonstrasi fisik, jauh sebelum penggunaan kecanggihan dari bukti lisan geometri euclidean dapat membimbing keberhasilan dari beberapa sekolah. Kemudian juga, bukti formal dari aksioma melibatkan kesulitan yang lebih besar untuk membuat beberapa kesesuaian, tetapi bisa melalui banyak cara.

Dalam matematika, pembuktian adalah serangkaian argumen logis yang menjelaskan kebenaran suatu pernyataan. Hal ini dinyatakan oleh Hanna dan Barbeau (VanSpronsen, 2008) pembuktian adalah penerapan sejumlah berhingga langkah-langkah logis dari apa yang diketahui (aksioma, prinsip-prinsip atau hasil yang telah dibuktikan sebelumnya) dan menerapkan prinsip-prinsip logika, untuk menciptakan argumen deduktif yang valid guna mencapai suatu kesimpulan menggunakan aturan inferensi yang dapat diterima.

Karena itu pengkajian tentang pengajaran dan pembelajaran pembuktian adalah komponen kunci dalam peningkatan pembelajaran matematika secara menyeluruh. Ada beberapa alasan mengapa perlu diberikan pengajaran pembuktian yaitu: 1) bukti adalah bagian yang integral dalam matematika, 2) untuk verifikasi dan penemuan fakta, 3) untuk pengembangan kemampuan berpikir logis dan kritis siswa, dan 4) mempercepat dan meningkatkan pemahaman matematik siswa (Dickersen, 2008).

Pandangan terakhir mengenai perlunya pembuktian matematika diperkenalkan di sekolah direkomendasikan oleh NCTM (2000) bahwa pembuktian merupakan bagian dari kurikulum matematika di semua tingkatan. Bagian “*Reasoning dan Proof*” dalam dokumen NCTM ini dinyatakan bahwa siswa seharusnya dapat: mengenal penalaran dan pembuktian sebagai aspek-aspek fundamental matematika; membuat konjektur dan memeriksa kebenaran dari konjektur itu; mengembangkan dan mengevaluasi argumen dan pembuktian matematika; memilih dan menggunakan bermacam-macam jenis penalaran dan metode pembuktian.

Rekomendasi dari NCTM (2000) itu mengindikasikan bahwa pembuktian matematika merupakan salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam pembelajaran matematika di sekolah. Sedikit atau banyaknya pengalaman siswa di dalam menyusun suatu pembuktian di sekolah menengah atas akan berdampak pada kemampuan membuktikan ketika mereka mengikuti kuliah di perguruan tinggi tingkat pertama, seperti yang dinyatakan oleh Moore (1994) bahwa salah satu alasan mengapa mahasiswa menemui kesulitan di dalam pembuktian adalah pengalaman mereka dalam mengkonstruksi bukti terbatas pada pembuktian geometri sekolah. Sejalan

dengan itu, berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Sabri (2003) terhadap konsep pembuktian matematika mahasiswa calon guru disarankan agar kurikulum sekolah menengah atas hendaknya mempersiapkan siswa lebih baik lagi dalam pembelajaran pembuktian matematika. Matematika sebagai ilmu pengetahuan dengan penalaran deduktif mengandalkan logika dalam meyakinkan akan kebenaran suatu pernyataan.

Faktor intuisi dan pola berpikir induktif banyak berperan pada proses awal dalam merumuskan suatu konjektur (*conjecture*) yaitu dugaan awal dalam matematika. Proses penemuan dalam matematika dimulai dengan pencarian pola dan struktur, contoh kasus dan objek matematika lainnya. Selanjutnya, semua informasi dan fakta yang terkumpul secara individual ini dibangun suatu koherensi untuk kemudian disusun suatu konjektur. Setelah konjektur dapat dibuktikan kebenarannya atau ketidakbenarannya maka selanjutnya ia menjadi suatu teorema. Pernyataan-pernyataan matematika seperti definisi, postulat, lemma, teorema dan pernyataan lainnya pada umumnya berbentuk kalimat logika, dapat berupa implikasi, biimplikasi, negasi, atau berupa kalimat berkuantor.

Indikator kemampuan pembuktian matematis menurut Lestari (2015) antara lain:

- 1) Membaca pembuktian matematis.
- 2) Melakukan pembuktian matematis, secara langsung, tak langsung atau dengan induksi matematis
- 3) Menkritik pembuktian dengan menambah, mengurangi atau menyusun kembali suatu pembuktian matematis.

Dalam penelitian ini, indikator kemampuan pembuktian matematis yang akan diukur adalah memahami pernyataan atau simbol matematika serta dapat menyusun bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis berdasarkan definisi, prinsip dan teorema.

Selanjutnya menurut Mason, et al (2010:24) proses berpikir matematis dalam menyelesaikan pertanyaan dibagi menjadi tiga fase yang disebut fase masuk (*entry phase*), menyelesaikan (*attack phase*), dan meninjau ulang (*review phase*) sebagai berikut:

- a. Fase masuk (*entry phase*).

Fase masuk dimulai ketika pertama kali bertemu dengan pertanyaan. Fase masuk dilakukan untuk mengatasi suatu pertanyaan yaitu dimulai ketika pertama kali menghadapi pertanyaan dan berakhir ketika telah memulai untuk mencoba memecahkannya.

b. Fase menyelesaikan (*attack phase*).

Fase menyelesaikan seharusnya menjadi bagian yang paling penting karena mencakup bagian terbesar dari aktivitas matematika yang dilakukan. Fase menyelesaikan dapat dikatakan lengkap jika masalah ditinggalkan atau diselesaikan. Fase menyelesaikan dilakukan dengan cara mengambil beberapa pendekatan yang dapat digunakan serta merumuskan dan mencoba rencana. Apabila rencana telah dilakukan, maka akan dapat kemajuan yang baik dalam bekerja untuk menyelesaikan masalah.

c. Fase meninjau ulang (*review phase*).

Fase *review* dilakukan ketika telah mencapai solusi cukup memuaskan atau ketika akan menyerah, sehingga penting untuk meninjau pekerjaan yang telah dilakukan. Fase *review* berguna dalam merefleksi dari fase-fase sebelumnya. Pada fase ini akan membantu untuk memeriksa apakah proses berpikir matematika dalam pemecahan masalah sudah benar dan apakah masalah telah dapat diselesaikan. Aktivitas pada fase *review* adalah cara penyelesaian masalah dan refleksi mengenai hal yang telah dilakukan dan mengapa melakukan hal tersebut.

2.6 Dominating Metric Dimension Number

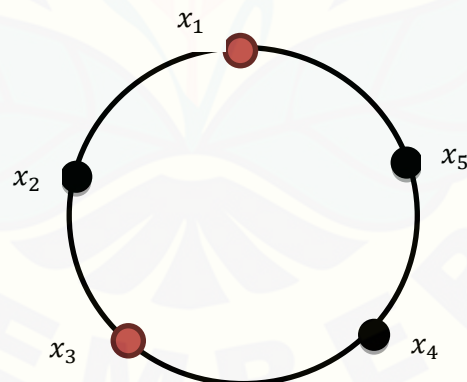
Menurut Haynes dan Henning dalam Agustin dan Dafik (2014), himpunan D dari titik graf sederhana G dinamakan *dominating set* jika setiap titik $v \in V(G) - D$ *adjacent* ke beberapa titik $v \in D$. Kardinalitas terkecil dari *dominating set* disebut *domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$. *Dominating set* D dengan $|D| = \gamma(G)$ dinamakan *minimum dominating set*. Menurut Haynes dan Henning (2002), batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik di graf. Ketika paling sedikit satu titik yang dibutuhkan untuk himpunan dominasi di graf, maka $1 \leq \gamma(G) \leq n$ untuk setiap graf ber-order n . Nilai dari *domination number* selalu $\gamma(G) \leq |V(G)|$. *Dominating metric dimension number* adalah sebuah

himpunan titik yang mempunyai *dominating set* G dengan kondisi *metric dimension*. Himpunan kardinalitas minimum dari *dominating metric dimension* disebut *dominating metric dimension number* dari G dinotasikan sebagai $Dom_{Dim}(G)$.

Teorema 2.5.1 Untuk sebarang graf G , maka $\left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil \leq \gamma(G) \leq p - \Delta(G)$.

Bukti : Misalkan S adalah sebuah *dominating set* dari G . Untuk batas bawahnya setiap titik dapat sebagai *dominating set* dan mempunyai $\Delta(G)$ ke titik yang lain. Berakibat, $\gamma(G) \geq \left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil$. Untuk batas atasnya, misalkan v adalah titik dengan derajat maksimum ($\Delta(G)$) dan $N[v]$ merupakan titik yang *adjacent* dengan v . Maka v sebagai *dominating set* dari $N[v]$ dan titik-titik di $V - N[v]$ merupakan *dominating set* mereka sendiri. Berakibat $V - N[v]$ merupakan *dominating set* dengan kardinalitas $p - \Delta(G)$, sehingga $\gamma(G) \leq p - \Delta(G)$. Maka $\left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil \leq \gamma(G) \leq p - \Delta(G)$. (Haynes et al, 1998)

Untuk memahami tentang, diberikan contoh *Dominating metric dimension number* pada graf lingkaran C_5 (gambar 2.2).



Gambar 2.2 Graf lingkaran C_5

Dari gambar 2.2 dengan himpunan *vertex* $V = \{x_i ; 1 \leq i \leq 5\}$ dan himpunan sisi (*edge*) $E = \{x_i x_{i+1} \cup x_5 x_1 ; 1 \leq i \leq 5\}$. Kardinalitas *vertex* dan *edge* dari C_5 adalah $|V| = 5$ dan $|E| = 5$. Dapat kita lihat *dominating metric dimension number* $S(C_5) = \{x_1, x_3\}$ dan kardinalitas $|S(C_5)| = 2$. Jika kita bandingkan dengan kardinalitasnya maka dapat disimpulkan bahwa Dom_{Dim} graf C_5 adalah (pembulatan ke atas).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut disajikan tabel 2.2 beberapa artikel atau jurnal yang membahas tentang *Inquiry Based Learning* serta perbandingannya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti :

Tabel 2.2 Penelitian terdahulu terkait *Inquiry Based Learning*

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Meyronita	Enki Dani	Aulia Nandarema Hayyu
1	Judul	Efektivitas Model Inquiry Based Learning Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Pengembangan Model Inkuiri Terbimbing Dengan Unsur Metode Sorogan Untuk Pembelajaran Ipa Siswa Mts	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika <i>Inquiry Based Learning</i> Dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah <i>Dominating Metric Dimention Number</i>
2.	Variabel Penelitian	Model IBL, kemampuan berpikir kritis	Model Inkuiri, Hasil Belajar	Model IBL, keterampilan berpikir membuktikan secara matematis
3.	Subjek Penelitian	Siswa Kelas VIII	Siswa MTS	Mahasiswa Pendidikan

		Semester Genap SMPN 23 Bandar Lampung		Matematika Universitas Jember
4.	Pelajaran/ Materi	Assesment Pembelajaran SMP	Pembelajaran IPA	<i>Dominating Metric Dimention Number</i>
5.	Metode Penelitian	<i>Research dan Development</i>	<i>Research dan Development</i>	<i>Mix Method</i>
6.	Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa Inquiry Based Learning tidak efektif ditinjau dari kemampuan berpikir kritis siswa, karena tidak terdapat perbedaan antara rata-rata skor peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas inquiry based learning dengan rata-rata skor peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas konvensional.	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa Inquiry Based Learning sangat valid	Nantinya penelitian akan menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Kemudian penerapan model IBL nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>dominating metric dimention number</i> dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan kedalam

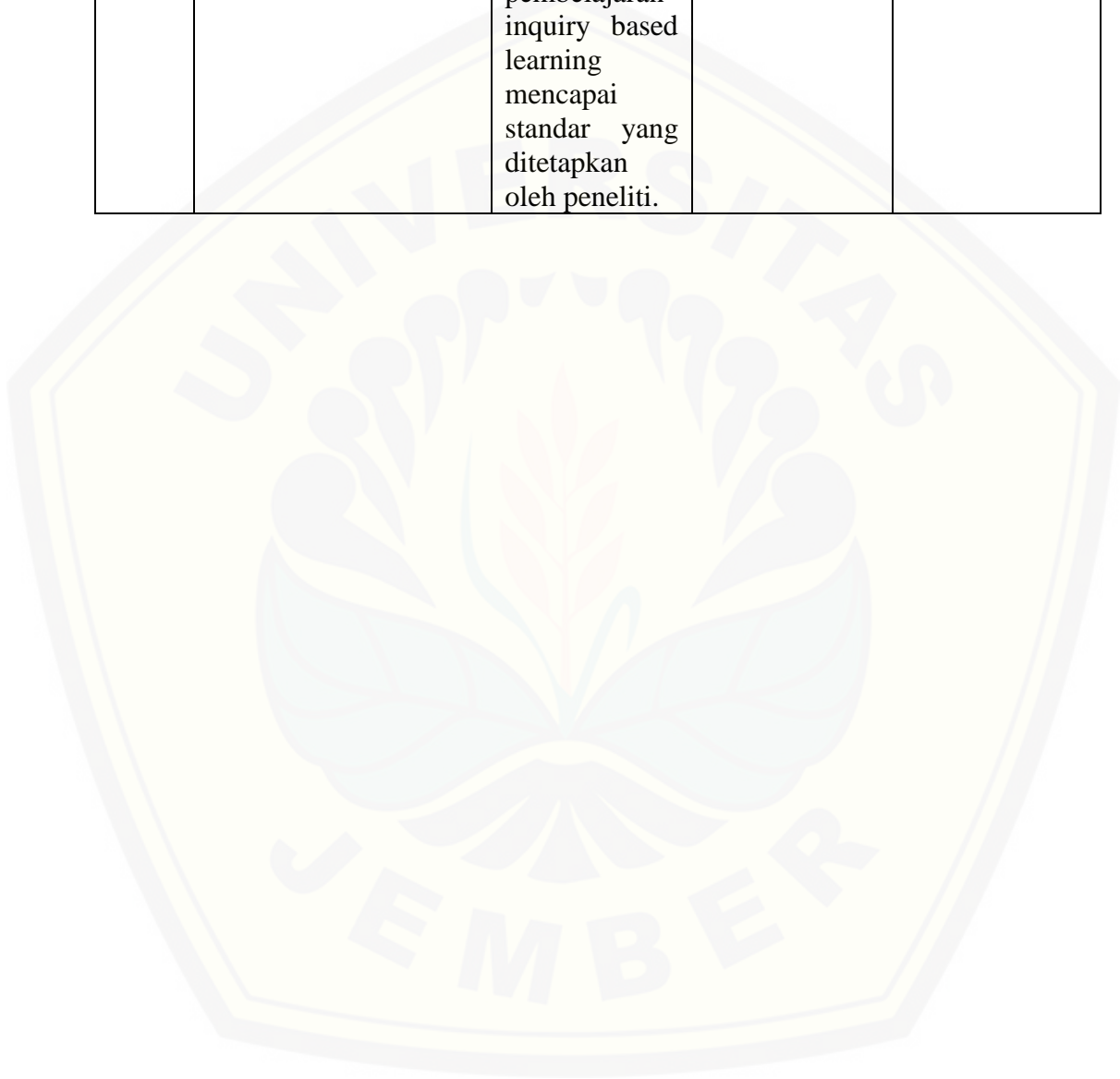
		Akan tetapi proporsi siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis baik pada siswa yang mengikuti pembelajaran inquiry based learning mencapai standar yang ditetapkan oleh peneliti.		monograf
--	--	---	--	----------

tabel 2.3 ada beberapa penelitian terkait dengan membuktikan secara matematis

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Dian	Nur Wahidin	Aulia Nandarema Hayyu
1.	Judul	Proses Berpikir Mahasiswa Pendidikan Matematika Dalam Pemecahan Masalah Pembuktian Matematis Tahun Akademik 2014/2015	<i>Problem Based Learning (Pbl)</i> Dalam Meningkatkan Kecakapan Pembuktian Matematis Mahasiswa Calon Guru	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika <i>Inquiry Based Learning</i> Dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah <i>Dominating Metric Dimention Number</i>
2.	Variabel Penelitian	Proses Berpikir	Meningkatkan Kecakapan	Model IBL, keterampilan

		Mahasiswa Dalam Pemecahan Masalah Pembuktian Matematis	Pembuktian Matematis Mahasiswa	berpikir membuktikan secara matematis
4.	Pelajaran/Materi	Assesment pembelajaran mahasiswa	Assesment Pembelajaran Mahasiswa	<i>Dominating Metric Dimention Number</i>
5.	Metode Penelitian	<i>Research dan Development</i>	<i>Research dan Development</i>	<i>Mix Method</i>
6.	Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa Inquiry Based Learning tidak efektif ditinjau dari kemampuan berpikir kritis siswa, karena tidak terdapat perbedaan antara rata-rata skor peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas inquiry based learning dengan rata-rata skor peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas konvensional. Akan tetapi proporsi siswa	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa Inquiry Based Learning sangat valid	Nantinya penelitian akan menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Kemudian penerapan model IBL nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>dominating metric dimention number</i> dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan

		yang memiliki kemampuan berpikir kritis baik pada siswa yang mengikuti pembelajaran inquiry based learning mencapai standar yang ditetapkan oleh peneliti.		kedalam monograf
--	--	--	--	------------------



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Penelitian ini memiliki empat variabel antara lain :

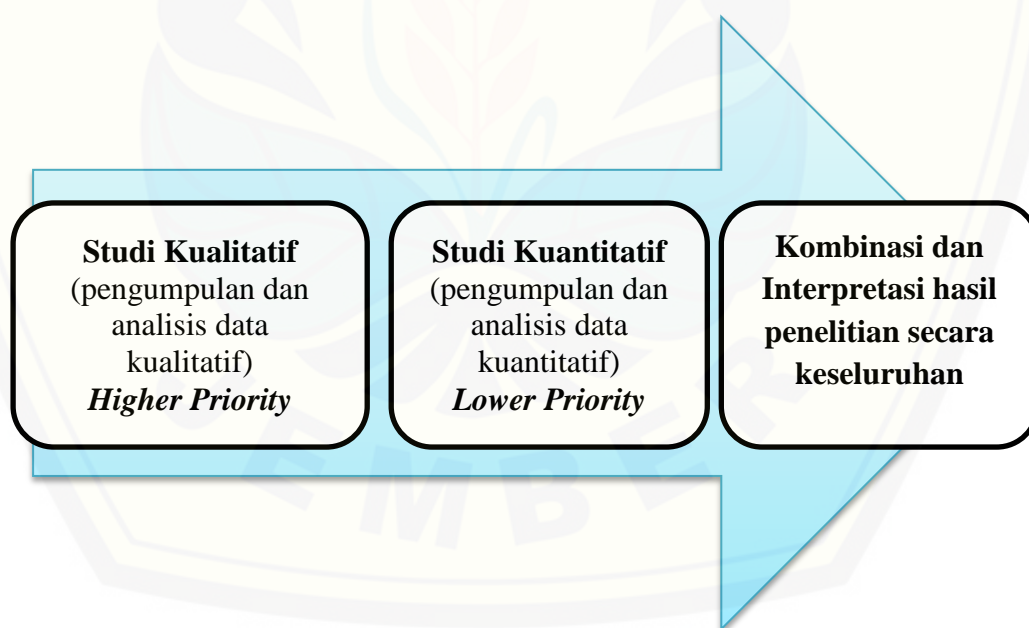
- 1) Keterampilan berpikir pembuktian secara matematis merupakan kompetensi yang dicapai siswa yang meliputi aspek: a) membaca pembuktian matematis, b) melakukan pembuktian matematis secara langsung, tak langsung, atau dengan induksi matematis, c) menkritik pembuktian dengan menambah, mengurangi atau menyusun kembali suatu pembuktian matematis.
- 2) Pembelajaran *inquiry based learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa sehingga peserta didik dapat mengembangkan kemampuannya dalam menemukan. Adapun sintaks pada pembelajaran IBL yaitu: orientasi, merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan.
- 3) Perangkat pembelajaran adalah sekumpulan sumber belajar meliputi rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), lembar kerja mahasiswa (LKM), dan post tes yang di dalamnya terdapat lima komponen yaitu mengamati kasus, mengorganisir kasus, mencari dan memprediksi pola, melakukan pembuktian matematis, menarik kesimpulan.
- 4) *Dominating metric dimention number* merupakan pengembangan dari materi *dominating set* dan *metric dimention*.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *mix method* yaitu pendekatan multimetode. Multimetode merupakan gabungan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Metode yang digunakan *sequential exploratory*. Design merupakan penelitian kombinasi memiliki pengumpulan dan analisis data kualitatif pada tahap pertama sedangkan pada tahap kedua diikuti dengan pengumpulan data dan analisis data kuantitatif untuk membuat kesimpulan hasil penelitian pada tahap pertama. Apabila metode kuantitatif dan kualitatif tidak digunakan bersama dan

hasilnya tidak cukup akurat untuk memahami permasalahan pada penelitian maka dengan menggunakan *mix method* akan memperoleh pemahaman yang terbaik.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry based learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa lembar kerja mahasiswa (LKM), tes hasil belajar (THB) dan monograf serta mengetahui perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah perangkat pembelajaran matematika. Penelitian pengembangan perangkat ini mengacu pada model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *research and development (R&D)*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini berdasarkan teori *inquiry based learning*. Produk pendidikan yang dikembangkan pada penelitian ini adalah lembar kerja mahasiswa (LKM) , monograf dan tes hasil belajar (THB) yang di dalamnya mencakup post tes keterampilan kemampuan berpikir pembuktian secara matematis.



Gambar 3.1 Desain *Sequential Exploratory* (Cresswell dan Clark, 2007)

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2018/2019 tepatnya di semester genap. Tempat penelitian yaitu Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember.

3.4. Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan digunakan untuk menjawab rumusan masalah 1 dan 2 yaitu untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang berbasis *inquiry based learning* dalam kajian *dominating metric dimention number*. Pengembangan perangkat pembelajaran pada penelitian kali ini menggunakan model pengembangan Thiagarajan, Semmel & Semmel (4-D). Model pengembangan ini (Hobri, 2010:12) terdiri dari empat tahap yang dikenal dengan model 4-D (*Four D Model*). Keempat tahap tersebut adalah tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*).

3.4.1 Tahap Pengembangan Perangkat

Desain pengembangan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model pengembangan Thiagarajan, Semmel & Semmel (Hobri, 2010:12) terdiri dari empat tahap yang dikenal dengan model 4-D (*Four D Model*). Adapun empat tahap tersebut terdiri dari tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), tahap penyebaran (*disseminate*).

1. Tahap Pendefinisian (*define*)

Tahap pendefinisian adalah studi pendahuluan tujuannya untuk menyusun rancangan awal dan menetapkan hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran dengan menganalisis batasan dan tujuan dari suatu materi yang akan disampaikan (Hobri, 2010: 12). Pada tahapan ini terdiri dari lima langkah yaitu:

- a. Analisis awal-akhir bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah yang ada dalam kegiatan pembelajaran. Tahap ini peneliti melakukan telaah kurikulum serta teori yang sesuai dengan tuntutan jaman sehingga diperoleh deskripsi pembelajaran yang dianggap sesuai dengan berbagai tuntutan yang ada. Berdasarkan analisis tersebut maka peneliti memilih kajian *dominating metric dimention* dengan menggunakan model pembelajaran *inquiry based learning*. Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember dengan menggunakan perangkat pembelajaran

berbasis inquiry based learning untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap kemampuan berpikir pembuktian secara matematis.

- b. Analisis mahasiswa bertujuan untuk melakukan telaah pada karakteristik mahasiswa misalnya kemampuan mahasiswa, usia dan motivasi terhadap materi yang telah dipilih. Tujuannya agar peneliti memiliki pertimbangan terkait dengan kemampuan, pengalaman dan ciri dari mahasiswa secara individu maupun kelompok. Berdasarkan hasil analisis mahasiswa maka perangkat pembelajaran yang dikembangkan berbasis IBL. Dalam penelitian ini subyek yang diuji coba adalah mahasiswa S1 Pendidikan Matematika, Universitas Jember yang menempuh mata kuliah matematika diskrit.
- c. Analisis konsep melakukan penyusunan terkait dengan sistematika konsep-konsep tentang materi yang akan dipelajari oleh mahasiswa berdasarkan analisis awal-akhir yang telah dibuat. Tujuan dari analisis konsep yaitu menentukan isi dari materi yang akan disampaikan.
- d. Analisis tugas yaitu mengidentifikasi keterampilan utama yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran untuk memahami suatu konsep namun tetap sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Tujuannya adalah mengidentifikasi keterampilan atau tugas utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran namun tetap sesuai dengan kurikulum yang ada.
- e. Spesifikasi tujuan pembelajaran untuk menentukan atau merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh mahasiswa. Rumusan tujuan pembelajaran diperoleh dari analisis tugas dan analisis konsep. Rincian tujuan pembelajaran tersebut yang menjadi dasar dalam penyusunan post tes dan rancangan perangkat pembelajaran.

2. Tahap Perancangan (*design*)

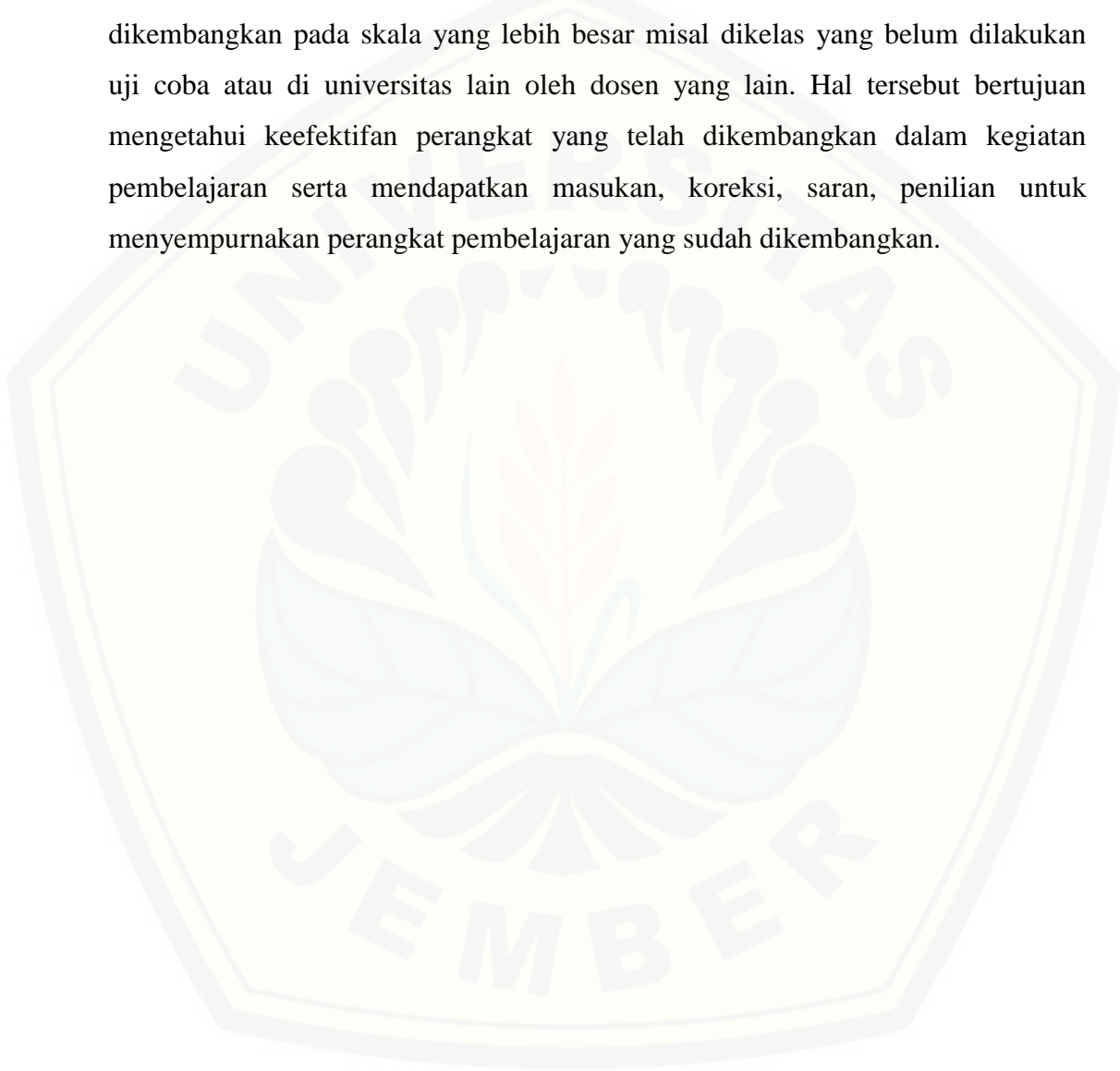
Tahap ini bertujuan merancang perangkat pembelajaran yang akan digunakan sehingga diperoleh contoh perangkat pembelajaran (prototipe). Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *dominating metric dimension number* yang berbasis IBL guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis Tahap perancangan (Hobri, 2010) terdapat empat langkah yaitu:

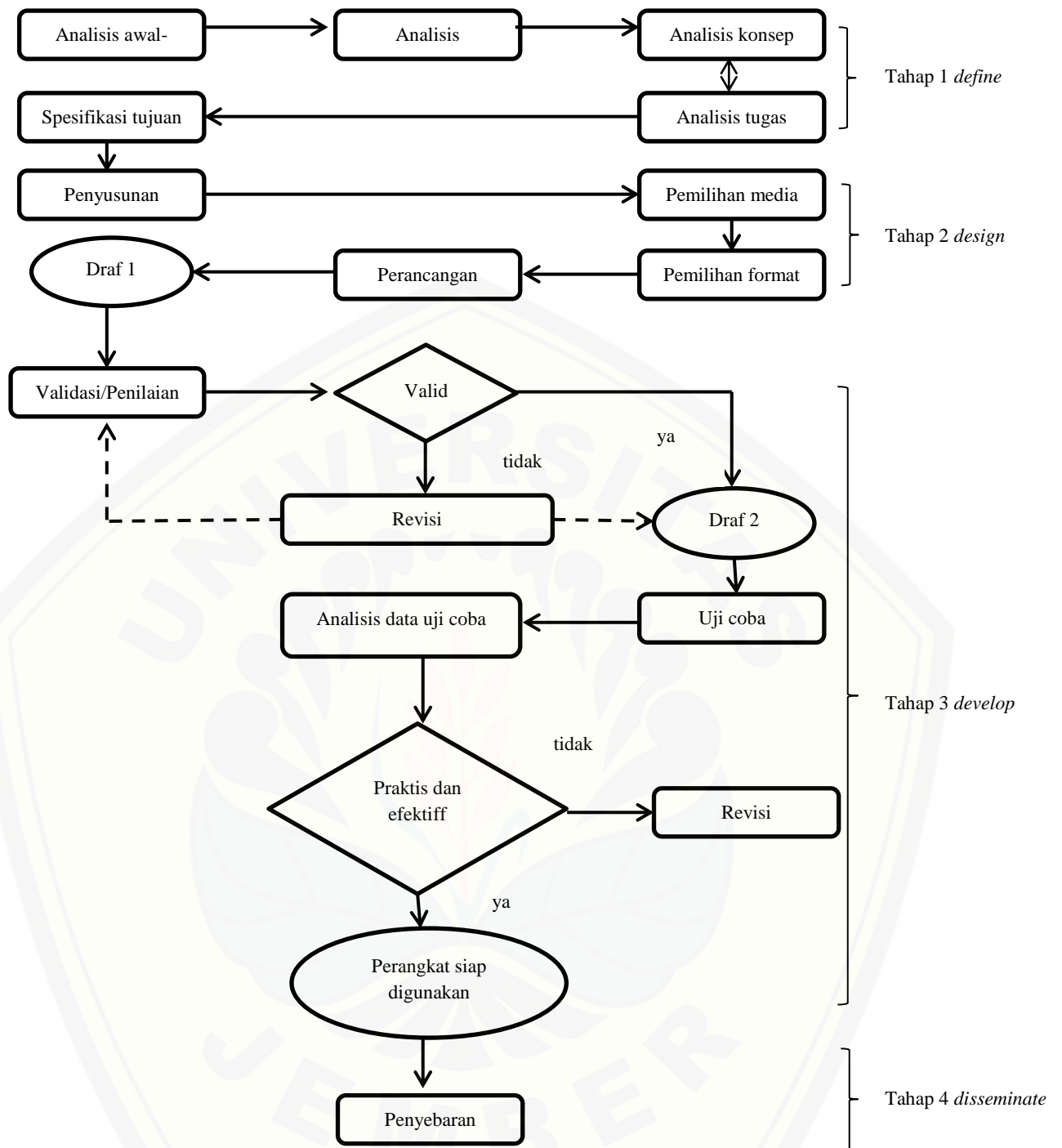
- a. Penyusunan post tes sebagai acuan dasar yang dalam penelitian ini berupa post post tes pada materi *dominating metric dimention number*. Penyusunan post tes ini didasari pada tugas dan analisis konsep yang telah dijabarkan dalam perumusan tujuan pembelajaran. Untuk menyusun post post tes maka terlebih dahulu dibuat kisi-kisi soal dan acuan penskoran. Skor yang digunakan adalah penilaian acuan patokan (PAP) sebab PAP mengorientasikan tingkat kemampuan mahasiswa terhadap materi yang akan dipost tes sehingga diperoleh skor yang menggambarkan presentase kemampuan dari mahasiswa tersebut.
 - b. Pemilihan media merupakan langkah yang dilakukan untuk menentukan media yang tepat dengan materi yang telah dipilih. Proses memilih media akan disesuaikan dengan analisis tugas, analisis konsep dan karakteristik mahasiswa secara individu maupun kelompok. Media yang tepat akan mendukung berhasilnya kegiatan pembelajaran.
 - c. Pemilihan format adalah langkah berkaitan dengan pemilihan media yang bertujuan merancang isi, pemilihan strategi pembelajaran dan sumber belajar sebagai pendukung kegiatan pembelajaran.
 - d. Perancangan awal adalah seluruh rancangan perangkat pembelajaran harus dikerjakan sebelum diujicoba. Adapun perangkat pembelajaran berupa rencana pembelajaran semester (RPS), LKM dan post post tes. Hasil rancangan pembelajaran yang ditulis pada tahap ini sebagai draf awal.
3. Tahap Pengembangan (*develop*)
- Tahap pengembangan bertujuan menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni: (1) penilaian ahli (*expert appraisal*) yang diikuti dengan revisi, (2) uji coba pengembangan (*developmental post testing*). Produk tersebut menjadi bentuk akhir perangkat pembelajaran yang telah melalui revisi berdasar masukan dari para ahli dan data hasil uji coba.
- a. Penilaian para ahli terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada tahap perancangan mencakup format, bahasa, ilustrasi, dan isi. Hasil dari validasi tersebut akan direvisi agar lebih efektif dan memiliki kualitas yang lebih baik.

- b. Uji coba lapangan dilakukan agar memperoleh masukan langsung terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Uji coba dilakukan hingga memperoleh perangkat yang konsisten dan efektif.

4. Tahap Penyebaran (*disseminate*)

Tahap ini menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar misal dikelas yang belum dilakukan uji coba atau di universitas lain oleh dosen yang lain. Hal tersebut bertujuan mengetahui keefektifan perangkat yang telah dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran serta mendapatkan masukan, koreksi, saran, penilaian untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan.





Gambar 3.2 Tahapan Model Penelitian Kombinasi

Keterangan :

- : urutan kegiatan
- ⬭ : jenis kegiatan
- ⬠ : kotak keputusan
- - - - -> : siklus yang mungkin dilaksanakan
- ⬭ : hasil kegiatan

3.4.2 Metode Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara merupakan percakapan antara dua orang atau lebih dan berlangsung antara narasumber dan pewawancara. Tujuan dari wawancara adalah untuk mendapatkan informasi dari responden dengan jalan tanya jawab sepihak, dimana wawancara responden tidak diberi kesempatan sama sekali untuk mengajukan pertanyaan (Arikunto, 2011:30). Adapun wawancara yang digunakan pada penelitian ini adalah *interview* bebas terpimpin. Data yang ingin diperoleh dalam wawancara adalah data – data yang berkaitan dengan pembelajaran. Wawancara juga dilakukan untuk memperoleh data hasil potret fase mahasiswa melalui kartu yang berisi indikator keterampilan berpikir pembuktian secara matematis.

b. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung pada objek tujuannya untuk melihat dari dekat berbagai fenomena yang terjadi selama kegiatan berlangsung (Ridwan, 2004: 104). Sedangkan menurut Supriyati (2011: 46) observasi adalah suatu cara untuk mengumpulkan data penelitian dengan mempunyai sifat natural, pelakunya berpartisipasi secara wajar dalam interaksi. Jadi berdasarkan uraian tersebut, observasi adalah teknik pengumpulan data dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung sehingga data yang dimiliki bersifat natural. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan pada saat kegiatan pembelajaran untuk mengetahui aktivitas mahasiswa. Aktivitas mahasiswa yang dinilai yaitu proses dan hasil belajar mahasiswa, observasi akan dilakukan oleh dua observer. Pengamatan dilakukan bersamaan dan dimulai sejak awal kegiatan pembelajaran. Observer akan diberi lembar penilaian yang nantinya hasil pengamatan dinyatakan dengan pemberian tanda centang (√) pada nomor kategori aktivitas mahasiswa pada kolom yang telah disediakan. Data yang dihasilkan pada kegiatan observasi yaitu aktivitas

mahasiswa yang nantinya untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

c. Metode Tes

Metode tes yang digunakan pada penelitian ini yaitu pre-tes, post-tes yang berupa tes akhir riset yang telah direvisi berdasarkan saran yang diberikan oleh validator.

3.4.3 Teknik Analisis Data

Analisis data kuantitatif terbagi menjadi dua yaitu analisis data awal dan analisis data akhir. Analisis data awal (diambil dari hasil kemampuan representasi matematis awal dengan tujuan untuk mengetahui kesamaan rata-rata dari kelas eksperimen dan kontrol) menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji kesamaan dua rata-rata. Sedangkan analisis data akhir (dilakukan setelah pembelajaran menggunakan *inquiry based learning*) menggunakan uji ketuntasan dan uji beda rata-rata dengan menggunakan SPSS

Analisis data kualitatif mengikuti konsep Miles dan Huberman (2007) di mana aktivitas dalam analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus-menerus pada setiap tahapan penelitian sampai tuntas, dan datanya sampai jenuh. Teknik analisis ini menggunakan tiga langkah utama yaitu *data reduction* (reduksi data), *data display* (penyajian data), dan *conclusions* (kesimpulan).

a. Analisis Data Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan Tes Hasil Belajar (THB) yang divalidasi oleh tiga validator yaitu dosen pendidikan matematika. Berdasarkan data hasil penilaian kevalidan model dan perangkat pembelajaran dari beberapa ahli yang kompeten dalam bidang pengembangan model pembelajaran matematika, serta para praktisi (dosen matematika) ditentukan rata-rata nilai indikator yang diberikan masing-masing validator. Berdasar rata-rata nilai indikator ditentukan rerata nilai untuk setiap aspek. Nilai rata-rata total aspek yang dinilai ditentukan berdasarkan rata-rata nilai untuk setiap aspek penilaian. Kegiatan penentuan nilai rata-rata total aspek

penilaian kevalidan model dan perangkat pembelajaran mengikuti langkah-langkah berikut:

- melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan model ke dalam tabel yang meliputi: aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_i) untuk masing-masing validator.
- menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator dengan rumus:

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

Dengan V_{ji} adalah data nilai validator ke- j terhadap indikator ke- i ,
 n adalah banyaknya validator

- menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m V_{ij}}{m}$$

Dengan A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke- i

I_{ij} adalah rerata nilai untuk aspek ke- i terhadap indikator ke- j

m adalah banyaknya indikator dalam aspek ke- i

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai

- menentukan nilai V_a atau nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus:

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

Dengan V_a adalah nilai rerata total untuk semua aspek

A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke- i

n adalah banyaknya aspek

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai.

Selanjutnya nilai V_a atau nilai rata-rata total ini dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan model dan perangkat pembelajaran pada tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Nilai V_a	Interpretasi
$1.00 \leq V_a < 1.75$	Tidak Valid
$1.75 \leq V_a < 2.50$	Kurang Valid
$2.50 \leq V_a < 3.25$	Cukup Valid
$3.25 \leq V_a < 4.00$	Valid
$V_a = 4.00$	Sangat Valid

V_a adalah nilai penentuan kevalidan (Hobri, 2010:52)

b. Analisis Data Kepraktisan Perangkat

Data kepraktisan perangkat adalah data yang menggambarkan keterlaksanaan perangkat pada saat kegiatan pembelajaran. Data ini diperoleh dari data aktivitas dosen yang diamati melalui lembar observasi. Data hasil observasi aktivitas dosen dianalisis dengan menggunakan beberapa langkah sebagai berikut. (Cahyanti, 2016)

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

$$SR = \frac{ST}{SM} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Skor rata-rata hasil observasi (dalam persen)

ST = Skor total dari observer

SM = Skor maksimal yang dapat diperoleh dari hasil observasi

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

Tabel 3.2 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen

Skor	Kesimpulan
$89\% < SR \leq 100\%$	Sangat Baik
$79\% < SR \leq 89\%$	Baik
$69\% < SR \leq 79\%$	Cukup
$39\% < SR \leq 69\%$	Kurang
$0\% \leq SR \leq 39\%$	Sangat Kurang

Cahyanti (2016)

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika dari hasil observasi keterlaksanaan perangkat diperoleh kesimpulan minimal baik dan berdasarkan hasil wawancara dengan praktisi tidak mengubah perangkat secara keseluruhan. Jika dari perhitungan diperoleh hasil cukup, maka perangkat dikatakan kurang praktis. Jika keterlaksanaan perangkat masuk kategori kurang atau sangat kurang, maka perangkat dikatakan tidak praktis.

c. Analisis Data Keefektifan Perangkat

Keefektifan perangkat diukur oleh tiga indikator 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 berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada definisi operasional. Interval skor penentuan siswa penguasaan siswa ditetapkan sebagai berikut (Hobri, 2010: 58)

- Skor $90 < TPS \leq 100$ dikategorikan sangat tinggi
- Skor $75 < TPS \leq 90$ dikategorikan tinggi
- Skor $60 < TPS \leq 75$ dikategorikan sedang
- Skor $40 < TPS \leq 60$ dikategorikan cukup
- Skor $0 \leq TPS \leq 40$ dikategorikan rendah

Keterangan : TPS = Tingkat Penguasaan Siswa

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 80
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 siswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan tidak tuntas secara klasikal.

- Analisis Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Aktivitas mahasiswa adalah aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama mengikuti kegiatan belajar mengajar. Pembelajaran dikatakan efektif jika presentase keaktifan mahasiswa menunjukkan kategori baik. Menurut Sukardi (Cahyanti, 2016), presentase keaktifan siswa dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan :

Ps = persentase 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 seperti pada tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.3 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Skor	Kesimpulan
$3,4 < Ps \leq 4$	Sangat Aktif
$2,4 < Ps \leq 3,4$	Aktif
$1,4 < Ps \leq 2,4$	Kurang Aktif
$1 \leq Ps \leq 1,4$	Tidak Aktif

Cahyanti (2016)

3.5 Penelitian Eksperimen

Penelitian eksperimen digunakan untuk menganalisis pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *inquiry based learning* terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Desain penelitian eksperimen menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas menggunakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis *inquiry based learning*. Kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Pada penelitian eksperimen ini akan membandingkan keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

3.5.1 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 perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis *inquiry based learning* sedangkan kelas kontrol akan menggunakan pembelajaran yang konvensional.

3.5.2 Desain Penelitian

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 pre-test untuk mengetahui kemampuan awal dari mahasiswa di kelas tersebut. Kemudian pada kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang berbasis *inquiry based learning* 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 equivalent Control Group Design* dengan skema seperti tabel 3.4.

Kelas eksperimen	R_1	X	R_2
Kelas Kontrol	R_3	–	R_4

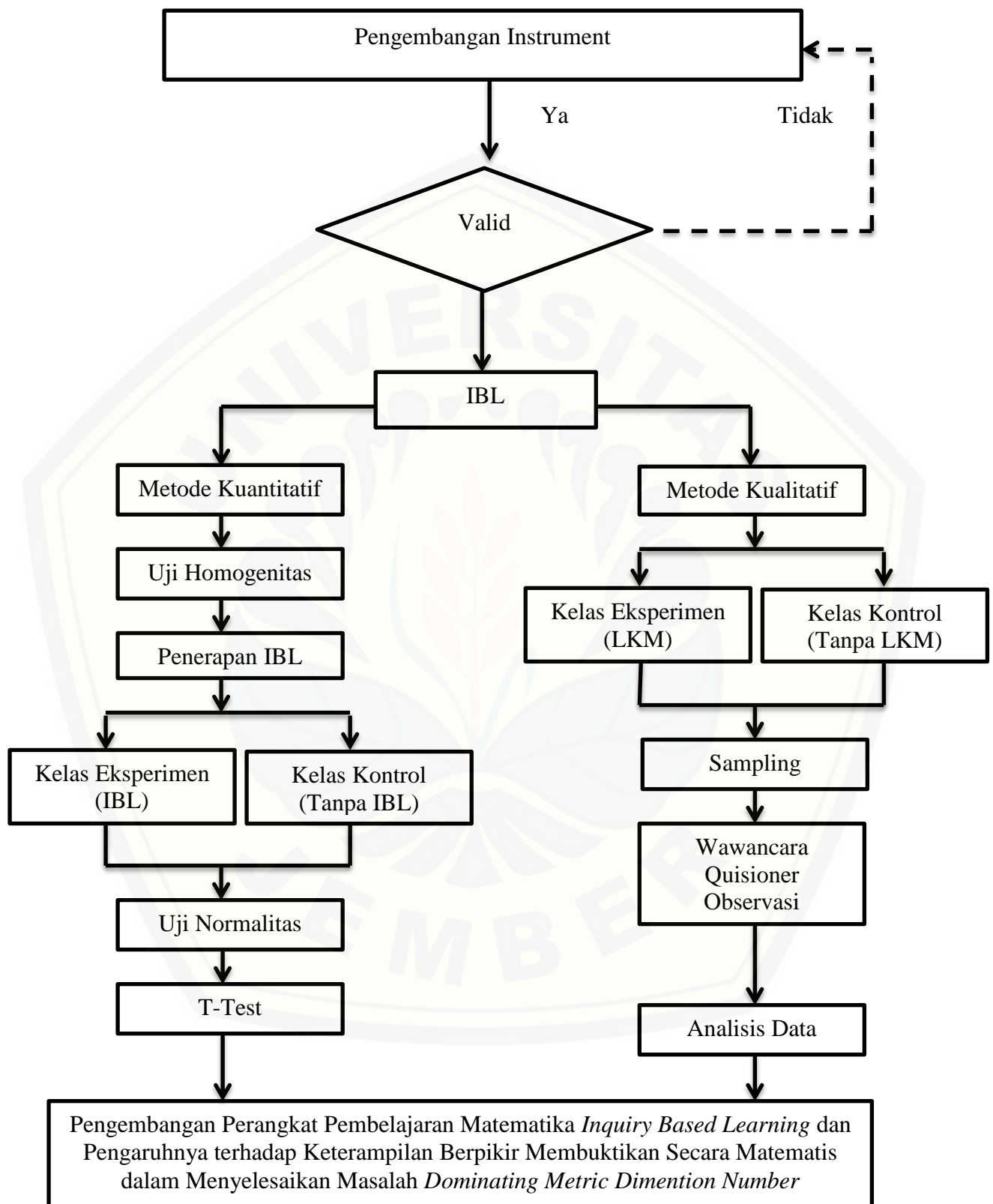
Keterangan :

R_1, R_3 : Pre-test

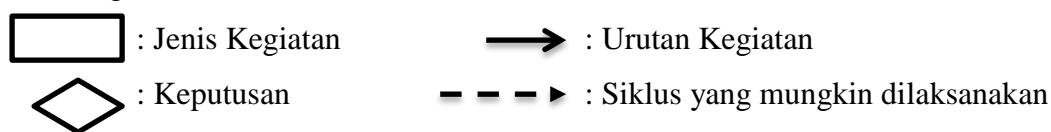
R_2, R_4 : Post-test

X : perlakuan pada kelas eksperimen berupa perangkat pembelajaran berbasis *inquiry based learning*

Penelitian eksperimen menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah perangkat pembelajaran yang berbasis *inquiry based learning*, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Adapun bagan rancangan penelitian eksperimen disajikan pada gambar 3.4.



Keterangan :



Gambar 3.3 Skema *Mix Method*

3.5.3 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 berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Teknik dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian sebagai berikut.

1. Data Keterampilan Membuktikan secara Matematis Mahasiswa

a. Indikator

Menurut Mason (2010:24) proses berpikir matematis dalam menyelesaikan pertanyaan dibagi menjadi tiga fase yang disebut fase masuk (*entry phase*), menyelesaikan (*attack phase*), dan meninjau ulang (*review phase*) sebagai berikut:

(a) Fase masuk (*entry phase*).

Fase masuk dimulai ketika pertama kali bertemu dengan pertanyaan. Fase masuk dilakukan untuk mengatasi suatu pertanyaan yaitu dimulai ketika pertama kali menghadapi pertanyaan dan berakhir ketika telah memulai untuk mencoba memecahkannya.

(b) Fase menyelesaikan (*attack phase*).

Fase menyelesaikan dilakukan dengan cara mengambil beberapa pendekatan yang dapat digunakan serta merumuskan dan mencoba rencana. Apabila rencana telah dilakukan, maka akan dapat kemajuan yang baik dalam bekerja untuk menyelesaikan masalah.

(c) Fase meninjau ulang (*review phase*).

Fase review dilakukan ketika telah mencapai solusi cukup memuaskan atau ketika akan menyerah, sehingga penting untuk meninjau pekerjaan yang telah dilakukan.

b. Metode

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan membuktikan secara matematis 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 berpikir membuktikan secara matematis 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 *dominating metric dimention number* diajarkan maka mahasiswa akan menyelesaikan *post-tes*.

2. Data Pendukung Keterlaksanaan Penelitian

a. Dokumentasi

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

b. Wawancara

Wawancara ditujukan pada kelas eksperimen yang bertujuan mendapat hasil potret fase keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa, tanggapan, pendapat, masukan maupun saran dari mahasiswa tentang perangkat pembelajaran yang telah diterapkan dalam penelitian.

c. 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.

d. Metode Tes

Metode tes digunakan untuk memperoleh hasil belajar mahasiswa setelah melakukan kegiatan pembelajaran berupa post tes yang didalamnya merupakan Tes Hasil Belajar (THB).

e. Metode Angket

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

3.5.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan aktivitas mahasiswa yaitu aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas yang diuji dalam penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran berbasis *inquiry based learning* sedangkan variabel terikat yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Jika data dalam penelitian ini berdistribusi normal dan homogen maka menggunakan teknik analisis data yang berupa uji t-tes. Analisis data menggunakan SPSS.

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 Croncbrach*. Besarnya koefisien alpha merupakan tolak ukur dari instrumen digunakan pedoman yang dikemukakan oleh George dan Mallery (1995), bisa dilihat pada tabel 3.5 dibawah ini :

Tabel 3.5 Koefisien alpha oleh George dan Mallery

$0.9 \leq \alpha < 1.0$	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 Normalitas**

Uji normalitas merupakan salah satu uji prasyarat untuk memenuhi asumsi kenormalan dalam analisis data statistik parametrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data berdistribusi normal atau tidak. Data dikatakan berdistribusi normal jika data memusat pada nilai rata-rata dan median sehingga kurvanya menyerupai lonceng yang simetris. Dengan profit data semacam ini, maka data tersebut dianggap bisa mewakili populasi.

- **Uji Homogenitas**

Homogenitas data mempunyai makna, bahwa data memiliki varians atau keragaman nilai yang sama secara statistik. Uji homogenitas merupakan salah satu uji prasyarat analisis data statistik parametrik pada teknik komparasional (membandingkan). Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data dari sampel yang dianalisis homogen atau tidak.

- **Uji T-tes**

Independen T-test adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rerata yang bermakna antara 2 kelompok bebas yang berskala data interval/rasio. Dua kelompok bebas yang dimaksud di sini adalah dua kelompok yang tidak berpasangan, artinya sumber data berasal dari subjek yang berbeda.

Untuk menguji hipotesis penelitian yang dirumuskan, digunakan *T-test* untuk sampel independen atau *independent samples t-test*. Pada *independent sample t-test* digunakan taraf signifikansi 5% atau 0,05.

H_0 = Rata-rata kemampuan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *Inquiry based learning* lebih rendah dari atau sama dengan rata-rata kemampuan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *Inquiry based learning*.

H_1 = Rata-rata kemampuan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *Inquiry based learning* lebih tinggi dari rata-rata kemampuan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *Inquiry based learning*.

Keterangan :

- Jika $p_{\text{value}} < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
- Jika $p_{\text{value}} \geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

3.6 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 *dominating metric dimension number*. Monograf dalam penelitian merupakan buku yang berisi materi *dominating metric dimension* yang menyajikan munculnya *dominating metric dimension*, hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *dominating set* dan *metric dimension*, dan hasil penelitian terbaru yang ditemukan oleh mahasiswa dan digeneralisasi peneliti serta aplikasi *dominating metric dimension number*.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran *inquiry based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa dalam membuktikan secara matematis pada permasalahan *dominating metric dimention number* dan pengembangan monograf.

4.1 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran *inquiry based learning* bertujuan menganalisis keterampilan berpikir mahasiswa dalam membuktikan secara matematis pada permasalahan resolving domination number yang berpedoman pada model pengembangan dari Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Berikut tahapan tahapan proses pengembangan perangkat yang telah dilakukan :

4.1.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap *define* merupakan tahapan awal yang bertujuan untuk menyusun rancangan awal dan menetapkan hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran dengan menganalisis batasan dan tujuan dari suatu materi yang akan disampaikan. Pada tahapan *define* terdiri dari lima langkah yaitu :

a. Analisis awal-akhir

Berdasarkan hasil analisis, mahasiswa tidak terlalu mengalami kesulitan dengan konsep *dominating metric dimention number* hal dikarenakan materi tersebut gabungan dari *dominating set* dan *metric dimention*. Kesulitannya berada pada menentukan tahapan tahapan akhir dari materi tersebut. Dalam menyelesaikan permasalahan materi tersebut perlu adanya pembuktian secara matematis.

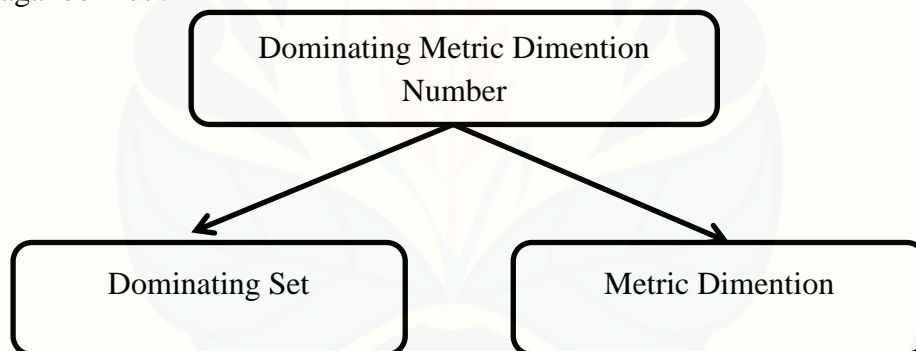
Materi *dominating metric dimention number* menjadi salah satu permasalahan dasar dalam pengembangan perangkat ini. Model pembelajaran yang digunakan untuk melatih keterampilan berpikir mahasiswa dalam membuktikan secara matematis adalah *inquir based learning*.

b. Analisis mahasiswa

Analisis mahasiswa bertujuan untuk melakukan observasi terhadap karakteristik mahasiswa contohnya cara kemampuan berpikir dan motivasi terhadap materi yang dipilih. Pada penelitian ini analisis mahasiswa dilakukan pada mahasiswa FKIP S1 Pendidikan Matematika semester 3. Kegiatan ini berpusat pada proses keterampilan berpikir mahasiswa dalam membuktikan secara matematis dalam permasalahan *dominating metric dimention number* pada graf khusus. Mahasiswa harus kreatif dan bisa berpikir sistematis dalam kegiatan pembelajaran.

c. Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan menentukan materi yang akan disampaikan. Berdasarkan kegiatan analisis awal-akhir yang telah disampaikan sebelumnya maka hasil analisis konsep mengenai *dominating metric dimention number* sebagai berikut :



Gambar 4.1 Peta Konsep *Dominating Metric Dimention Number*

d. Analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran

Analisis ini bertujuan mengidentifikasi keterampilan atau tugas utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran namun tetap sesuai dengan kurikulum yang ada. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya permasalahan dasar yang digunakan pada pengembangan perangkat yaitu *dominating metric dimention number*. Maka tugas atau kemampuan akhir yang harus dicapai mahasiswa adalah mengembangkan permasalahan *dominating metric dimention number* dari suatu graf khusus. Berdasarkan kemampuan akhir mahasiswa maka adapun indikator yang harus dicapai :

1. Mahasiswa dapat memahami konsep *dominating metric dimention number* serta bisa berpikir secara sistematis dan berperan aktif dalam pembelajaran.
2. Mahasiswa dapat menentukan *dominating set* dan *metric dimention*
3. Mahasiswa dapat menentukan pelabelan titik, sisi, dan kardinalitas dari suatu graf
4. Mahasiswa dapat menentukan *dominating metric dimention number* pada operasi graf

4.1.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *dominating metric dimention number* yang berbasis *inquiry based learning* guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Hasil perencanaan pada masing-masing fase sebagai berikut:

a. Penyusunan tes

Tes atau instrumen penilaian yang akan diberikan pada mahasiswa telah disusun sesuai dengan indikator pembelajaran yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tes yang digunakan adalah tes berbentuk uraian yang berisi aktivitas riset yang terdiri dari 4 langkah riset untuk menentukan *dominating metric dimention number*.

b. Pemilihan media

Proses untuk pemilihan media yang sesuai dengan pembelajaran *inquiry based learning* meliputi analisis mahasiswa, analisis konsep dan analisis tugas. Adapun media yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media presentasi berupa program microsoft power point yang disajikan melalui monitor, tes akhir riset dan lembar kerja mahasiswa yang di dalamnya terdapat indikator-indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Tujuan dari lembar kerja mahasiswa tersebut yaitu untuk memahami konsep *dominating metric dimention* dan menemukan *dominating metric dimention number* pada operasi graf baru. Pada pengembangan lembar kerja mahasiswa dan post tes serta media yang digunakan yaitu *microsoft word 2010*.

c. Pemilihan format

Adapun penyusunan format yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran yaitu pemilihan format untuk mendesain isi, pemilihan strategi pembelajaran, dan sumber belajar yang digunakan. Dalam pemilihan format untuk pengembangan perangkat juga akan mempertimbangkan hasil analisis materi, analisis tugas, dan analisis mahasiswa. Pada penelitian ini *inquiry based learning* pada materi *dominating metric dimention number* dipilih sebagai format pembelajaran, sebab penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran *inquiry based learning* untuk menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa.

d. Desain awal

Desain awal merupakan seluruh rancangan perangkat pembelajaran yang harus dikerjakan sebelum diuji coba. Adapun perangkat pembelajaran berupa rencana pembelajaran semester, LKM dan post tes. Hasil rancangan pembelajaran yang ditulis pada tahap ini sebagai draf awal (draf I).

1. Rencana Pembelajaran

Rencana pembelajaran semester untuk perkuliahan di dalamnya terdapat satuan acara perkuliahan (SAP) untuk materi *dominating metric dimention number*. Satuan acara perkuliahan dibuat berdasarkan model *inquiry based learning* untuk tiga pertemuan dengan alokasi waktu masing-masing pertemuan 2x50 menit. Pada pertemuan terakhir diadakan post tes untuk materi *dominating metric dimention number*. Berdasarkan satuan acara perkuliahan (SAP) yang telah dibuat pada pertemuan I akan membahas tentang *dominating set*, *metric dimention* dan konsep dasar dari suatu graf. Pertemuan kedua akan membahas tentang konsep *dominating metric dimention number* beserta kardinalitasnya. Pada proses memahami konsep *dominating metric dimention number* mahasiswa akan menemukan sendiri karakteristik dari dua materi yaitu *dominating set* dan *metric dimention*. Berdasarkan satuan acara perkuliahan (SAP) yang telah dibuat pada pertemuan I akan membahas tentang kardinalitas dari graf dan konsep dasar dari suatu graf. Pertemuan kedua akan membahas tentang konsep dasar dari *dominating metric dimention number*.

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

+

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Prodi : Pendidikan Matematika
Mata Kuliah : Matematika Diskrit
Semester : 3
SKS :
Dosen Pengampu : Robiatul Adawiyah, S.Pd, M.Si
Bahan Kajian : Dominating Metric Dimention Number
Pertemuan ke : 1 – 2
Kemampuan Akhir : Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan Dominating Metric Dimention Number dari suatu graf
Sub Bahan Kajian : Kardinalitas, Dominating Metric Dimention Number
Sumber Pembelajaran : Buku dan Jurnal Penelitian terkait
Media Pembelajaran : LKM
Pendekatan/metode : *Inquiry Based Learning*
Skenario Pembelajaran :

- **Pertemuan ke 1: Kardinalitas, Dominating Metric Dimention Number** □

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
1. <i>Exploration</i> (Pembelajar bebas menemukan dan memanipulasi materi pelajarn)		
Dosen	Mahasiswa	

Gambar 4.2 Desain Awal Satuan Acara Perkuliahan

2. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

LKM dibuat sesuai dengan indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis yang akan dicapai oleh mahasiswa. LKM dibagi menjadi tiga bagian yaitu menentukan graf, menentukan pelabelan titik dan sisi, menentukan *dominating metric dimention number*, dan menentukan kardinalitas. Selain itu LKM ini berfungsi untuk meningkatkan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Desain dari LKM berisi kotak kosong, tabel kosong atau titik yang disediakan untuk memudahkan mahasiswa menuangkan ide yang dimilikinya.



Gambar 4.3 Desain Awal Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

3. Post tes

Post tes yang dilakukan pada penelitian ini berupa tes akhir riset berisi materi yang telah diajarkan menggunakan model *inquiry based learning* untuk mengukur hasil belajar mahasiswa. Post tes ini terdiri dari 4 langkah riset yang akan dikerjakan setiap mahasiswa. Sebelum diuji coba pada mahasiswa, THB terlebih dahulu divalidasi oleh validator untuk menentukan kelayakan instrumen.

4.1.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan bertujuan menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni: (1) penilaian ahli (*expert appraisal*) yang diikuti dengan revisi, (2) uji coba pengembangan (*developmental testing*). Produk tersebut menjadi bentuk akhir perangkat pembelajaran yang telah melalui revisi berdasar masukan dari para ahli dan data hasil uji coba. Hasil kegiatan tahap ini sebagai berikut:

a. Penilaian ahli

Tahapan penilaian dari ahli digunakan sebagai dasar melakukan revisi dan menyempurnakan perangkat pembelajaran yang telah dibuat. Pada penelitian ini validasi dilakukan oleh dua orang validator yang mengacu pada indikator

penilaian pada lembar validasi. Validator terdiri dari ahli dalam bidang pembelajaran dan penyusunan lembar kerja mahasiswa serta dosen ahli dalam bidang graf. Berikut merupakan nama-nama validator yang telah melakukan validasi terhadap media pembelajaran yang sudah dikembangkan.

Tabel 4.1. Daftar Nama Validator

No	Nama	Bidang/Ahli
1.	Dr. Arika Indah Kristiana, S.Pd., M.Pd	Pembelajaran dan penyusunan LKM
2.	Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si	Teori Graf

Berdasarkan hasil penilaian validator didapatkan penilaian secara umum sebagai berikut :

❖ Validator 1

- 1) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 3) Tes Hasil Belajar (THB) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

❖ Validator 2

- 1) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 3) Tes Hasil Belajar (THB) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Komentar dan saran yang diberikan oleh validator akan digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran yang layak untuk digunakan dalam kegiatan belajar dan mengajar.

b. Uji coba

Setelah perangkat pembelajaran divalidasi oleh validator dan direvisi oleh peneliti maka tahapan selanjutnya adalah dilakukan uji coba pada subjek penelitian. Adapun subjek penelitian ini yaitu mahasiswa S1 Pendidikan Matematika semester 3 yang menempuh mata kuliah kombinatorik kelas A dan

kelas B masing-masing 33 mahasiswa dan 28 mahasiswa. Kegiatan pembelajaran akan dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan dan 1 kali pertemuan untuk melakukan post tes. Kegiatan pembelajaran pada kelas A sebagai kelas eksperimen akan menggunakan model pembelajaran *inquiry based learning*. Pada saat proses pembelajaran ditemani oleh observer tujuannya mengamati aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Hasil uji coba lapangan akan digunakan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran. Hasil uji coba lapangan nantinya akan menjadi dasar apakah perangkat pembelajaran masih perlu direvisi untuk kemudian akan diuji cobakan lagi atau perangkat pembelajaran sudah final. Adapun jadwal pelaksanaan uji coba lapangan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Jadwal Pelaksanaan Uji Coba

Pertemuan ke-	Waktu	Materi
1	Senin, 11 November 2019	<i>Dominating set</i> dan <i>Metric dimation</i>
2	Rabu, 13 November 2019	Pelabelan titik, sisi dan <i>dominating metric dimation number</i>
3	Senin, 18 November 2019	Post test

Pada saat penerapan perangkat pembelajaran di kelas, peneliti bertindak sebagai dosen yang melaksanakan uji coba dan didampingi oleh dua observer untuk menilai kegiatan pembelajaran. Observer akan memberikan penilaian melalui lembar observasi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa yang sudah disertai dengan indikator-indikator yang akan diamati. Berdasarkan hasil pengamatan pengelolaan kelas yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran didapatkan hasil bahwa kegiatan belajar dengan model *inquiry based learning* berjalan dengan cukup baik dan lancar. Mahasiswa dibagi dalam beberapa kelompok dimana satu kelompok terdiri dari 2-3 mahasiswa. Pelaksanaan uji coba dimulai dengan melakukan pretes pada kedua kelas tersebut, kemudian dilanjutkan dengan mengamati dan mengerjakan LKM sesuai dengan petunjuk yang ada. Kegiatan mengerjakan LKM hanya dilakukan oleh kelas A sebab dalam penelitian ini kelas tersebut digunakan sebagai kelas eksperimen. Sementara kelas B akan dilakukan pembelajaran dengan materi yang sama namun dengan model

konvensional. Pada akhir kegiatan pembelajaran kedua kelas tersebut akan dilakukan post tes untuk mengukur kemampuan akhir mahasiswa.

Pertemuan pertama dilakukan pada Senin, 11 November 2019 dilakukan pengamatan terhadap kepraktisan perangkat pembelajaran yang meliputi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Peneliti yang juga bertindak sebagai dosen menerapkan pembelajaran dengan model *inquiry based learning*. Kegiatan pembelajaran dibuka dengan doa kemudian peneliti menyampaikan tujuan pembelajaran untuk pertemuan pertama yaitu mahasiswa dapat menentukan pelabelan titik dan sisi, *dominating set* dan *metric dimention* dari suatu graf dan memberikan motivasi pada mahasiswa. Pada saat mahasiswa mengerjakan LKM maka aktivitas mahasiswa akan terlihat misalnya mahasiswa melakukan tanya jawab dan diskusi dalam menyelesaikan permasalahan yang telah disediakan. Dalam LKM terdapat beberapa riset yang menuntun mahasiswa untuk menemukan pelabelan titik dan sisi, *dominating set* dan *metric dimention*.

Peneliti yang bertindak sebagai dosen membagi mahasiswa menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 2-3 mahasiswa, setelah mahasiswa membentuk kelompok dosen memberikan penjelasan singkat terkait dengan konsep *dominating metric dimention number*. Langkah selanjutnya adalah mahasiswa mencoba memahami sendiri konsep tersebut. Mahasiswa tidak mengalami banyak kesulitan karena konsep *dominating metric dimention number* merupakan gabungan materi dari *dominating set* dan *metric dimention*. Sebelumnya mahasiswa sudah mendapatkan materi tersebut pada mata kuliah matematika diskrit. Setelah menyelesaikan permasalahan yang diberikan maka dosen bersama mahasiswa melakukan diskusi sekaligus pembahasan.

Kegiatan pembelajaran kedua dilaksanakan Rabu, 13 November 2019. Mahasiswa menerima materi tentang pelabelan titik, sisi, dan kardinalitas pada suatu graf yang sudah memiliki *dominating meric dimention number*. Mahasiswa tidak mengalami banyak kesulitan karena materi tersebut sudah mereka dapatkan pada pertemuan sebelumnya. Ketika pertemuan terakhir yang dilaksanakan Senin, 18 November 2019 mahasiswa mendapatkan post test. Dimana post test tersebut berguna untuk melihat keterampilan berpikir dalam membuktikan secara

matematis. Mahasiswa mengalami kesulitan ketika menentukan *dominating metric dimension number* pada suatu operasi graf. Mahasiswa mencoba memahami secara mandiri materi tersebut dengan cara menyelesaikan riset yang ada dalam LKM. Diakhir kegiatan pembelajaran di lakukan post tes dikelas kontrol maupun dikelas eksperimen untuk mengukur kemampuan akhir mahasiswa.

Pertemuan terakhir dikelas A melakukan post tes yang berupa tes hasil belajar (THB). Soal post tes berupa uraian yang berisi 6 indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa, soal post tes menuntut mahasiswa untuk menemukan *dominating metric dimension number* dari suatu graf khusus dan graf tersebut harus diekspan namun harus berbeda satu dengan yang lainnya.

Setelah menerapkan pengembangan perangkat pembelajaran *inquiry based learning*, mahasiswa diminta mengisi angket respon mahasiswa terhadap perangkat pembelajaran dan proses kegiatan pembelajaran. Dari pelaksanaan uji coba maka akan diperoleh data aktivitas dosen, aktivitas mahasiswa, post tes, dan angket respon mahasiswa yang selanjutnya akan dilakukan analisis. Hasil analisis digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi perangkat pembelajaran tersebut menjadi draft akhir yang siap digunakan.

4.1.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar misal dikelas yang belum dilakukan uji coba atau di universitas lain oleh dosen yang lain. Hal tersebut bertujuan mengetahui keefektifan perangkat yang telah dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran serta mendapatkan masukan, koreksi, saran, penilaian untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan. Tahap penyebaran pada penelitian ini yaitu membuat perangkat pembelajaran sedemikian rupa agar menarik untuk nantinya siap disebar dan dipakai oleh dosen dan mahasiswa dari berbagai universitas. Tahap penyebaran pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. memberikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada lembaga tempat uji coba perangkat

- b. menyerahkan pada Laboratorium Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Jember,
- c. menyerahkan pada perpustakaan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
- d. menyerahkan pada perpustakaan Universitas Jember.

4.2 Hasil Pengembangan Perangkat

Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu RPS, lembar kerja mahasiswa (LKM), dan tes hasil belajar (THB) menggunakan model *inquiry based learning* pada permasalahan *dominating metric dimention number*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini mengacu pada pengembangan perangkat model *four-D*.

Dalam proses pengembangan perangkat pembelajaran, peneliti perlu memperhatikan bagaimana cara untuk memunculkan kreativitas mahasiswa melalui metode *inquiry based learning*. Untuk pembuatan perangkat pembelajaran juga harus diperhatikan, karena perangkat yang dihasilkan tidak hanya memunculkan kreativitas mahasiswa tetapi juga memunculkan ketertarikan untuk membaca dan mempelajarinya.

4.2.1 Hasil Analisis Data Validasi

Validasi dilakukan oleh dua orang validator yang telah memenuhi kualifikasi yang telah ditentukan. Proses validasi dilakukan dengan menyerahkan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan, instrumen penilaian dan lembar validasi kepada validator. Hasil validasi perangkat pembelajaran dibagi menjadi tiga yaitu hasil validasi rencana pembelajaran yang di dalam nya terdapat SAP, LKM dan THB.

a. Hasil Validasi Rencana Pembelajaran

Teknik validasi rencana pembelajaran yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi rencana pembelajaran dari para validator pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Rekapitulasi Validasi Rencana Pembelajaran

No	Aspek yang dinilai	Validator		Rata-rata	Prosentase	
		1	2			
I	Perumusan tujuan pembelajaran					
	1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan	4	4	4	
		Jumlah skor rata-rata			4	
		Skor rata-rata aspek I			4	100%
II	Isi SAP					
	1.	Sistematika Penyusunan SAP	4	4	4	
	2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>inquiry based learning</i>	3	3	3	
	3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti, dan penutup	3	3	3	
No	Aspek yang dinilai		Validator		Rata-rata	Prosentase
			1	2		
	Jumlah skor rata-rata aspek II				10	
Skor rata-rata aspek II				3,67	83%	
III	Bahasa dan tulisan					
	1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	
	2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata aspek III			8		
	Skor rata-rata aspek III			4	100%	
IV	Waktu					
	1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	3	4	3.5	
	2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	3	4	3.5	
	Jumlah skor rata-rata aspek IV			7		
	Skor rata-rata aspek IV			3.5	87,5%	
	Skor total keseluruhan aspek			15,7	370,3%	
	Skor rata-rata keseluruhan aspek			3,79	92,625%	

Berdasarkan hasil rekapitulasi hasil validasi terhadap rencana pembelajaran yang ditunjukkan pada tabel 4.3 diuraikan sebagai berikut :

- 1) Aspek perumusan tujuan pembelajaran yang diharapkan setelah kegiatan pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.
- 2) Aspek isi dari rencana pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.67 dan persentase sebesar 83%.
- 3) Aspek bahasan dan tulisan dalam rencana pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.
- 4) Aspek isi dari rencana pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.5 dan persentase sebesar 87.5%.

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi rencana pembelajaran sebesar 3.79 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 92.625% . Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor validasi berada pada rentang $3 \leq Vr < 4$ maka rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid. Adapun catatan yang diberikan oleh validator mengenai rencana pembelajaran yang telah dikembangkan antara lain :

- 1) Validator 1 memberikan saran, “Perbaiki tata tulis.”
- 2) Validator 2 memberikan saran, “Perbaiki tata tulis.”

Berikut tabel 4.4 merupakan hasil revisi rencana pembelajaran berdasarkan saran/masukan validator :

Tabel 4.4 Hasil Revisi Rencana Pembelajaran

No	Komponen yang direvisi	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
----	------------------------	----------------	----------------

1	Tulisan	<p>RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)</p> <p>Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan Prodi : Pendidikan Matematika Mata Kuliah : Matematika Diskrit Semester : 3 SKS : Dosen Pengampu : Bahan Kajian : <i>Dominating Metric Dimension Number</i> Kemampuan Akhir : Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>dominating metric dimension number</i> dari suatu graf Sub Bahan Kajian : Kardinalitas, <i>dominating set</i>, <i>metric dimension</i>, <i>dominating metric dimension number</i> Sumber Pembelajaran : Buku dan Jurnal Penelitian terkait Media Pembelajaran : LKM Pendekatan/metode : Penemuan berbasis riset Skenario Pembelajaran : > Pertemuan ke- : 1 (2 x 50) □</p>	<p>PATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)</p> <p>Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan Prodi : Pendidikan Matematika Mata Kuliah : Matematika Diskrit Semester : 3 SKS : Dosen Pengampu : Robiatul Adawiyah, S.Pd, M.Si Bahan Kajian : <i>Dominating Metric Dimension Number</i> Pertemuan ke : 1-2 Kemampuan Akhir : Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>Dominating Metric Dimension Number</i> dari suatu graf Sub Bahan Kajian : Kardinalitas, <i>Dominating Metric Dimension Number</i> Sumber Pembelajaran : Buku dan Jurnal Penelitian terkait Media Pembelajaran : LKM Pendekatan/metode : <i>Inquiry Based Learning</i> Skenario Pembelajaran :</p>																																	
2	Kegiatan Pembelajaran	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Kegiatan</th> <th>Estimasi Waktu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Pre Pembelajaran Dosen dan mahasiswa menyiapkan buku & bahan-bahan pembelajaran, LKM</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Kegiatan Pendahuluan (1) Melakukan apresiasi yaitu menyampaikan tujuan pembelajaran (2) Memberikan motivasi kepada mahasiswa</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Kegiatan Inti</td> <td>Simulasi</td> </tr> </tbody> </table>	No	Kegiatan	Estimasi Waktu	1	Pre Pembelajaran Dosen dan mahasiswa menyiapkan buku & bahan-bahan pembelajaran, LKM	5	2	Kegiatan Pendahuluan (1) Melakukan apresiasi yaitu menyampaikan tujuan pembelajaran (2) Memberikan motivasi kepada mahasiswa	15	3	Kegiatan Inti	Simulasi	<p>• Pertemuan ke 1: Kardinalitas, Dominating Metric Dimension Number</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">KEGIATAN PEMBELAJARAN</th> <th>ESTIMASI WAKTU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Kegiatan Pendahuluan 1. <i>Exploration</i> (Pembelajar bebas menemukan dan memanipulasi materi pelajaran)</td> <td>15'</td> </tr> <tr> <td>Dosen</td> <td>Mahasiswa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. Membuka dengan salam dan doa</td> <td>1. Mengucap salam dan doa</td> <td>2'</td> </tr> <tr> <td>2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)</td> <td>2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran</td> <td>3'</td> </tr> <tr> <td>3. Membangkitkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari</td> <td>3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen</td> <td>5'</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas</td> <td>5'</td> </tr> </tbody> </table>	KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU	Kegiatan Pendahuluan 1. <i>Exploration</i> (Pembelajar bebas menemukan dan memanipulasi materi pelajaran)		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. Membangkitkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'		4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas	5'
No	Kegiatan	Estimasi Waktu																																		
1	Pre Pembelajaran Dosen dan mahasiswa menyiapkan buku & bahan-bahan pembelajaran, LKM	5																																		
2	Kegiatan Pendahuluan (1) Melakukan apresiasi yaitu menyampaikan tujuan pembelajaran (2) Memberikan motivasi kepada mahasiswa	15																																		
3	Kegiatan Inti	Simulasi																																		
KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU																																		
Kegiatan Pendahuluan 1. <i>Exploration</i> (Pembelajar bebas menemukan dan memanipulasi materi pelajaran)		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. Membangkitkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'																																		
	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas	5'																																		

b. Uji Validasi LKM

Teknik validasi LKM yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi rencana pembelajaran dari para validator pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Rekapitulasi Validasi LKM

No	Aspek yang dinilai		Validator		Rata-rata	Prosentase
			1	2		
I	Format					
	1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata				4	
	Skor rata-rata aspek I				4	100%
II	Isi LKM					
	1.	LKM disajikan secara sistematis	4	4	4	
	2.	Kebenaran konsep secara sistematis	3	3	3	
	3.	Masalah yang diangkat sesuai dengan kognisi peserta didik	3	3	3	
	4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	3	3	3	
	5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan kemampuan berpikir membuktikan secara matematis	3	3	3	
	6.	Penyajian LKM menarik	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata aspek II				20	
	Skor rata-rata aspek II				3,33	83,25%
III	Bahasa dan tulisan					
	1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	
	2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata aspek III				8	
	Skor rata-rata aspek III				4	100%
	Skor total keseluruhan aspek				32	283,25%
	Skor rata-rata keseluruhan aspek				3,44	94,33%

Berdasarkan hasil rekapitulasi hasil validasi terhadap LKM yang ditunjukkan pada tabel 4.5 diuraikan sebagai berikut :

- 1) Aspek format dari LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%
- 2) Aspek bahasan dan tulisan dalam LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%

3) Aspek isi dari LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.33 dan persentase sebesar 83%.

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi LKM sebesar 3.44 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 94,33% . Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor validasi berada pada rentang $3 \leq Vr < 4$ maka rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid. Adapun catatan yang diberikan oleh validator mengenai rencana pembelajaran yang telah dikembangkan antara lain :

- 1) Validator 1 memberikan saran, “Sebaiknya pada LKM lebih terkonsep sesuai dengan indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis.”
- 2) Validator 2 memberikan saran, “ Perbaiki tata cara penulisan.”

c. Uji Validasi Tes Hasil Belajar (THB)

Teknik validasi THB yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi THB dari para validator pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Validasi THB

No	Aspek yang dinilai	Validator		Rata-rata	Prosentase	
		1	2			
I.	Format					
	1.	THB memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata aspek I				4	
No	Aspek yang dinilai	Validator		Rata-rata	Prosentase	
	Skor rata-rata aspek II			4	100%	
II.	Isi THB					
	1.	Kesesuaian isi	3	4	3,5	
	2.	Kesesuaian dengan indikator berpikir membuktikan secara matematis	3	4	3,5	
	Jumlah skor rata-rata aspek II				7	
	Skor rata-rata aspek II				3,5	87,5%
III.	Bahasa					
	1.	Soal dirumuskan dengan	4	4	4	

		bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				
	2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)	4	4	4	
	Jumlah skor rata-rata aspek III				8	
	Skor rata-rata aspek III				4	100%
	Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek				19	287,5%
	Skor total rata-rata seluruh aspek				3.5	95,8%

Berdasarkan hasil rekapitulasi hasil validasi terhadap THB yang ditunjukkan pada tabel 4.6 diuraikan sebagai berikut :

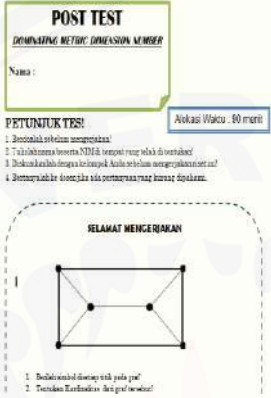


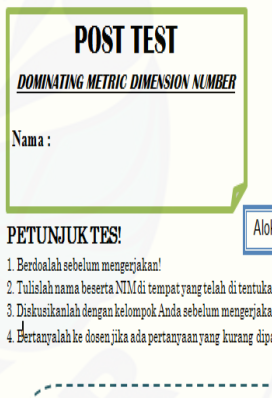
- 1) Aspek format dari THB mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%
- 2) Aspek isi dalam THB mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.5 dan persentase sebesar 87.5%.
- 3) Aspek bahasa dari THB mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi THB sebesar 3.5 dan prosentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 95.8%. Berdasarkan kriteria kevali dan jika skor validasi berada pada rentang $3 \leq Vr < 4$ maka TAR yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid. Adapun catatan yang diberikan oleh validator mengenai rencana pembelajaran yang telah dikembangkan antara lain :

- 1) Validator 1 memberikan saran, “Gambar graf kurang rapi“
- 2) Validator 2 memberikan saran, “Perbaiki tata tulis”

Berikut tabel 4.7 merupakan THB pembelajaran berdasarkan saran/masukan validator :

Tabel 4.7 Revisi THB

No	Komponen yang direvisi	Sebelum revisi	Setelah direvisi
1.	Gambar graf		
2.	Tulisan		

4.2.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran

a. Uji Kepraktisan

Kepraktisan perangkat pembelajaran diketahui melalui analisis aktivitas mahasiswa dan aktivitas dosen 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 dosen dalam kegiatan pembelajaran berdasarkan aktivitas dosen mencapai ≥ 3 .

Observasi aktivitas dosen dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan. Skor hasil yang diberikan oleh observer kemudian direkap dan dianalisis. Adapun rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas dosen dalam mengelola kelas ditunjukkan pada tabel 4.8 :

Tabel 4.8 Rekapitulasi Skor Hasil Observasi Aktivitas Dosen

Tahap	Indikator	Skor pertemuan ke-			Rata-rata	Rata-rata %
		1	2	3		
Awal	Membuka salam dan doa	4	4	4	4	100%
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	100%
	Memotivasi mahasiswa	4	4	4	4	100%
	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari	4	4	4	4	100%
Inti	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen	3	3	3	3	75%
	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi	3	3	3	3	75%
	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM	3	3	3	3	75%
	Memberikan evaluasi	4	4	4	4	100%
Penutup	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan	4	3	4	3,66	91,5%
	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan	4	3	4	3,66	91,5%

	selanjutnya					
	Menutup salam dan doa	4	4	4	4	100%
Rata-rata skor		3,72	3,72	3,72	3,60	
Prosentase skor		93%	93%	93%	90%	91,6%

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.

1) Analisis hasil tes hasil belajar (THB)

Tes hasil belajar dilaksanakan pada Senin, 18 November 2019. Nilai tes yang berupa tes hasil belajar mahasiswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *inquiry based learning* yang telah dikembangkan oleh peneliti berfungsi mengetahui ketuntasan belajar mahasiswa secara kelompok. Subjek penelitian sebanyak 61 mahasiswa yang terdiri dari 28 mahasiswa kelas eksperimen dan 33 mahasiswa dari kelas kontrol. Sampel yang digunakan yaitu sebanyak 28 mahasiswa pada kelas eksperimen.

Tabel 4.9 Hasil Validitas Soal

	SOAL1	SOAL2	SOAL3	SOAL4	SOAL5	TOTAL
SOAL1 Pearson Correlation	1	.429*	.262	.205	.282	.724**
Sig. (2-tailed)		.013	.141	.253	.111	.000
N	28	28	28	28	28	28
SOAL2 Pearson Correlation	.429*	1	.440*	-.113	.382*	.672**
Sig. (2-tailed)	.013		.010	.531	.028	.000
N	28	28	28	28	28	28
SOAL3 Pearson Correlation	.262	.440*	1	.149	.094	.576**
Sig. (2-tailed)	.141	.010		.407	.604	.000
N	28	28	28	28	28	28

SOAL4	Pearson Correlation	.205	-.113	.149	1	.091	.455**
	Sig. (2-tailed)	.253	.531	.407		.614	.008
	N	28	28	28	28	28	28
SOAL5	Pearson Correlation	.282	.382*	.094	.091	1	.637**
	Sig. (2-tailed)	.111	.028	.604	.614		.000
	N	28	28	28	28	28	28
TOTAL	Pearson Correlation	.724**	.672**	.576**	.455**	.637**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.008	.000	
	N	28	28	28	28	28	28

Dari output pada tabel 4.9 nilai dari *rcount* pada soal 1 adalah 0,724; *rcount* pada soal 2 yaitu 0,672; *rcount* pada soal 3 adalah 0,576; *rcount* pada soal 4 adalah 0,455 dan *rcount* pada soal 5 adalah 0,637 sedangkan *rtable* untuk $n = 28$ adalah 0,3172. Maka dapat disimpulkan bahwa *rcount* pada soal *rcount* > *rtable* jadi semua soal valid.

Tabel 4.10 Tes Hasil Reliabilitas Soal

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.578	5

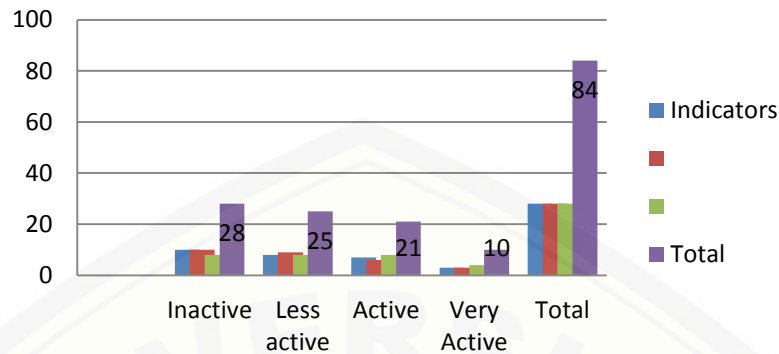
Berdasarkan tabel 4.10 nilai reliabilitas 0,578 dan *rtable* dari level signifikan adalah 0,05 dengan $dk = N - 2 = 26$, *rtable* = 0,3115. Oleh karena itu *rcount* > *rtable* maka instrumen dikatakan reliabel.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil THB pada Kelas Eksperimen berdasarkan Level Kemampuan Berpikir dalam Membuktikan Secara Matematis

Level	Indicators			Total
	Entry	Attack	Review	
Very active	13	13	10	36
Active	10	9	8	27
Less active	4	5	8	17
Inactive	1	1	2	4
Total	28	28	28	84

Berdasarkan hasil rekapitulasi THB, nilai dari 28 mahasiswa digolongkan menjadi 4 level yaitu level 1 (*very active*), level 2 (*active*), level 3 (*less active*) dan level 4 (*inactive*). Terdapat 3 indikator kemampuan berpikir dalam membuktikan secara matematis. Dari 3 indikator tersebut terbagi menjadi 4 level. Indikator pertama pada level 1 terdapat 13 mahasiswa, level 2 terdapat 10 mahasiswa, level 3 terdapat 4 mahasiswa, dan level 4 terdapat 1 mahasiswa. Indikator kedua pada level 1 terdapat 13 mahasiswa, level 2 terdapat 9 mahasiswa, level 3 terdapat 5 mahasiswa, dan level 4 terdapat 1 mahasiswa. Indikator ketiga pada level 1 terdapat 10 mahasiswa, level 2 terdapat 8 mahasiswa, level 3 terdapat 8 mahasiswa, dan level 4 terdapat 2 mahasiswa. Total pada level 1 yaitu 36 maka prosentasenya sebesar 43%. Total pada level 2 yaitu 27 maka prosentasenya sebesar 32%. Total pada level 3 yaitu 17 maka prosentasenya sebesar 20%. Total pada level 4 yaitu 4 maka prosentasenya sebesar 5%. Berdasar paparan tersebut maka terdapat 28 mahasiswa yang memenuhi standar kriteria penilaian. Berikut grafik level keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa:

The mathematical proofing skills of the experimental class



Grafik 4.1 Grafik Level Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis

Banyak mahasiswa yang tuntas berdasarkan hasil belajarnya secara klasikal berarti mahasiswa telah mampu memahami konsep *dominating metric dimention number* yang sudah dipelajarinya. Dengan kata lain banyaknya mahasiswa yang tuntas memenuhi kriteria dapat dikaitkan dengan kemampuan dosen dalam mengelola kelas serta dapat menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dengan baik. Pada penelitian ini dosen 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 mengekspan suatu graf, cara menentukan *dominating metric dimention number* dan kesulitan dalam membuat fungsi secara umum. Selain faktor yang telah disampaikan, perbedaan kemampuan mahasiswa dalam menyerap informasi yang diberikan juga mempengaruhi hasil tes hasil belajar

2) 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 4.12 :

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Tahap	Indikator	Skor pertemuan ke-			Rata-rata	Rata-rata %
		1	2	3		
Awal	Menjawab salam dan berdoa	4	4	4	4	100%
	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran	4	4	4	4	100%
	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari	4	4	4	4	100%
Inti	Mahasiswa membentuk kelompok	3	3	3	3	75%
	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi	3	3	3	3	75%
	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM	3	3	3	3	75%
	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM	4	4	4	4	100%
Penutup	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan	4	3	4	3,66	91,5%
Rata-rata skor		3,62	3,5	3,62	3,58	
Prosentase skor		90,5 %	87,5 %	90,5 %	89,5%	89,5%

Penilaian aktivitas mahasiswa dilakukan terhadap sebelas kelompok mahasiswa yang terdiri dari 2-3 mahasiswa. Dari tabel di atas diperoleh bahwa persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 90,5%, persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan kedua mencapai 87,5% dan persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan ketiga mencapai 90,5%.. Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa, skor rata-rata memenuhi kriteria baik.

3) Hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran

Data hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran akan diambil melalui lembar angket respon mahasiswa diisi oleh 33 mahasiswa. Adapun hasil rekapitulasi respon mahasiswa terhadap pembelajaran ditunjukkan pada tabel 4.13:

Tabel 4.13 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	33	0	100	0
	Lembar Kerja Mahasiswa	33	0	100	0
No	Aspek yang dinilai	Jumlah Jawaban		Persentase Jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Suasana Pembelajaran	31	2	94	6
	Cara Dosen Mengajar	30	3	91	9
2	Apakah komponen pembelajaran berikut ini baru ?				
	Materi pembelajaran	33	0	100	0
	Lembar Kerja Mahasiswa	25	8	76	24
	Suasana Pembelajaran	20	13	61	39
	Cara Dosen Mengajar	23	10	70	30
3.	Apakah anda minat mengikuti pembelajaran ini ?	33	0	100	0
4	Apakah anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :				
	Lembar Kerja Mahasiswa	28	5	85	15
	Lembar Soal Tes Hasil Belajar	28	5	85	15
5	Apakah anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :				
	Lembar Kerja Mahasiswa	30	3	91	9
	Lembar Soal Tes Hasil Belajar	30	3	91	9
6	Apakah anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar,dan letak gambar) pada :				
	Lembar Kerja Mahasiswa	31	2	94	6
	Lembar Soal Tes Hasil Belajar	31	2	94	6
7	Apakah anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban ?	33	0	100	0
	Rata-rata	29,5	3,5	89,5	10,5

Berdasarkan hasil analisis tiap item pertanyaan yang ada pada angket respon mahasiswa pada tabel 4.13 jawaban positif terendah ada pada pertanyaan ke dua poin ke 3 yaitu sebesar 61%. Pernyataan dengan skor terendah tersebut

terkait dengan pertanyaan pada suasana pembelajaran . Hal ini disebabkan karena suara dari dosen kurang terdengar jelas saat menjelaskan.

Secara keseluruhan, persentase rata-rata setiap pertanyaan adalah 89,5% menjawab “*iya*” dan 10,5% 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.

4.3 Pengaruh Penerapan *Inquiry Based Learning*

Pemberian LKM dengan *model inquiry based learning* sebanyak 2 kali pertemuan pada kelas eksperimen sebab pada awal pertemuan saat membahas konsep materi *dominating metric dimention number*. Mahasiswa pada kelas kontrol yang berjumlah 33 mahasiswa dan kelas eksperimen sebanyak 28 mahasiswa. LKM dengan *model inquiry based learning* hanya diberikan untuk kelas eksperimen yang nantinya akan digunakan meningkatkan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa dalam kajian *dominating metric dimention number*. Penelitian awal dilakukan metode kualitatif yaitu uji validitas dan reabilitas pada soal post-tes yang akan diujikan pada mahasiswa. Tujuan uji validitas dan reabilitas untuk mengetahui sejauh mana ketepatan instrumen pengukuran dalam melakukan fungsi ukurnya. Berikut hasil uji validitas dan reabilitas yang telah dilakukan pada subjek penelitian.

4.3.1 Analisis pre-test

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

Adapun uji statistik yang dilakukan pada kelas pre-test tersebut yaitu uji normalitas, uji homogenitas dan uji independent. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data sampel yang dianalisis homogen atau tidak. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data berdistribusi normal atau tidak. Uji t-test dilakukan apakah ada perbedaan rata-rata pada 2 kelompok yang berbeda. Tahap selanjutnya yaitu menganalisis data yang

diperoleh dari pretes dan postes menggunakan SPSS. Analisis data yang akan dilakukan adalah metode kuantitatif.

Langkah pertama pada analisis menggunakan SPSS adalah tes homogenitas dari kedua kelas untuk mengetahui kemampuan dari kedua kelas sama atau tidak yang tersaji pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Tes Uji Homogenitas Hasil Pretest pada Kelas Kontrol dan kelas Eksperimen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.651	1	59	.423

Hasil tabel 4.14 diperoleh nilai signifikansi senilai 0.423. Karena signifikansi lebih dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa pretes dari kelas kontrol dan kelas eksperimen mempunyai varian yang sama.

Tabel 4.15 Uji Normalitas Hasil Pretest pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Pre Test Kelas Kontrol	.149	28	.111	.915	28	.027
Kelas Eksperimen	.094	33	.200*	.959	33	.247

Langkah kedua yaitu uji normalitas. Mean pada kelas kontrol 57.78 sedangkan pada kelas eksperimen 64.93. Sedangkan Std deviation pada kelas kontrol 1.22189 dan 1.49046 untuk kelas eksperimen. Berdasar hasil uji normalitas data pretes, tabel kolmogorov-smirnov menunjukkan nilai signifikan kelas kontrol sebesar 0.111 dan kelas eksperimen 0.200. Karna signifikansi dari kedua data tersebut lebih dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelas tersebut berdistribusi normal.

Tabel 4.16 Hasil uji independent pretes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pre Test Kelas Kontrol	28	57.7857	6.46562	1.22189
Kelas Eksperimen	33	61.0303	7.26931	1.26542

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
									95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
Pr Equal	2.093	.153	-3.628	59	.001	-7.15368	1.97176	-11.0917	-3.20819	
Te ces st assume d										
Equal varian ces not assume d			-3.712	58.272	.000	-7.15368	1.92730	-11.0121	-3.29615	

Tabel 4.16 hasil uji statistik menunjukkan mean atau rerata tiap kelompok kelas kontrol yaitu 57.78 dan kelas eksperimen 61.03 dimana rerata kelas kontrol lebih rendah. Berdasarkan hasil uji independent diatas terdapat nilai.sig (2-tailed) sebesar 0.001. Oleh karena nilai t hitung < t tabel dan P value kurang dari 0.05 maka Ho diterima, artinya tidak ada perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

b) Hasil pre-test

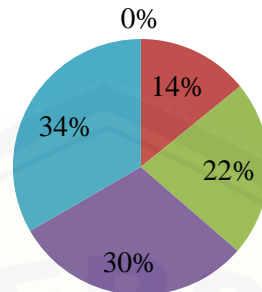
Data pretes dan postes diambil dari kelas kontrol dan kelas ekperimen. Penerapan analisis data kuantitatif yaitu melakukan uji t-test sedangkan data kualitatif menggunakan wawancara, observasi dan analisis data ordinal. Data deskriptif dan inferensial digunakan untuk menganalisis data kualitatif dan kuantitatif. Data statistik diperoleh dari nilai rata, standar deviasi, frekuensi. Data inferensial diperoleh dari uji normalitas, uji homogenitas dan uji independent

yang dilakukan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kedua kelas tersebut memperoleh perlakuan yang berbeda, kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *inquiry based learning* sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *inquiry based learning* maka analisis dengan uji regresi. Sampel independen digunakan untuk membandingkan kedua kelas tersebut dengan nilai signifikansi perbedaan pada tingkat 0.05.

Hasil penelitian adalah pre-tes dan post-tes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen yang berjumlah 61 mahasiswa. Pretes digunakan untuk mengetahui keterampilan berpikir membuktikan secara matematis awal mahasiswa dalam permasalahan *dominating metric dimension number*. Soal pretes berisi permasalahan *dominating metric dimension number* dan terdiri dari 3 indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Sedangkan post tes terdiri dari 5 soal untuk mengukur keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan model *inquiry based learning* melalui LKM. Berdasarkan hasil pretes dari kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki varians yang sama. Dari 61 mahasiswa yang mengikuti pretes pada kelas kontrol di peroleh persentase setiap level yang terdiri dari 3 indikator yaitu 14% dari level 1 (*very active*) yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 2 (*active*) yaitu 22% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 3 (*less active*) yaitu 30% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 4 (*inactive*) yaitu 34% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*.

Persentase hasil pre-test pada Kelas Kontrol

■ Very active ■ Active ■ Less active ■ Inactive

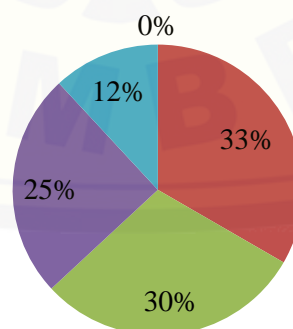


Grafik 4.2 Persentase hasil pre tes pada kelas kontrol

Sedangkan hasil analisis per level pada kelas eksperimen yaitu 12% dari level 1 (*very active*) yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 2 (*active*) yaitu 25% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 3 (*less active*) yaitu 30% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 4 (*inactive*) yaitu 33% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.3.

Persentase hasil pre-test pada Kelas Eksperimen

■ Very active ■ Active ■ Less active ■ Inactive



Grafik 4.3 Persentase hasil pre tes pada kelas eksperimen

4.3.2 Analisis post-test

a) Uji homogenitas dan normalitas

Adapun uji statistik yang dilakukan pada kelas post-test tersebut yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data sampel yang dianalisis homogen atau tidak. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data berdistribusi normal atau tidak. Sebelum dilakukan uji pengaruh hasil skor post-test terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, perlu dilakukan uji normalitas, homogenitas, uji mean, dan uji independent sample t-test pada hasil post-test. Uji normalitas menggunakan uji *Saphiro-Wilk*. Hasil perhitungan uji normalitas post-test keterampilan berpikir membuktikan secara matematis masing-masing kelas tersaji pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil uji normalitas hasil postes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Post-test Kelas Kontrol	.135	28	.200*	.956	28	.280
Kelas Eksperimen	.123	33	.200*	.957	33	.216

Nilai mean pada kedua kelas tersebut yaitu kelas kontrol 90.7143 dan kelas eksperimen 86.8485 dapat dilihat pada tabel uji independent t-test. Pada tabel 4.17 hasil uji normalitas pada hasil postes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi normal karena nilai signifikansi kelas kontrol 0,2 dan kelas eksperimen $0.2 > 0,05$ sehingga kedua data tersebut berdistribusi normal.

Tabel 4.18 Hasil uji homogenitas postes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.886	1	59	.018

Data analisis post tes uji homogenitas kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi homogen dengan nilai sig. $0.018 > 0.05$. Karena signifikansi lebih

dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa pretes dari kelas kontrol dan kelas eksperimen mempunyai varian yang sama.

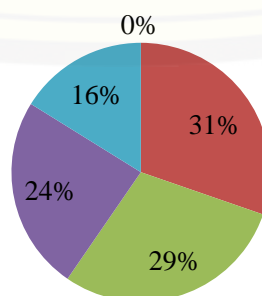
b) Hasil post-test

Setelah melakukan pretes dan diberi perlakuan yang berbeda maka dilakukan post tes guna mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran. Post tes terdiri dari 5 soal *dominating metric dimention number* yang terdapat 3 indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis. Dari 61 mahasiswa yang mengikuti post tes pada kelas kontrol di peroleh persentase setiap level yang terdiri dari 3 indikator yaitu 31% dari level 1 (*very active*) yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 2 (*active*) yaitu 29% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 3 (*less active*) yaitu 24% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 4 (*inactive*) yaitu 16% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*.

Hasil analisis post tes secara keseluruhan menunjukkan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa dikategorikan menjadi 4 yaitu *very active*, *active*, *less active* dan *inactive*. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol sebagai berikut 31% berada pada kategori *very active*, 29% berada pada kategori *active*, 24% berada pada kategori *less active* dan 16% berada pada kategori *inactive*. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.4

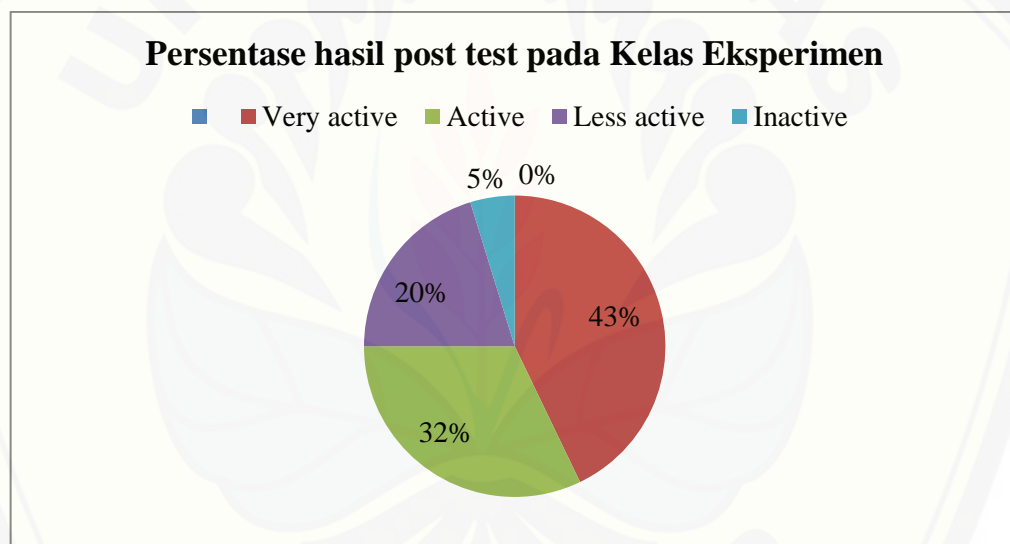
Persentase hasil post-test pada Kelas Kontrol

■ Very active ■ Active ■ Less active ■ Inactive



Grafik 4.4 Persentase hasil post tes pada kelas kontrol

Sedangkan hasil analisis per level pada kelas eksperimen yaitu 43% dari level 1 (*very active*) yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 2 (*active*) yaitu 32% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 3 (*less active*) yaitu 20% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Level 4 (*inactive*) yaitu 5% yang terbagi menjadi 3 indikator yaitu *entry phase*, *attack phase*, dan *review phase*. Sedangkan pada kelas eksperimen sebagai berikut 43% berada pada kategori *very active*, 32% berada pada kategori *active*, 20% berada pada kategori *less active* dan 5% berada pada kategori *inactive*. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.5.



Grafik 4.5 Persentase hasil post tes pada kelas eksperimen

4.3.3 Uji Hipotesis

Uji hipotesis ini digunakan untuk mengambil keputusan yang didasarkan dari analisis data baik dari percobaan yang terkontrol maupun dari observasi. Untuk menguji hipotesis yang dirumuskan digunakan *T-test* untuk sampel independen atau *independent sample t-test*. Pada *independent sample t-test* digunakan taraf signifikansi 5% atau 0,05.

Tabel 4.19 Hasil uji independen hasil postes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post-test	Kelas Eksperimen	28	90.7143	2.65075	.50094
	Kelas Kontrol	33	86.8485	4.40256	.76639

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
POST TES	5.886	.018	4.061	59	.000	3.86580	.95199	1.96087	5.77073
Equal variances assumed			4.222	53.591	.000	3.86580	.91558	2.02984	5.70176
Equal variances not assumed									

Hipotesis:

H_0 : tidak ada pengaruh *inquiry based learning* terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa

H_1 : ada pengaruh *inquiry based learning* terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa

Dengan kriteria pengujian terima H_0 jika nilai signifikansi atau nilai probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 jika nilai signifikansi atau nilai

probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak. Berdasarkan tabel 4.19 diketahui bahwa p-value $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa ada pengaruh *inquiry based learning* terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Hasil uji independen berdasarkan tabel 4.19 diperoleh varians dengan std.deviasi kelas eksperimen 2.65 dan kelas kontrol 4.40 dengan nilai sig. (2-tailed) $0.000 < 0.05$. Dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *inquiry based learning* di dalam pembelajarannya. Kelas kontrol rata-ratanya sebesar 86,84 sedangkan kelas eksperimen memiliki rata-rata 90,71 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata hasil keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan bahwa pembelajaran *inquiry based learning* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis 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.

Berdasarkan hasil uji normalitas, homogenitas dan independen t-tes pada pretes yang diuji menggunakan SPSS diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelas yang digunakan dalam penelitian memiliki kemampuan yang relatif sama. Setelah melakukan pretes, kedua kelas tersebut diberi perlakuan yang berbeda. Kegiatan pembelajaran di kelas kontrol menggunakan model konvensional sedangkan di kelas eksperimen menggunakan pembelajaran dengan model *inquiry based learning*. 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 hasil belajar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Jika dibandingkan dengan model lain, *inquiry based learning* dalam penelitian ini memperoleh rata-rata nilai yang lebih tinggi

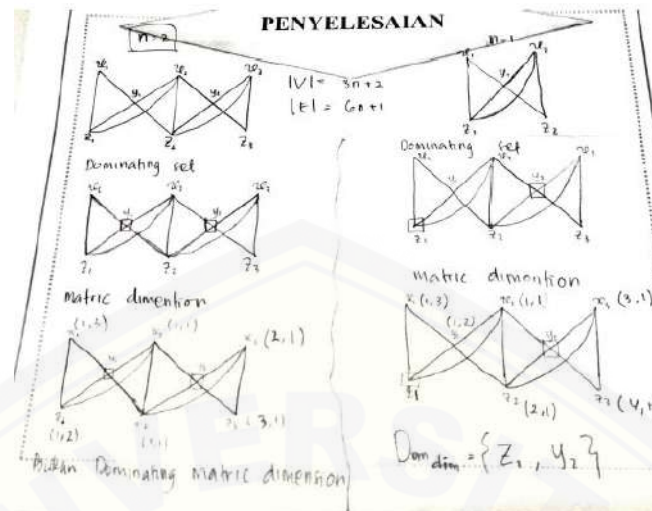
dibanding model konvensional yang diterapkan di kelas kontrol. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rata-rata yang dihasilkan pada post tes menunjukkan bahwa nilai post tes di kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kelas eksperimen sebesar 90,71 sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata 86,84. Berdasarkan hasil persentase dari setiap level pada kelas kontrol dan kelas eksperimen menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase nilai yang tinggi pada kelas eksperimen. Kelas eksperimen memiliki peningkatan persentase nilai dari pre tes ke post tes lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

4.4 Potret Fase

Potret fase merupakan gambaran geometris alur berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam penelitian ini potret fase mahasiswa didasarkan pada alur kemampuan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa menyelesaikan permasalahan *Dominating Metric Dimension Number* dalam pembelajaran berbasis *inquiry based learning*. Alur berpikir mahasiswa dapat dilihat berdasarkan hasil pekerjaan mahasiswa dalam menyelesaikan post tes yang kemudian akan dilakukan wawancara terhadap hasil pekerjaan mahasiswa tersebut. Setelah mahasiswa menyelesaikan post tes, peneliti mengelompokkan hasil pekerjaan mahasiswa ke dalam 4 kategori yaitu *very active*, *active*, *less active*, dan *inactive*. Berdasarkan hasil pekerjaan mahasiswa tersebut untuk mengetahui alur berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan tersebut maka peneliti melakukan wawancara terhadap hasil pekerjaan mahasiswa.

a) Mahasiswa 1 (M1) dengan keterampilan level *very active*

Hasil pekerjaan yang pertama yaitu pekerjaan mahasiswa 1 (M1) dengan keterampilan level *very active*. M1 dapat menemukan kardinalitas titik dan sisi, *dominating set*, *metric dimension*, dan *dominating metric dimension number*. Hasil pekerjaan M1



Gambar 4.4 Hasil Pekerjaan M1

Untuk mengetahui proses aktivitas berpikir membuktikan secara matematis yang dilakukan M1 selama menyelesaikan post tes. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan proses berpikir keterampilan berpikir membuktikan secara matematis M1 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut hasil pekerjaan dan petikan hasil wawancara dengan M1 :

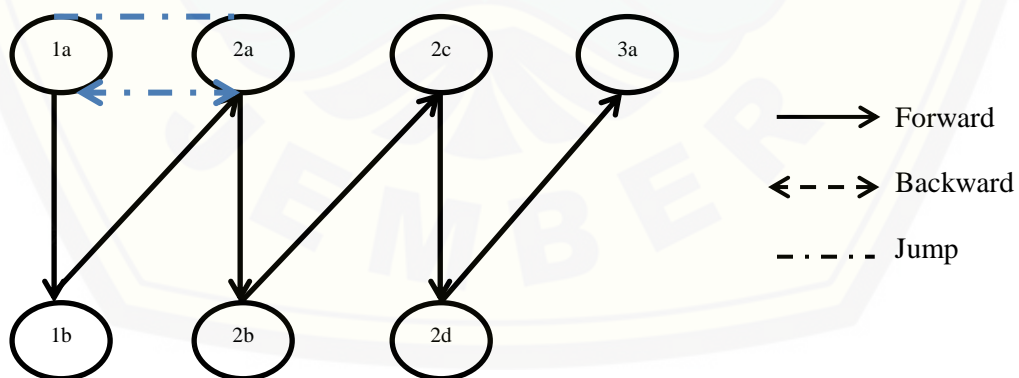
- Peneliti : Bagaimana tanggapan anda setelah membaca permasalahan tersebut ?
- Mahasiswa 1 : Awalnya saya merasa kebingungan tetapi setelah membaca materi yang terdapat pada LKM, saya sudah mulai memahami tentang konsep *dominating metric dimention number*.
- Peneliti : Baiklah. Coba anda jelaskan bagaimana langkah-langkah sistematis menentukan *dominating metric dimention number* yang sesuai dengan LKM
- Mahasiswa 1 : Sebelum menentukan *dominating metric dimention number*, terlebih dahulu kita harus menemukan graf. Kemudian setelah itu kita tentukan pelabelan titik dan kita mencari kardinalitas dari titik dan sisi. Langkah selanjutnya, karena *dominating metric dimention number* merupakan gabungan dari dua materi yaitu dominating set dan metric dimention maka tentukanlah terlebih

dahulu dominating set dan metric dimation. Setelah itu, kita bisa menentukan dominating metric dimation numbernya.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut ?

Mahasiswa 1 : Iya ibu, saya mengalami kesulitan ketika suatu graf diekspan. Itu membutuhkan kesabaran yang cukup besar.

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, menentukan pelabelan titik, mencari kardinalitas titik dan sisi, dan menentukan *dominating metric dimation number* serta mengekspan graf. Dibawah ini akan dijelaskan potret fasenya. Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa M1 mengerjakan masalah *dominating metric dimation number* tidak memulainya dari sub indikator menggambar namun ia mulai dari memperkirakan oleh sebab itu M1 melakukan loncatan dari sub indikator 1a ke 2a. Kemudian M1 kembali ke sub indikator 1a menggali informasi. Setelah itu mahasiswa menyelesaikan masalah dengan runtut sesuai dengan urutan sub indikator yang ada.

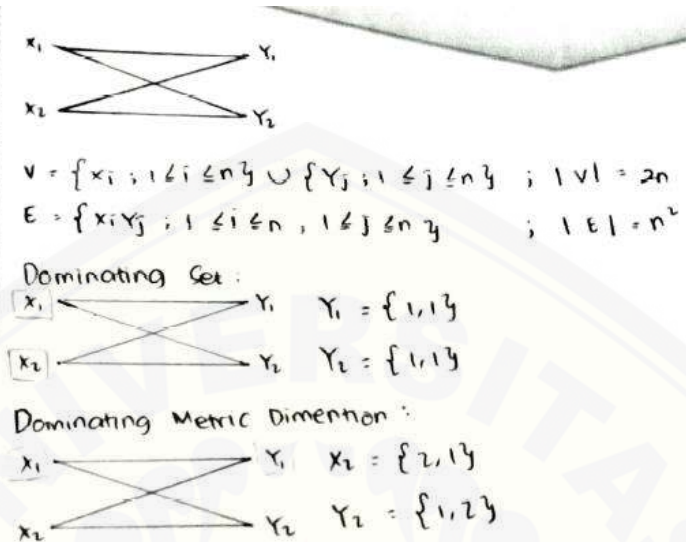


Gambar 4.5 Potret Fase M1

b) Mahasiswa 2 (M2) dengan keterampilan level *active*

Hasil pekerjaan yang pertama yaitu pekerjaan mahasiswa 2 (M2) dengan keterampilan level *active*. M2 dapat menemukan kardinalitas titik dan sisi,

dominating set, *metric dimention*, dan *dominating metric dimention number*. Hasil pekerjaan M2



Gambar 4.6 Hasil Pekerjaan M2

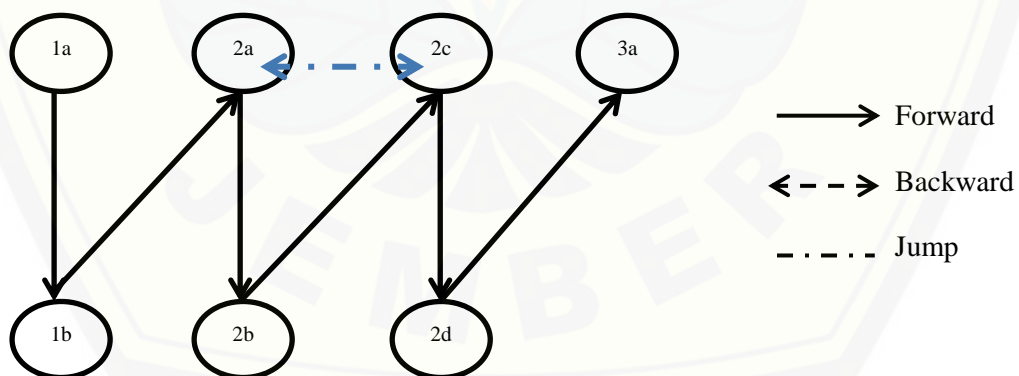
Untuk mengetahui proses aktivitas berpikir membuktikan secara matematis yang dilakukan M2 selama menyelesaikan post tes. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan proses berpikir keterampilan berpikir membuktikan secara matematis M2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut hasil pekerjaan dan petikan hasil wawancara dengan M2 :

- Peneliti : Bagaimana tanggapan anda setelah membaca permasalahan tersebut ?
- Mahasiswa 2 : Saya merasa kebingungan tetapi setelah mendengarkan penjelasan dari ibu, saya mulai memahami tentang konsep *dominating metric dimention number*
- Peneliti : Baiklah. Coba anda jelaskan bagaimana langkah-langkah sistematis menentukan *dominating metric dimention number* ?
- Mahasiswa 2 : Sebelum menentukan *dominating metric dimention number*, terlebih dahulu kita harus menemukan graf. Kemudian pelabelan titik, kardinalitas titik dan sisi, dan menentukan *dominating metric dimention number*.
- Peneliti : Apakah anda mengalami kesulitan dalam menyelesaikan

permasalahan tersebut ?

Mahasiswa 2 : Iya ibu, saya mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut

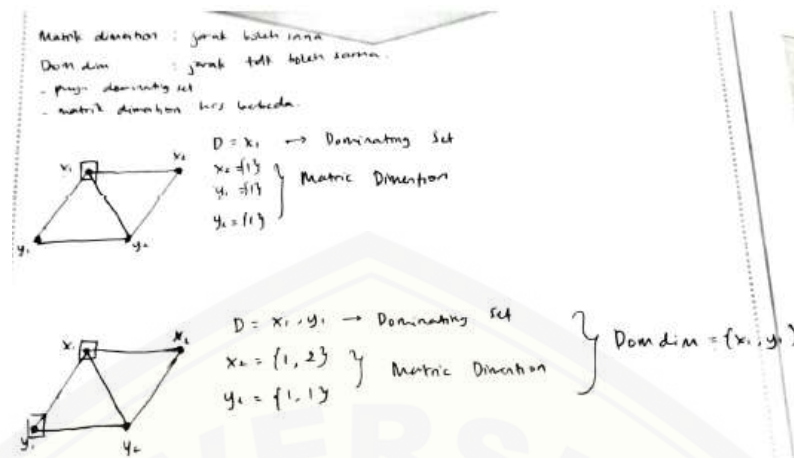
Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 2 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan. M2 mampu menyelesaikan permasalahan yang diberikan hanya saja pengerjaannya masih dibawah mahasiswa 1. Dibawah ini akan dijelaskan potret fasenya. Pada Gambar 4.7 menunjukan bahwa M2 mengerjakan masalah *dominating metric dimention number* dimulainya dari sub indikator 1a yaitu menggali informasi tentang materi yang diperoleh. M2 untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dari sub indikator 2a ke 3a yaitu menggambar graf langsung menentukan *dominating set* dan *metric dimention*. Kemudian kembali ke sub indikator 2a. Setelah itu mahasiswa menyelesaikan masalah dengan runtut sesuai dengan urutan sub indikator yang ada.



Gambar 4.7 Potret Fase M2

c) Mahasiswa 3 (M3) dengan keterampilan level *less active*

Hasil pekerjaan yang ketiga yaitu pekerjaan mahasiswa 3 (M3) dengan keterampilan level *less active*. M3 dapat menemukan kardinalitas titik dan sisi, *dominating set*, *metric dimention*, dan *dominating metric dimention number* dengan waktu yang cukup lama. Hasil pekerjaan M3

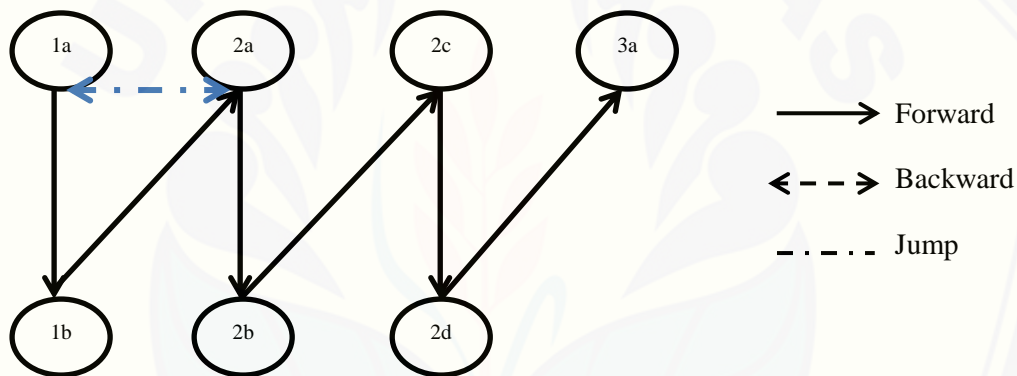


Gambar 4.8 Hasil Pekerjaan M3

Untuk mengetahui proses aktivitas berpikir membuktikan secara matematis yang dilakukan M3 selama menyelesaikan post tes. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan proses berpikir keterampilan berpikir membuktikan secara matematis M3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut hasil pekerjaan dan petikan hasil wawancara dengan M3:

- Peneliti : Bagaimana tanggapan anda setelah membaca permasalahan tersebut ?
- Mahasiswa 3 : Saya merasa kebingungan bu
- Peneliti : Materi apa yang anda pahami ?
- Mahasiswa 3 : Mencari pelabelan titik dan kardinalitas titik dan sisi
- Peneliti : Baiklah. Coba anda jelaskan bagaimana langkah-langkah sistematis menentukan *dominating metric dimension number* ?
- Mahasiswa 3 : Sebelum menentukan *dominating metric dimension number*, terlebih dahulu kita harus menemukan graf. Kemudian pelabelan titik, kardinalitas titik dan sisi, dan menentukan *dominating metric dimension number*.
- Peneliti : Apakah anda mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut ?
- Mahasiswa 3 : Iya ibu, saya mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut

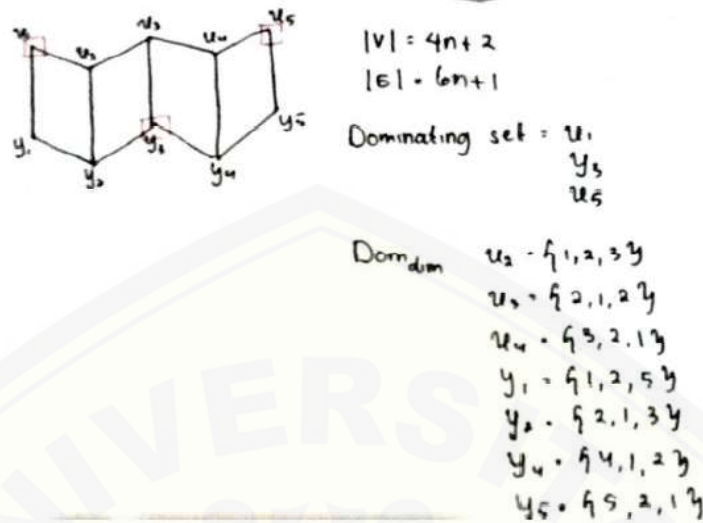
Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 3 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan meskipun masih dibimbing oleh peneliti. Dibawah ini akan dijelaskan potret fasenya. Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa M3 mengerjakan masalah *dominating metric dimation number* dimulai dari sub indikator menggali informasi tentang materi yang diperoleh. Kemudian ke sub indikator 2a yaitu menggambar graf. Kemudian setelah itu kembali lagi ke sub indikator 1a. Setelah itu mahasiswa menyelesaikan masalah dengan runtut sesuai dengan urutan sub indikator yang ada.



Gambar 4.9 Potret Fase M3

d) Mahasiswa 4 (M4) dengan keterampilan level *inactive*

Hasil pekerjaan yang ketiga yaitu pekerjaan mahasiswa 4 (M4) dengan keterampilan level *inactive*. M4 dapat menemukan kardinalitas titik dan sisi, *dominating set*, *metric dimation*, dan *dominating metric dimation number* dengan waktu yang sangat lama. Hasil pekerjaan M4



Gambar 4.10 Hasil Pekerjaan M4

Untuk mengetahui proses aktivitas berpikir membuktikan secara matematis yang dilakukan M4 selama menyelesaikan post tes. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan proses berpikir keterampilan membuktikan secara matematis M4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut hasil pekerjaan dan petikan hasil wawancara dengan M4:

Peneliti : Bagaimana tanggapan anda setelah membaca permasalahan tersebut ?

Mahasiswa 3 : Saya mengamati sejenak LKM yang diberikan oleh ibu. Dan saya merasa kebingungan.

Peneliti : Materi apa yang anda pahami ?

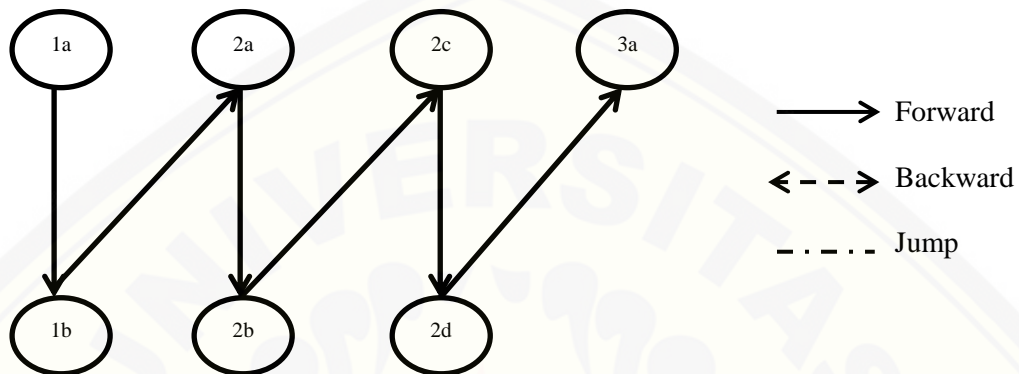
Mahasiswa 3 : Mencari pelabelan titik

Peneliti : Apakah anda mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut ?

Mahasiswa 2 : Iya ibu, saya mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut

Wawancara digunakan untuk mengeksplor langkah pemikiran M4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 4 berhasil menyelesaikan masalah yang diberikan meskipun masih dibimbing oleh peneliti.

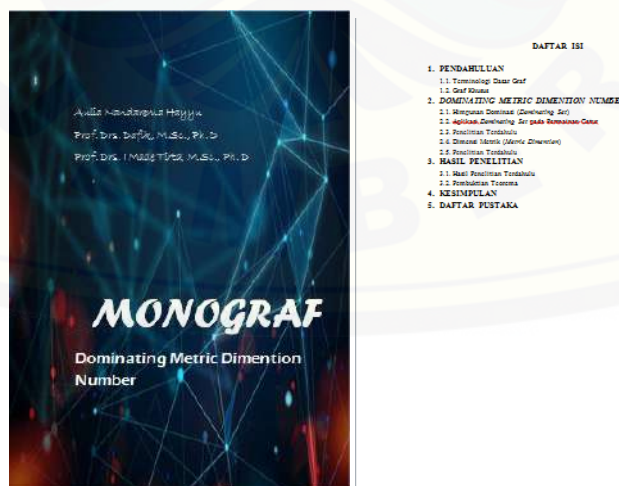
Dibawah ini akan dijelaskan potret fasenya. Pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa M4 mengerjakan masalah *dominating metric dimention number* dimulai dari sub indikator yang ada. Setelah itu mahasiswa menyelesaikan masalah dengan runtut sesuai dengan urutan sub indikator yang ada.



Gambar 4.11 Potret Fase M4

4.5 Monograf

Secara keseluruhan monograf berisi penjelasan konsep *dominating metric dimention number*. Monograf terbagi menjadi beberapa bagian yaitu konsep dasar graf, *dominating metric dimention number*, penemuan terdahulu dan temuan baru yang ditemukan oleh peneliti dan mahasiswa yang menjadi subjek penelitian pembelajaran *inquiry based learning*. Berikut gambar cover dari monograf.



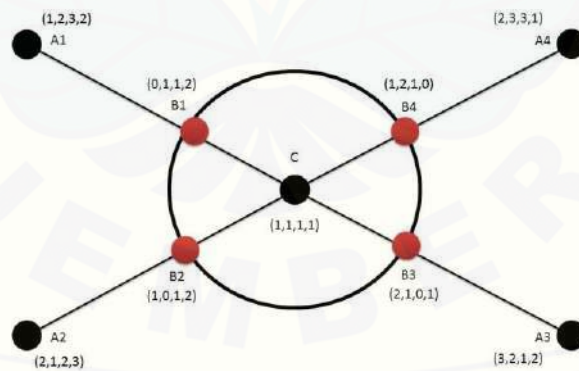
Gambar 4.12 Monograf

Materi yang digunakan dalam pengembangan perangkat ini yaitu *dominating metric dimention number* untuk menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Graf temuan yang ditemukan oleh peneliti dan mahasiswa akan dirangkum dalam sebuah monograf. Terdapat lima langkah yang perlu mahasiswa lakukan untuk menemukan *dominating metric dimention number* antara lain :

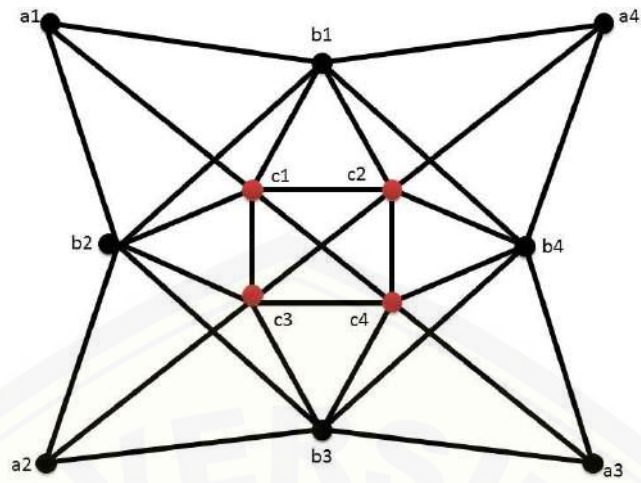
1. Menentukan graf dan kardinalitasnya
2. Menentukan pelabelan titik
3. Menentukan *dominating set* dan *metric dimention*
4. Menentukan *dominating metric dimention number*

Selain indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa, monograf juga memuat aktivitas atau langkah-langkah riset yang dapat membantu mahasiswa untuk menemukan *dominating metric dimention number*. Monograf ini menghasilkan 4 teorema yaitu :

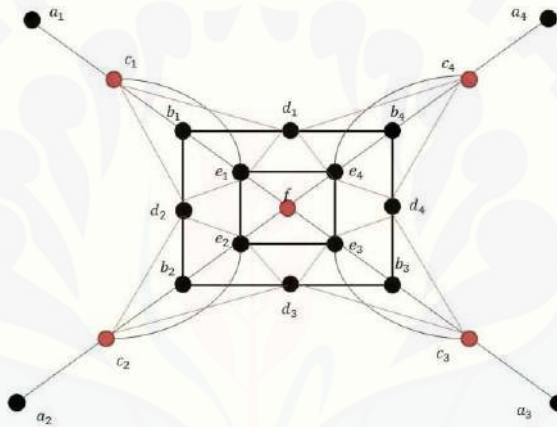
- H_m is $\gamma_r(H_m) = m$, untuk $m \geq 3$
- $L(H_m)$ is $\gamma_r(L(H_m)) = m$, untuk $m \geq 3$
- $M(H_m)$ is $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$, untuk $m \geq 3$
- $T(H_m)$ is $\gamma_r(T(H_m)) = m + 1$, untuk $m \geq 3$



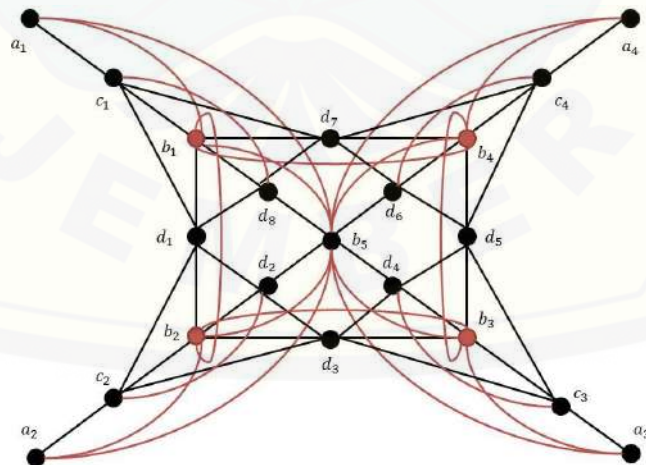
Gambar 4.13 Helm Graph



Gambar 4.14 Line Helm Graph



Gambar 4.15 Middle Helm Graph



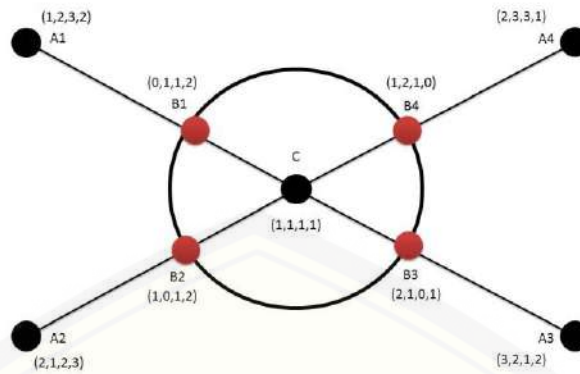
Gambar 4.16 Total Helm Graph

4.6 Pembahasan

4.6.1 Pembahasan Keefektifan dan Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Pembahasan keefektifan dan kepraktisan perangkat pembelajaran akan menyajikan ketercapaian kriteria kualitas dari perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dengan menggunakan model *inquiry based learning* untuk menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan pada bab 3, sebuah perangkat pembelajaran dikatakan baik apabila memenuhi kriteria kevalidan antara 3 sampai 4. Sedangkan memenuhi kriteria kepraktisan apabila skor aktivitas dosen mencapai persentase $\geq 80\%$. Validitas rencana pembelajaran meliputi rencana pembelajaran, LKM dan THB yang dilakukan oleh dua orang validator. Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dikatakan valid apabila koefisien validitasnya ≥ 3 . Berdasarkan hasil validitas dari 2 validator didapatkan hasil bahwa koefisien validitas untuk rencana pembelajaran adalah 3,79 , untuk LKM sebesar 3,83 , dan untuk THB sebesar 3,83. Secara umum hasil validitas dari validator terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan adalah baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Berdasarkan hasil tersebut maka perangkat pembelajaran tersebut dapat dikatakan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di tingkat S1 Pendidikan Matematika. Uji coba lapangan menggunakan model *inquiry based learning* untuk mengukur dan menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Pertemuan pertama dosen membahas tentang konsep *dominating metric dimension number* dan kardinalitas sebagai pengetahuan awal bagi mahasiswa. Awalnya mahasiswa diberikan graf yang sama (LKM) untuk dicari kardinalitasnya namun di akhir pertemuan pertama, mahasiswa diminta untuk membuat graf dan dicari kardinalitasnya. Selanjutnya dosen berkeliling untuk mengetahui kesulitan yang dialami oleh mahasiswa.



Gambar 4.17 Gambar *Dominating Metric Dimension Number* pada H_4

Berdasarkan gambar 4.6 Gambar *Dominating Metric Dimension Number* pada H_4 merupakan hasil temuan mahasiswa. Setelah menjelaskan secara singkat tentang konsep *Dominating Metric Dimension Number* maka mahasiswa menyelesaikan permasalahan yang ada di LKM. Dosen bertugas untuk berkeliling mengevaluasi serta menjadi fasilitator jika ada mahasiswa yang mengalami kesulitan. Kriteria kevalidan perangkat pembelajaran yang ada pada bab 3 menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria. Rencana pembelajaran sebagai skenario pembelajaran di dalam kelas, LKM digunakan sebagai media pembelajaran dalam kajian *dominating metric dimension number* dan THB untuk mengukur keterampilan berpikir membutuhkan secara matematis mahasiswa. Hasil THB mahasiswa akan dimasukkan ke dalam monograf sebagai temuan baru dalam penelitian *dominating metric dimension number*.

Uji coba yang dilakukan pada saat kegiatan pembelajaran menghasilkan ketercapaian kriteria terkait kualitas perangkat pembelajaran seperti kepraktisan dan keefektifan. Berdasarkan uraian di bab 3, perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika tingkat pencapaian aktivitas dosen dalam kegiatan pembelajaran mencapai kategori baik. Hasil penilaian observer pada hari pertama 92% dan pertemuan kedua 97% dengan rata-rata keseluruhan 94,33%. Hal tersebut menunjukkan bahwa persentase aktivitas dosen berada diantara 80% - 100%.

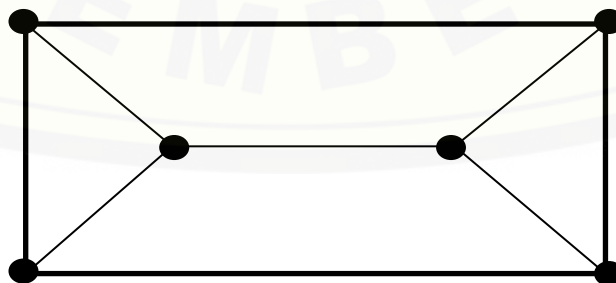
Maka berdasarkan hasil penilaian observer maka perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kepraktisan yang baik.

Sedangkan uji keefektifan perangkat pembelajaran dilakukan dengan menggunakan analisis terhadap observasi aktivitas mahasiswa, tes hasil belajar dan angket respon mahasiswa. Berdasar hasil uji keefektifan maka diperoleh persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 87,5% dan pertemuan kedua 90,25% dengan rata-rata keseluruhan 88,88%. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan efektif. Berdasar hasil THB mahasiswa juga memenuhi kriteria baik dan angket respon mahasiswa yang positif sehingga perangkat pembelajaran telah mencapai kriteria keefektifan yang baik.

4.6.2 Pembahasan Temuan *Dominating Metric Dimention Number*

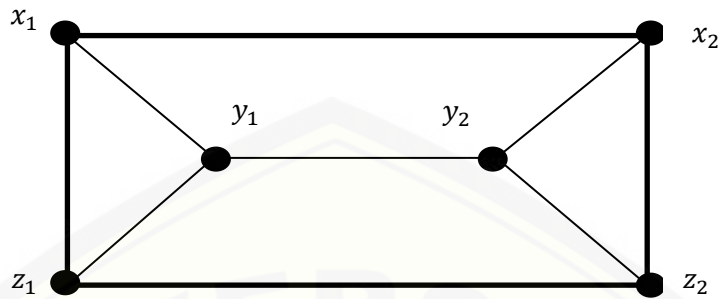
Materi yang digunakan dalam pengembangan perangkat ini yaitu *dominating metric dimention number* untuk menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Graf temuan yang ditemukan oleh mahasiswa dan peneliti akan dirangkum dalam sebuah monograf. Terdapat lima langkah yang perlu mahasiswa lakukan untuk menemukan *dominating metric dimention number* antara lain: (1) menentukan graf dan kardinalitasnya, (2) menentukan pelabelan titik pada graf, (3) menentukan *dominating set*, (4) menentukan metric dimention, (5) menentukan *dominating metric dimention number*. Berikut salah satu graf hasil temuan peneliti

- a) Tentukan dan gambar graf yang akan dijadikan objek riset



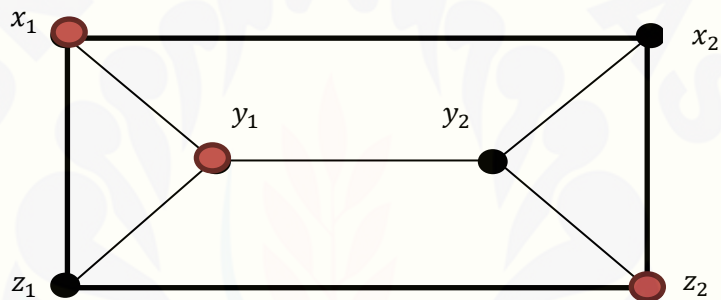
Gambar 4.18 Graf hasil temuan

b) Tentukan pelabelan titik pada graf



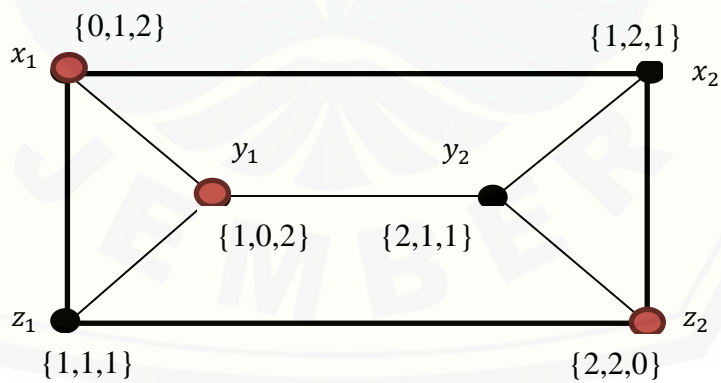
Gambar 4.19 Pelabelan titik

c) Tentukan *dominating set*



Gambar 4.20 Graf hasil *dominating set*

d) Tentukan *metric dimation*



Gambar 4.21 Graf hasil *metric dimation*

e) Tentukan *dominating metric dimation number*

$$Dom_{Dim}(G) = [n + 2]$$

4.6.3 Pembahasan Keterampilan Berpikir Pembuktian Secara Matematis

Tujuan dari pengembangan perangkat pada penelitian ini untuk menganalisis keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa. Adapun indikator keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa dalam konsep *dominating metric dimention number* :

1) *Entry Phase*

- Mahasiswa mampu mandiri dalam menggali informasi yang diperoleh
- Mahasiswa mampu memiliki pemikiran sistematis setelah mendapatkan penjelasan tentang konsep *dominating metric dimention number*

2) *Attack Phase*

- Mahasiswa mampu menentukan graf yang akan diteliti
- Mahasiswa mampu menentukan pelabelan titik pada graf yang sudah ditemukan
- Mahasiswa mampu menentukan *dominating set* dan *metric dimention* pada graf yang sudah ditemukan
- Mahasiswa mampu menentukan *dominating metric dimention number*

3) *Review Phase*

- Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konsep menentukan *dominating metric dimention number* secara matematis

4.6.4 Pengaruh Inquiry Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Membuktikan Secara Matematis

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi pembelajaran berbasis penelitian (IBL) pada keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *dominating metric dimention number*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis penelitian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa di kelas eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar dan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa terlihat pada post-test. Nilai kelas eksperimen secara

signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran IBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa.

Adapun hasil penelitian yang diperoleh pada kelas eksperimen sebagai berikut 2% berada pada kategori *inactive*, 10% berada pada kategori *less active*, 16% berada pada kategori *active* dan 22% berada pada kategori *very active*. Sedangkan pada kelas kontrol sebagai berikut 8% berada pada kategori *inactive*, 12% berada pada kategori *less active*, 15% berada pada kategori *active* dan 15% berada pada kategori *very active*. Hasil uji independen diperoleh varians nilai sig. (2-tailed) $0.000 < 0.05$. Dapat disimpulkan bahwa hasil postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *inquiry based learning* di dalam pembelajarannya. Hal ini sesuai dengan Piaget (Mulyasa, 2008) bahwa model pembelajaran inkuiri adalah model pembelajaran yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari jawabannya sendiri serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan anak lain.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *inquiry based learning* untuk mengukur keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa pada kajian *dominating metric dimention number* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Proses pengembangan perangkat pembelajaran ini menggunakan model Thiagarajan atau dikenal dengan *four-D*. Tahap-tahap yang dilakukan meliputi:
 - a. Tahap pendefinisian yaitu dimana mahasiswa dapat memahami konsep *dominating metric dimention number*
 - b. Tahap perancangan yaitu dimana mahasiswa dapat memahami konsep dari perangkat yang terdapat pada LKM, pre-test, dan post-test
 - c. Tahap pengembangan. Pada tahap ini perangkat pembelajaran divalidasi oleh dua validator.
 - d. Tahap penyebaran, dalam penelitian ini tahap penyebaran dilakukan pada S1 Pendidikan Matematika Universitas Jember.
2. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah hasil analisis data validasi yang terdiri dari hasil validasi rencana pembelajaran, hasil rekapitulasi validasi LKM, hasil validasi THB dimana masing-masing mendapatkan prosentase 92,625%, 94,33%, dan 95,8%.
3. Berdasarkan hasil analisis aktivitas mahasiswa dalam keterampilan berpikir membuktikan secara matematis mahasiswa melalui post tes diperoleh data yaitu sebesar 89,5 % dimana keaktifan mahasiswa menurut skor rata-rata memenuhi kriteria baik.
4. Potret fase keterampilan berpikir membuktikan secara matematis yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan

keterampilan *very active*, *active*, *less active*, dan *inactive* potret fase dari ke empat mahasiswa tersebut.

5. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti yaitu *helm graph*, *line helm graph*, *middle helm graph*, dan *total helm graph*

5.2 Saran

Terkait dengan penelitian pengembangan perangkat pembelajaran, terdapat beberapa saran atau masukan sebagai berikut:

- 1) Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *inquiry based learning* pada kajian *dominating metric dimension number*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain atau mengganti dengan model pembelajaran yang lain.
- 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

- Agustin, I. H. And Dafik. 2014. *On the domination number of some familiar of special graph*. Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika. Universitas Jember
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Barman and Kotar. 1989. "Inquiry Based Learning". <http://www.usoe.k12.ut.us/curr/science/core/6th/TRB6/inquiry.htm>
- Cahyanti, Anggraeny Endah. 2016. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pendekatan Sainifik Model Problem Based Learning dan High Order Thinking Materi Barisan dan Deret SMK Kelas X*. Jember: Universitas
- Dickerson, D. S. 2008. High School Mathematics Teachers' Understandings of the Purposes of Mathematical Proof, Disertasi pada Syracuse University: Tidak dipublikasikan.
- Echols, J. M. dan Shadily, H. 2005. *Kamus Inggris Indonesia: An English Indonesian Dictionary*. Jakarta: PT Gramedia
- Gulo, W. 2005. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Haynes, T. W. And Henning, M. A. 2002. Total domination good vertices in graphs. *Australasian Journal of Combinatorics*, pages **305-315**
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila. <https://preprint.math.uni-hamburg.de/public/papers/hbam/hbam201109.pdf>
- Lestari, Kurunia Eka. 2015. *Analisis Kemampuan Pembuktian Matematis Mahasiswa Menggunakan Pendekatan Induktif-Deduktif Pada Mata Kuliah Analisis Real*. *Jurnal Mendidik* No.2 Volume 1 Oktober.
- Mason, J., Burton, L., Stacey, K. 2010. *Thinking Mathematically* Second Edition. England: Pearson Education Limited.

- Mulyasa, E. 2008. *Menjadi Guru Professional Menciptakan Pembelajaran Kreatif Dan Menyenangkan*. Bandung: Remaja Rosda Karya Sanjaya
- Muslich, M. 2008. *KTSP Pembelajaran Berbasis Kompetensi Dan Kontekstual*. Jakarta: Bumi Aksara
- Moore, R.C. 1994. *Making the transition to Formal Proof*. Educational Studies in Mathematics, **27**: 249-266.
- NCTM. 2000. *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Rawamangun-Jakarta: Kencana Perdana Media Group
- Sabri. 2003. *Prospective Secondary School Teachers' Conceptions of Mathematical Proof in Indonesia*, Tesis, tidak diterbitkan, Universitas Curtin
- Tall, D. 1998. *The Cognitive Development of Proof: Is Mathematical Proof For All or Some ?* Conference of the University of Chicago School Mathematics Project.
- Tall, David. 1991. *Adveced Mathematical Thinking*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- VanSpronsen, H. D. 2008. *Proof Processes of Novice Mathematics Proof Writers*. Disertasi pada The University of Montana Missoula

Lampiran A.1. Matrik Penelitian

Judul Penelitian	Perumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
<p>Pengembangan Perangkat Pembelajaran <i>Inquiry Based Learning</i> dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Pembuktian secara Matematis Mahasiswa Menyelesaikan Masalah <i>Dominating metric dimension number</i> pada graf khusus</p>	<p>1. bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran dengan <i>inquiry based learning</i> dalam menyelesaikan masalah <i>dominating metric dimension number</i> diperoleh perangkat pembelajaran yang valid, praktis dan efektif? 2. bagaimanakah hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan <i>inquiry</i></p>	<p>1. Pengembangan 4D</p>	<p>1. Define 2. Design 3. Develop 4. Disseminate</p>	<p>1. Dosen pengampu mata kuliah matematika Diskrit 2. Validator ahli 3. Data lembar observasi berfikir pembuktian secara matematis 4. Data respon mahasiswa</p>	<p>1. Metode penelitian yaitu <i>mixed methods</i> atau metode kombinasi (menggabungkan penelitian pengembangan dan penelitian eksperimen), sedangkan model metode kombinasi adalah <i>Sequential Exploratory Design</i> 2. Tempat uji coba: Program studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember 3. Prosedur penelitian:</p>

	<p><i>based learning</i> dalam menyelesaikan masalah <i>dominating metric dimension</i> diperoleh perangkat pembelajaran yang valid, praktis dan efektif?</p> <p>3. Adakah pengaruh perangkat pembelajaran dengan <i>inquiry based learning</i> terhadap ketrampilan berfikir pembuktian secara matematis dalam menyelesaikan masalah <i>dominating metric dimension</i> ?</p>				<p><i>Four – D</i> model terdiri dari tahap pendefinisian, tahap perancangan, tahap pengembangan</p> <p>4. Metode pengumpulan data:</p> <ol style="list-style-type: none"> Validasi ahli Observasi Tes hasil belajar Pengisian angket Wawancara <p>5. Analisis data:</p> <ol style="list-style-type: none"> Kevalidan perangkat pembelajaran $V_r = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}$ <p>Keterangan: V_r : nilai rata-rata</p>
--	--	--	--	--	--

					<p>keseluruhan untuk semua aspek K_i : rata-rata aspek ke-i n : banyaknya aspek</p> <p>b. Data kepraktisan perangkat pembelajaran</p> $SR = \frac{ST}{SM} \times 100\%$ <p>SR : Skor rata-rata hasil observasi ST : Skor total dari observer SM : Skor maksimal yang dapat diperoleh dari hasil observasi</p> <p>c. Data keefektifan</p> <p>(i) analisis data hasil observasi kegiatan siswa</p> $Pa = \frac{As}{N} \times 100\%$ <p>Keterangan : Pa = presentase aktivitas siswa</p>
--	--	--	--	--	--

				<p>As = jumlah skor yang diperoleh siswa</p> <p>N = jumlah skor total</p> <p>(ii) analisis data hasil tes belajar</p> $TPS = \frac{\sum n_i}{\sum n} \times 100\%$ <p>TPS : Ketuntasan belajar klasikal</p> <p>Σn_i : jumlah siswa yang tuntas</p> <p>Σn : jumlah total siswa</p> <p>(iii) Analisis data respon siswa</p> $\gamma = \frac{n}{N} \times 100\%$ <p>γ = presentase respon</p> <p>n = banyak siswa yang memberikan respon positif minimal 75% dalam angket</p> <p>N = banyak siswa seluruhnya.</p> <p>(iv) Kemampuan pemecahan masalah</p>
--	--	--	--	--

					$Cs = \frac{C}{N} \times 100\%$ <p> Cs = presentase kemampuan pemecahan masalah siswa C = jumlah skor yang diperoleh siswa N = jumlah skor total </p>
		2. <i>Inquiry Based Learning</i>	1. Orientasi 2. Merumuskan masalah 3. Mengajukan hipotesis 4. Mengumpulkan data 5. Menguji hipotesis 6. Menarik kesimpulan		
		3. keterampilan berfikir pembuktian secara matematis	1 <i>Entry Phase</i> 2 <i>Attack Phase</i> 3 <i>Review Phase</i>		
		4. <i>dominating metric dimension number</i>			

Lampiran A.2 Silabus

 UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM PROGRAM STUDI MAGISTER MATEMATIKA	
SILABUS	
Nama Mata Kuliah	: Matematika Diskrit
Kode Mata Kuliah	: KPM1422
Semester	: 4
SKS	: 2
Dosen Pengampu Mata Kuliah	: Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D.
Tim Pengajar	: Robiatul Adawiyah, S.Pd., M. Si.
Diskripsi Mata Kuliah	: Matakuliah ini berisi kajian tentang Logika dan penalaran, Teori himpunan, Matriks, Relasi dan fungsi, Induksi matematika, Algoritma, Teori bilangan bulat, Barisan dan deret, Teori grup dan ring, Kombinatorial, Prinsip rumah merpati, Teori graf, Pelabelan graf, Pewarnaan graf
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	: Menguasai konsep matematika diskrit serta Menguasai dan mengaplikasikan konsep matematika diskrit dan pemikiran logis dalam merancang dan melaksanakan penelitian untuk menghasilkan alternatif penyelesaian masalah yang bersifat praktis dan bertanggungjawab terhadapnya.
Bahan Kajian	: <ol style="list-style-type: none"> 1. Logika dan penalaran 2. Teori himpunan 3. Matriks 4. Relasi dan fungsi 5. Induksi matematika

		<ol style="list-style-type: none">6. Algoritma7. Teori bilangan bulat8. Barisan dan deret9. Teori grup dan ring10. Kombinatorial11. Prinsip rumah merpati12. Teori graf13. Pelabelan dan Pewarnaan graf
Referensi	:	<ol style="list-style-type: none">1. Jurnal-jurnal ilmiah terkait pelabelan dan pewarnaan graf2. Sumber lain.



Lampiran A.3 Rencana Pembelajaran Semester

 UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA					
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)					
MATA KULIAH	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)	SEMESTER	Tgl Penyusunan
Matematika Diskrit	KPM1422		3	4	1 Februari 2019
OTORISASI	Dosen Pengembang RPS	Koordinator MK	Ketua Jurusan / Ketua Prodi	Dekan/Wakil Dekan 1	
	Tanda tangan	Tanda tangan	Tanda tangan	Tanda tangan	
	Robiatul Adawiyah, S.Pd., M.Si.	Prof. Dafik, M.Sc. Ph.D.	Susi Setiawani, S.Si., M.Sc.	Prof. Dafik, M.Sc. Ph.D.	
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL – Prodi				
	S8 S9	Sikap : Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri dengan menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik			
	PP.1	PP.A :			
	PP.2	Menguasai hakikat dan objek matematika sebagai dasar berpikir matematis			
		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>)			
KU.7	Ketrampilan Umum :				
KU.8	Mampu bertanggungjawab dan melakukan refleksi hasil kerja kelompok yang berada di bawah tanggungjawabnya				

	CP-MK	
	S8,S9, PP.1, PP.2, KU 7, KU 8	Menguasai konsep matematika diskrit serta Menguasai dan mengaplikasikan konsep matematika diskrit dan pemikiran logis dalam merancang dan melaksanakan penelitian untuk menghasilkan alternatif penyelesaian masalah yang bersifat praktis dan bertanggungjawab terhadapnya.
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	Matakuliah ini berisi kajian tentang Logika dan penalaran, Teori himpunan, Matriks, Relasi dan fungsi, Induksi matematika, Algoritma, Teori bilangan bulat, Barisan dan deret, Teori grup dan ring, Kombinatorial, Prinsip rumah merpati, Teori graf, Pelabelan graf, Pewarnaan graf	
Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan	14. Logika dan penalaran 15. Teori himpunan 16. Matriks 17. Relasi dan fungsi 18. Induksi matematika 19. Algoritma 20. Teori bilangan bulat 21. Barisan dan deret 22. Teori grup dan ring 23. Kombinatorial 24. Prinsip rumah merpati 25. Teori graf 26. Pelabelan dan Pewarnaan graf	
Daftar Pustaka/ Referensi	3. Jurnal-jurnal ilmiah terkait matematika diskrit 4. Sumber lain.	
Media Pembelajaran	<i>Software</i>	<i>Hardware</i>
	1. MS. Word 2. MS. Power point 3. LaTeX 4. Browser: E-Learning	1. Proyektor 2. LCD 3. Laptop/Komputer 4. Jurnal-jurnal yang relevan
Team Teaching	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D, Robiatul Adawiyah, S.Pd., M.Si.	
Matakuliah Prasarat	-	

Minggu ke-	Kemampuan Akhir yang Diharapkan (KAD)	Indikator	Kriteria dan Bentuk Penilaian	Metode Pembelajaran [Estimasi Waktu]	Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
1	Mahasiswa diharapkan mampu menentukan dan menelaah tujuan perkuliahan, aturan perkuliahan, strategi perkuliahan dan evaluasi perkuliahan	Kemampuan mahasiswa dalam menentukan dan menelaah aturan perkuliahan, strategi perkuliahan dan evaluasi perkuliahan dengan benar		(5) self- directed learning (SDL); [TM:2x50"] [TS:2x60"] [TD:2x60"]	Kontrak kuliah, RPS, Silabus	-
2	Mahasiswa diharapkan mampu - Menentukan dan menelaah mengenai Logika dan penalaran	Kemampuan mahasiswa dalam - menentukan dan menelaah mengenai logika dan penalaran dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Logika dan penalaran	Kognitif 5% Afektif 5% Psikomotor 5%

3	Mahasiswa diharapkan mampu menelaah teori himpunan	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah teori himpunan dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Teori himpunan	Kognitif 5% Afektif 5% Psikomotor 5%
4	Mahasiswa mampu menelaah dan menganalisis masalah <i>matriks</i>	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah dan menganalisis masalah <i>matriks</i> dengan tepat	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Matriks	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%
5	Mahasiswa mampu menelaah dan menganalisis masalah relasi dan fungsi	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah dan menganalisis masalah	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL);	Relasi dan fungsi	Kognitif 10% Afektif 5%

		<i>relasi dan fungsi dengan tepat</i>	-penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	[TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]		Psikomotor 5%
6	Mahasiswa mampu menelaah dan menganalisis masalah induksi matematika	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah dan menganalisis induksi matematika dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Induksi matematika	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%
7	Mahasiswa mampu menelaah dan menganalisis masalah algoritma	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah dan menganalisis masalah algoritma dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Algoritma	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%

			Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)			
8	UTS	Kemampuan mahasiswa dalam menemukan penyelesaian/solusi soal-soal UTS dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 4. Paper and Pencil test atau penilaian tertulis dan lisan	(14) Paperwork; [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Materi 1-7	Kognitif 30%
9	Mahasiswa mampu menelaah dan menganalisis teori bilangan bulat	Kemampuan mahasiswa dalam menelaah dan menganalisis teori bilangan bulat dengan tepat	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Teori bilangan bulat	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%

			presentasi)			
10	Mahasiswa mampu menganalisis masalah barisan dan deret	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah barisan dan deret dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Barisan dan deret	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%
11	Mahasiswa mampu menganalisis masalah teori grup dan ring	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah teori grup dan ring dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Teori grup dan ring	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%
12	Mahasiswa mampu menganalisis masalah kombinatorial	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL);	Kombinatorial	Kognitif 10%

		kombinatorial dengan benar	pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	[TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]		Afektif 5% Psikomotor 5%
13	Mahasiswa mampu menganalisis masalah Prinsip rumah merpati	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah Prinsip rumah merpati dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Prinsip rumah merpati	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%
14	Mahasiswa mampu menganalisis masalah Teori graf	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah Teori graf dengan benar	Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian	(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL); [TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]	Teori graf	Kognitif 10% Afektif 5% Psikomotor 5%

			<p>keterampilan umum</p> <p>Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)</p>			
15	Mahasiswa mampu menganalisis masalah Pelabelan dan Pewarnaan graf	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah Pelabelan dan Pewarnaan graf dengan benar	<p>Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum</p> <p>Assesment Method: 1. Performance Assesment atau penilaian kinerja (diskusi dan presentasi)</p>	<p>(6) belajar Kooperatif (cooperative learning/CL);</p> <p>[TM:3x50"] [TS:3x60"] [TD:3x60"]</p>	Pelabelan dan Pewarnaan graf	<p>Kognitif 10%</p> <p>Afektif 5%</p> <p>Psikomotor 5%</p>
16	UAS	Kemampuan mahasiswa dalam menemukan penyelesaian/solusi soal-soal UAS dengan benar	<p>Kriteria: -Penilaian Sikap -penilaian pengetahuan -penilaian keterampilan khusus -penilaian keterampilan umum</p> <p>Assesment Method: 4. Paper and Pencil</p>	<p>(14) Paperwork;</p> <p>[TM:2x50"] [TS:2x60"] [TD:2x60"]</p>	Materi 9-15	Kognitif 30%

			test atau penilaian tertulis dan lisan			
--	--	--	---	--	--	--





Lampiran A.4 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Fakultas	:	Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Prodi	:	Pendidikan Matematika
Mata Kuliah	:	Matematika Diskrit
Semester	:	3
SKS	:	
Dosen Pengampu	:	
Bahan Kajian	:	<i>Dominating Metric Dimension Number</i>
Kemampuan Akhir	:	Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>dominating metric dimension number</i> dari suatu graf
Sub Bahan Kajian	:	Kardinalitas, <i>dominating set</i> , <i>metric dimension</i> , <i>dominating metric dimension number</i>
Sumber Pembelajaran	:	Buku dan Jurnal Penelitian terkait
Media Pembelajaran	:	LKM
Pendekatan/metode	:	Penemuan berbasis riset
Skenario Pembelajaran	:	
➤ Pertemuan ke-	:	1 (2 x 50)

No	Kegiatan	Estimasi Waktu
1	Pra Pembelajaran Dosen dan mahasiswa menyiapkan buku & bahanbahan pembelajaran, LKM	5
2	Kegiatan Pendahuluan (1) Melakukan apersepsi, yaitu menyampaikan tujuan perkuliahan, (2) Memberikan motivasi kepada mahasiswa	15
3	Kegiatan Inti	<i>Stimulation</i>

No	Kegiatan	Estimasi Waktu
	(1) Menjelaskan secara singkat mengenai <i>Domination number</i> dan <i>metric dimension</i> (3) Mahasiswa mendengarkan penjelasan singkat dari praktikan	
	(4) Mahasiswa diberi Lembar Kerja Mahasiswa (5) Mengarahkan mahasiswa agar mengamati dan mengidentifikasi masalah-masalah yang diberikan pada LKM	<i>Problem Statement</i>
	(6) Membimbing mahasiswa untuk melakukan eksplorasi dalam menemukan berbagai alternative solusi permasalahan pada LKM	<i>Data Collection</i>
	(7) Melakukan pemantauan untuk memastikan proses pengerjakan menyelesaikan permasalahan sesuai dengan petunjuk di LKM	<i>Data processing</i>
	(8) Meminta setiap mahasiswa memeriksa hasil pengerjakan dan memeriksa rumus umum mengenai generalisasi pola yang diperoleh	<i>Verification</i>
	(9) Meminta mahasiswa untuk menuliskan rumus tiap Dominating metric dimension number.	<i>Generalization</i>
4	Penutup (1) Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas (2) Menginformasikan materi pada pertemuan selanjutnya	5

➤ **Pertemuan ke-**

: 2 (2 x 50)

No	Kegiatan	Estimasi Waktu
1	Pra Pembelajaran Dosen dan mahasiswa menyiapkan buku & bahanbahan pembelajaran, LKM	5
2	Kegiatan Pendahuluan (2) Melakukan apersepsi, yaitu menyampaikan tujuan perkuliahan, (3) Memberikan motivasi kepada mahasiswa	15
3	Kegiatan Inti (4) Menjelaskan secara singkat mengenai <i>Dominating metric dimension number</i> (5) Mahasiswa mendengarkan penjelasan singkat dari praktikan	<i>Stimulation</i>
	(6) Mahasiswa diberi Lembar Kerja Mahasiswa (7) Mengarahkan mahasiswa agar mengamati dan mengidentifikasi masalah-masalah yang diberikan pada LKM	<i>Problem Statement</i>
	(8) Membimbing mahasiswa untuk melakukan eksplorasi dalam menemukan berbagai alternative solusi permasalahan pada LKM	<i>Data Collection</i>
	(9) Melakukan pemantauan untuk memastikan proses pengerjakan menyelesaikan permasalahan sesuai dengan petunjuk di LKM	<i>Data processing</i>
	(10) Meminta setiap mahasiswa memeriksa hasil pengerjakan dan memeriksa rumus umum mengenai generalisasi pola yang diperoleh	<i>Verification</i>
	(11) Meminta mahasiswa untuk menuliskan rumus tiap <i>Dominating metric dimension number</i> .	<i>Generalization</i>

No	Kegiatan	Estimasi Waktu
4	Penutup (1) Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas (2) Menginformasikan materi pada pertemuan selanjutnya	5

Penilaian Hasil Belajar

Penilaian Proses : Aktivitas Mahasiswa

Jember, September 2019

Aulia Nandarema Hayyu
180220101007

Lampiran A.5 Lembar Validasi SAP

LEMBAR VALIDASI
SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : Kombinatorika
 Materi : *Dominating Metric Dimention Number*
 Kelas/ Semester :
 Nama Validator :

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *inquiry based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa.

B. Petunjuk

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan tujuan pembelajaran					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan				
II. Isi SAP					
1.	Sistematika penyusunan SAP				
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>inquiry based learning</i>				
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup				

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
III. Bahasa dan tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan 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. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum**):

- a. Satuan Acara Perkuliahan ini:
 - 1 : berarti “tidak baik”
 - 2 : berarti “cukup baik”
 - 3 : berarti “baik”
 - 4 : berarti “sangat baik”
- b. Satuan Acara Perkuliahan ini:
 - 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
 - 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
 - 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
 - 4: dapat digunakan tanpa revisi

***) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

E. Komentar dan saran perbaikan

.....


.....

.....

.....

Jember,

Validator



(Pichhe Alfari, S.Pd., M.Si.)

Lampiran A.6 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 *inquiry based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir pembuktian secara matematis peserta didik.

B. Petunjuk

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

1 : berarti “tidak baik”

2 : berarti “cukup baik”

3 : berarti “baik”

4 : berarti “sangat baik”

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				
II. Bahasa					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				
III. Isi LKM					
1.	LKM disajikan secara sistematis				
2.	Kebenaran konsep/ materi				
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa *				
6.	Penyajian LKM menarik				

*) Karakteristik keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa yang muncul pada LKM

D. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum**):

a. Lembar Kerja Mahasiswa ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. LKM Pembelajaran ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

***) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

E. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

.....

Jember,

Validator


(Pichha Atwani, S.Pd., M.Pd.)

Lampiran A.7 Lembar Validasi Post Test

LEMBAR VALIDASI POST TES**B. Petunjuk**

Mohon agar Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. Format					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes				
II. Bahasa					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>dominating metric dimension number</i>				
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa				
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal				
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/ menganalisis keterampilan berpikir pembuktian secara matematis mahasiswa				
III. Isi LKM					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				

C. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum**):

a. Post Tes ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. Post Tes ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi

3: dapat digunakan dengan sedikit revisi

4: dapat digunakan tanpa revisi

***) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

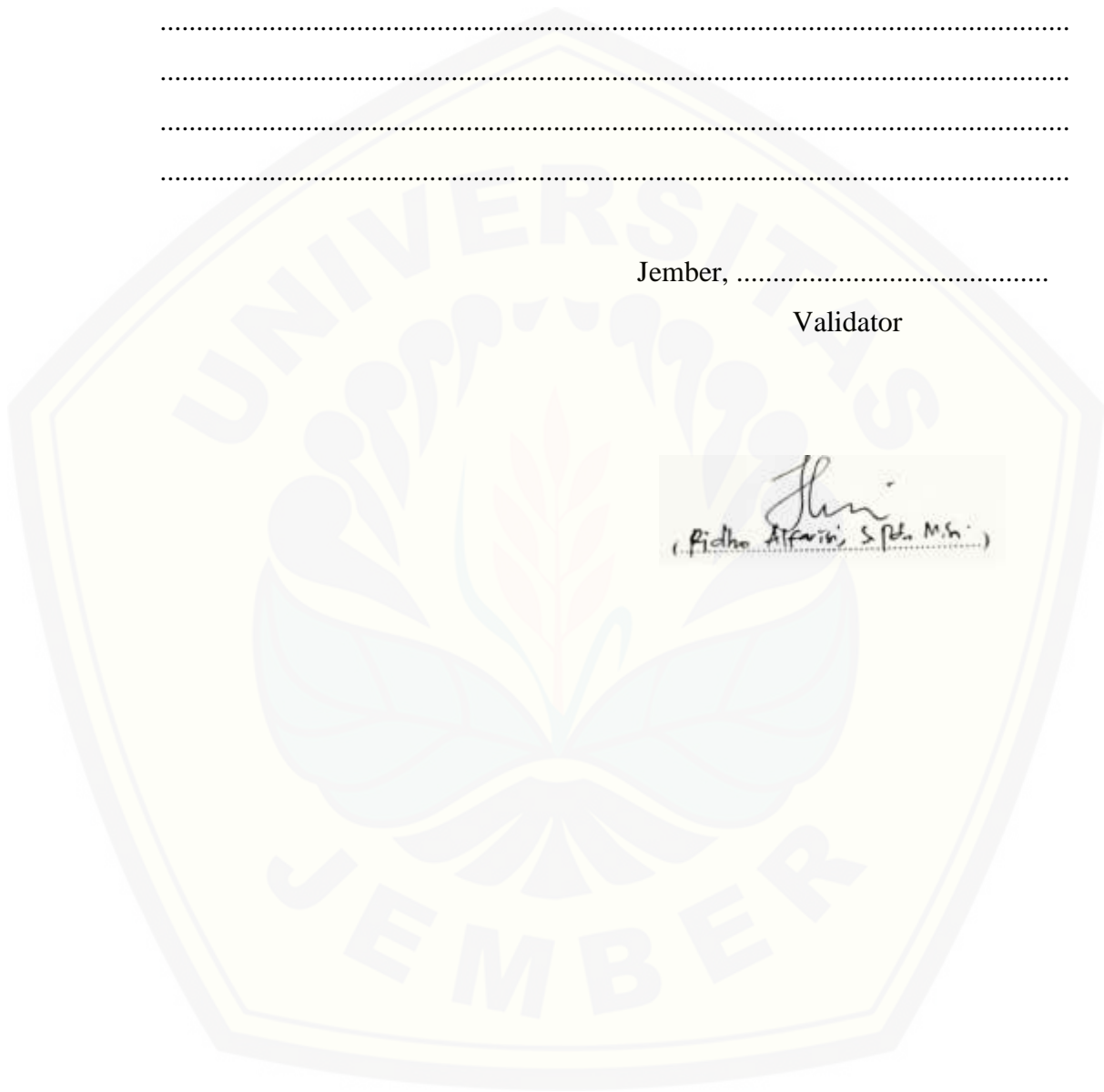
D. Komentar dan saran perbaikan

.....
.....
.....
.....

Jember,

Validator


(Pichu Alfawis, S.Pd., M.S.)



Lampiran A.8 Lembar Observasi Kemampuan Pendidik

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari/ tanggal observasi : Rabu, 13 November 2019

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *Dominating Metric Dimention Number*

Pertemuan ke- : 1

Petunjuk:

- Berilah tanda centang(✓) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. PENDAHULUAN					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
II. KEGIATAN INTI					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
III. PENUTUP					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				
2.	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya				
3.	Menutup dengan salam dan doa				

Saran :

.....

.....

.....

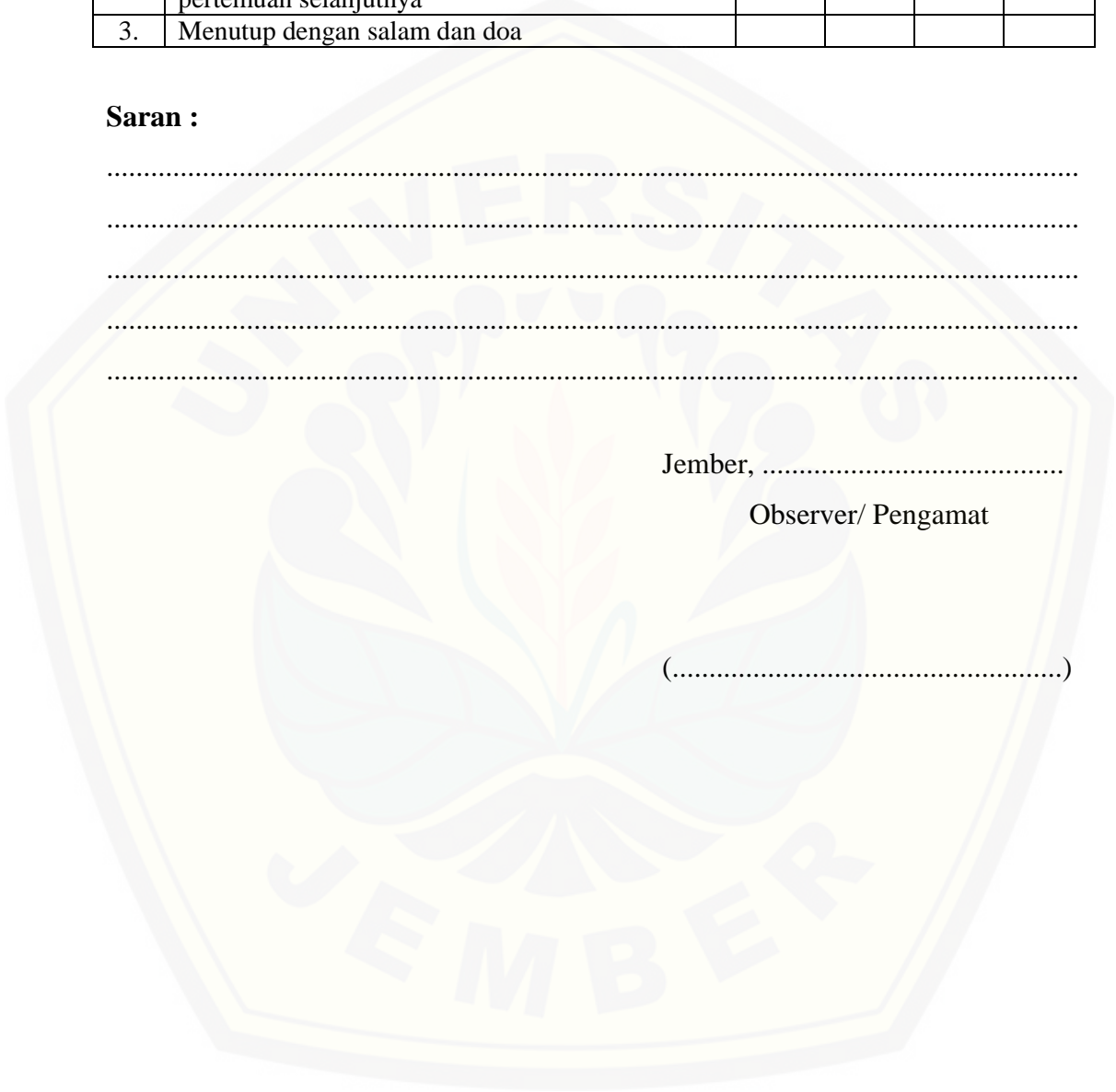
.....

.....

Jember,

Observer/ Pengamat

(.....)



Lampiran A.9 Lembar Observasi Pendidik Pembelajaran

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari/ tanggal observasi : Jumat, 15 November 2019

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *Dominating Metric Dimention Number*

Pertemuan ke- : 2

Petunjuk:

- Berilah tanda centang(√) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. PENDAHULUAN					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
II. KEGIATAN INTI					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
III. PENUTUP					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				
2.	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya				
3.	Menutup dengan salam dan doa				

Saran :

.....

.....

.....

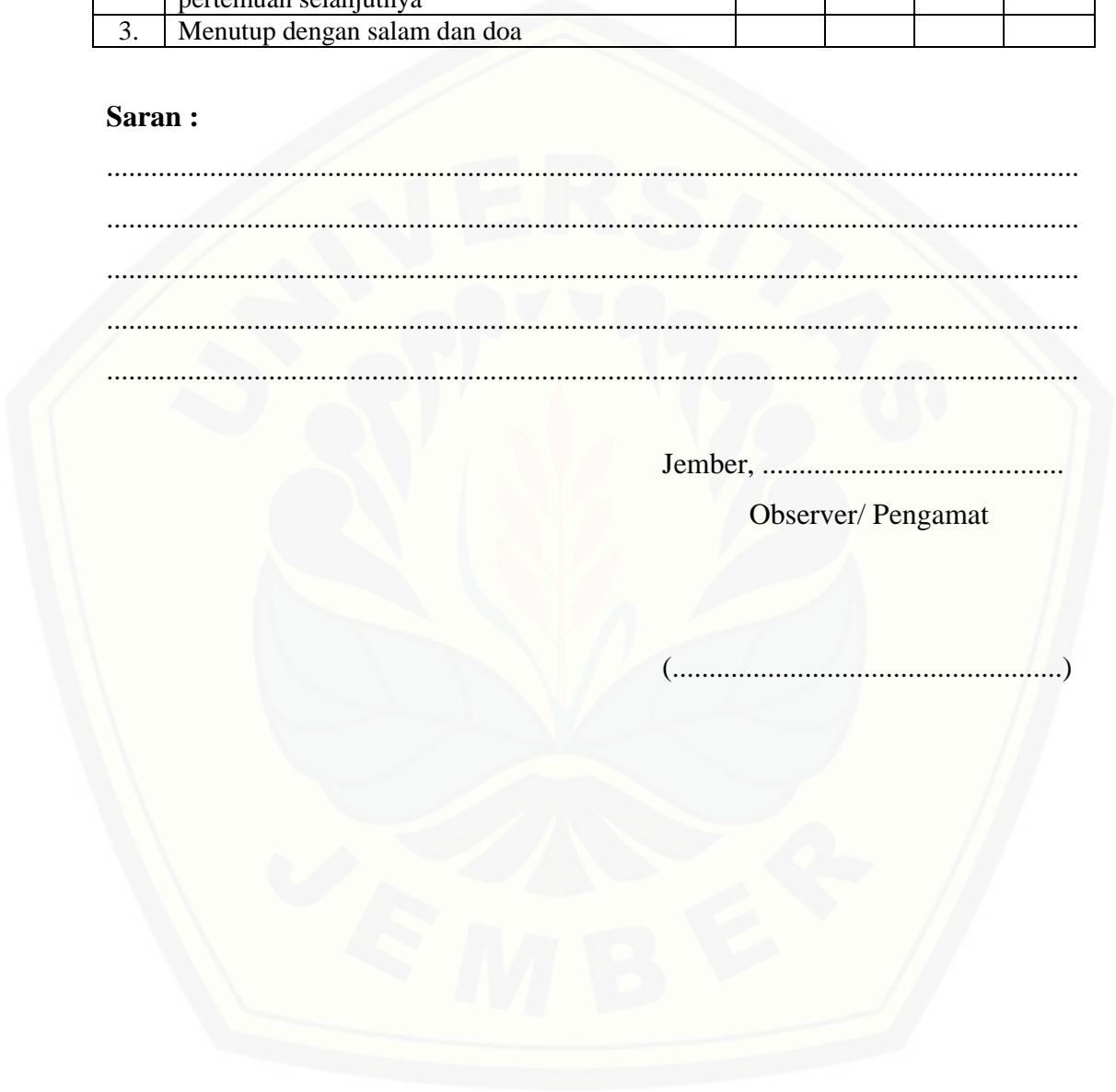
.....

.....

Jember,

Observer/ Pengamat

(.....)



Lembar A.9 Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Petunjuk

- Berilah tanda centang (√) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. PENDAHULUAN					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari				
II. KEGIATAN INTI					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				
III. PENUTUP					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				

Jember,

Observer/ Pengamat

(.....)

Lembar A.10 Angket Respon Mahasiswa

**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 *Inquiry Based Learning* pada materi *Dominating Metric Dimention 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 tandacentang (\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 Dosen Mengajar			
	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
3.	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?			
4.	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
5	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			

NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
			Lembar soal tes akhir riset	
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
7.	Apakah Anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?			
Jumlah Penilaian				
Presentase respon siswa				

Jember,

Mahasiswa

(.....)

Lembar A.11 Lembar Observasi Aktivitas Riset Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS RISET MAHASISWA

A. Petunjuk

- Berilah tanda centang (✓) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
1.	Memahami masalah				
2.	Mengidentifikasi masalah				
3.	Analisis Pola				
4.	Menyelesaikan seluruh proses generalisasi suatu masalah				
5.	Menulis laporan IBL.				

Jember,

Observasi/ Pengamat

(.....)

Lembar A.12 Pedoman Wawancara

PEDOMAN WAWANCARA**A. Petunjuk Wawancara**

1. Wawancara dilakukan setelah mahasiswa mengerjakan tes hasil belajar (Post tes)
2. Wawancara yang dilakukan dengan peserta didik 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 peserta didik kemampuan berpikir pembuktian secara matematis yang dilakukan setelah mengerjakan tes hasil belajar (Post tes)

B. Pedoman wawancara

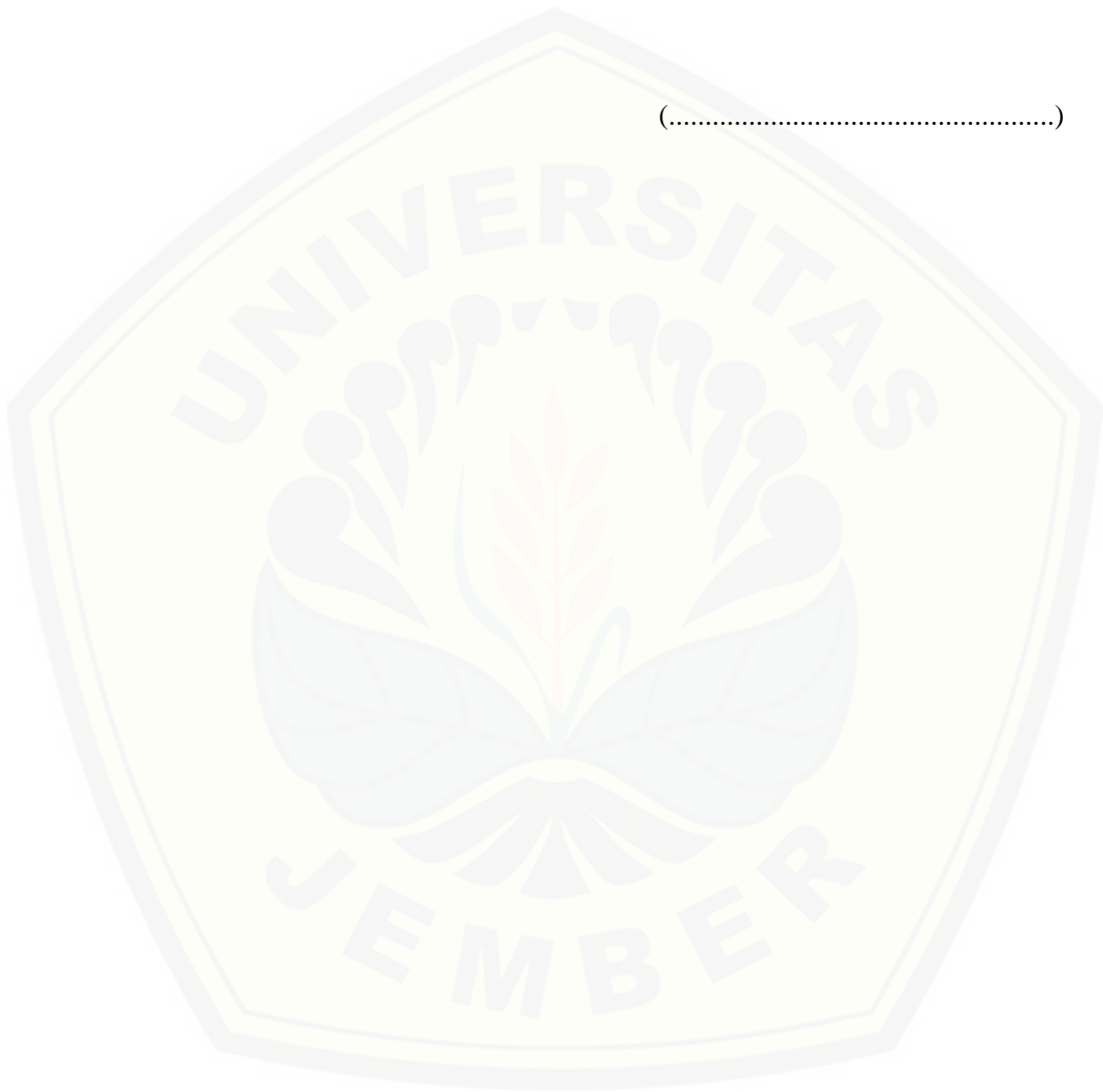
Faktor	Indikator	Pertanyaan
<i>Entry Phase</i>	Mampu memahami konsep dari materi dominating metric dimension number	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
<i>Attack Phase</i>	Mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide baru terhadap yang lain	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
	Mampu menjelaskan dan menjabarkan dari konsep materi dominating metric dimension number	
<i>Review Phase</i>	Mampu menjelaskan ulang tentang materi yang diberikan	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

--	--	--

Jember,

Observasi/ Pengamat

(.....)



Lampiran A.13 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 pembuktian secara matematis mahasiswa dalam menyelesaikan masalah pelabelan *dominating metric dimension number*.

B. Petunjuk

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No.	Aspek yang dinilai	Skala penelitian			
		1	2	3	4
1.	Pertanyaan yang diajukan dapat menggali indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif				
2.	Pertanyaan yang di ajukan mencerminkan penggunaan bahasa yang baik dan benar				
3.	Kalimat pertanyaan tidak mengandung arti ganda				
4.	Pertanyaan yang diajukan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami				

D. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum**):

a. Pedoman Wawancara ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. Pedoman Wawancara ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

***) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

E. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

.....

Jember,

Validator


(Pichha Alfawin, S.Pd., M.Si.)

Lampiran A.14 Pre Test

PRE TES**DOMINATING METRIC DIMENSION NUMBER**

Nama :

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah di tentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami.



**SELAMAT
MENERJAKAN**



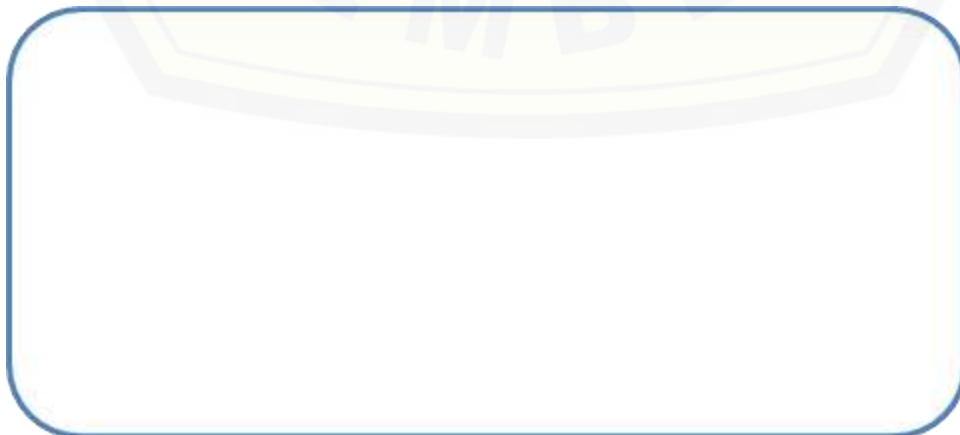
1. Konsep *Dominating Metric Dimention Number*
 - a. Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimention number* !
 - b. Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimention number* !
2. Kardinalitas Graf
 - a. Apa nama graf di atas ? Jelaskan !
 - b. Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!
3. Penentuan nilai *Dominating Metric Dimention Number*
 - a. Buatlah expan (minimal 2 gambar expan) dari graf tersebut!
 - b. Tentukan *dominating metric dimention number* dari graf tersebut!
4. Penentuan fungsi dan teorema
 - a. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimention number* !
 - b. Temukan teorema dari fungsi tersebut ! Buktikan !
5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !

LEMBAR KERJA

1. Konsep *Dominating Metric Dimension Number*
 - a. Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimension number* !
 - b. *dominating metric*



Alasan :
(*Entry Phase*)



LEMBAR KERJA

2. Kardinalitas Graf

- a. Apa nama graf di atas ? Jelaskan
- b. Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!

Jawab :



Alasan :

(Attack Phase)

LEMBAR KERJA

3. Penentuan nilai *dominating metric dimension number*
 - a. Buatlah expan (minimal 2 gambar expan) dari graf tersebut !
 - b. Tentukan *dominating metric dimension number* dari graf tersebut !
- Jawab :



Alasan :
(*Attack Phase*)



LEMBAR KERJA

4. Penentuan fungsi dan teorema
 - a. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimension number* !
 - b. Temukan teorema dari fungsi dari tersebut ! Buktikan !

Jawab :



Alasan :

(*Attack Phase*)



LEMBAR KERJA

5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !
Jawab :



Alasan :
(Review Phase)



Lampiran A.15 Jawaban Pre Test

PRE TES

DOMINATING METRIC DIMENSION NUMBER

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah di tentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami.

**SELAMAT
MENERJAKAN**



6. Konsep *Dominating Metric Dimention Number*
 - b. Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimention number* !
 - c. Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimention number* !
7. Kardinalitas Graf
 - c. Apa nama graf di atas ? Jelaskan !
 - d. Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!
8. Penentuan nilai *Dominating Metric Dimention Number*
 - c. Buatlah expan (minimal 2 gambar expan) dari graf tersebut!
 - d. Tentukan *dominating metric dimention number* dari graf tersebut!
9. Penentuan fungsi dan teorema
 - c. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimention number* !
 - d. Temukan teorema dari fungsi tersebut ! Buktikan !
10. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !

LEMBAR KERJA1. Konsep *Dominating Metric Dimension Number*

- Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimension number*!
- Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimension number*!

Jawab :

- a. *Dominating metric dimension number* adalah sekumpulan titik yang mendominasi titik yang lain
- b. Langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimension number* yaitu

 - * Menggambar graf
 - * Menentukan kardinalitas titik, dan sisi
 - * Menentukan fungsi dan *dominating set*.

Alasan :

(Entry Phase)

Masih belum paham karena saya belum mengerti penggabungan dari dua materi tersebut.

LEMBAR KERJA

2. Kardinalitas Graf
 a. Apa nama graf di atas? Jelaskan
 b. Tentukan kardinalitas pelubasan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!
 Jawab:

2. a). Path (P_6).

b).



$$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}.$$

$$|V| = 6$$

$$E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6\}.$$

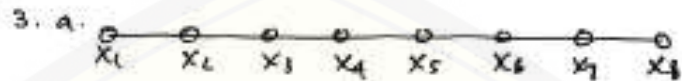
$$|E| = 5$$

Alasan:
 (Attack Phase)

Karena sebelum ini saya sudah mendapatkan materi tentang graf. Jadi, untuk penamaan graf dan pelabelan lumayan mengerti bu....

LEMBAR KERJA

3. Penentuan nilai *dominating metric dimension number*
 - a. Buatlah *expan* (minimal 2 gambar *expan*) dari graf tersebut !
 - b. Tentukan *dominating metric dimension number* dari graf tersebut !
- Jawab :



b.

Alasan :
(*Attack Phase*)

Untuk nomor 3a saya lumayan mengerti
dan untuk nomor 3b masih belum mengerti
apa yang dimaksud pada soal tsb.

LEMBAR KERJA

4. Penentuan fungsi dan teorema
 - a. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimension number*!
 - b. Temukan teorema dari fungsi dari tersebut! Buktikan!
- Jawab :

1. a. fungsi pada P_6 yaitu n .

b.

Alasan :
(*Attack Phase*)

Untuk nomor 4a masih belum yakin karena belum memahami materi tsb.
Untuk nomor 4b tidak tahu.

LEMBAR KERJA

5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !

Jawab :

Kesimpulannya adalah dari graf tersebut dapat dicari pelabelan titik, sisi, dan jumlah titik dan sisi.
Untuk graf bisa dicari eksponnya dan teoremanya.

Alasan :

(Review Phase)

Belum terlalu yakin dengan jawaban sendiri. Masih terpeka pada soal yang diminta. Jadi saya menulis jawaban sesuai dengan permintaan soal.

Lampiran A.16 Post Test

POST TEST

DOMINATING METRIC DIMENSION NUMBER

Nama :

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah di tentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami.

**SELAMAT
MENERJAKAN**

1. Konsep *Dominating Metric Dimention Number*
 - a. Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimention number* !
 - b. Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimention number* !
2. Kardinalitas Graf
 - a. Buatlah sebuah graf !
 - b. Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!
3. Penentuan nilai *Dominating Metric Dimention Number*
 - a. Buatlah *expan* (minimal 2 gambar *expan*) dari graf tersebut!
 - b. Tentukan *dominating metric dimention number* dari graf tersebut!
4. Penentuan fungsi dan teorema
 - a. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimention number* !
 - b. Temukan teorema dari fungsi tersebut ! Buktikan !
5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !

LEMBAR KERJA

1. Konsep *Dominating Metric Dimension Number*
 - a. Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimension number* !
 - b. Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimension number* !

Jawab :



Alasan :
(*Entry Phase*)



LEMBAR KERJA

2. Kardinalitas Graf
 - a. Buatlah sebuah graf !
 - b. Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!

Jawab :



Alasan :

(Attack Phase)



LEMBAR KERJA

3. Penentuan nilai *dominating metric dimension number*
 - a. Buatlah expan (minimal 2 gambar expan) dari graf tersebut !
 - b. Tentukan *dominating metric dimension number* dari graf tersebut !

Jawab :



Alasan :
(*Attack Phase*)



LEMBAR KERJA

4. Penentuan fungsi dan teorema
 - a. Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimension number* !
 - b. Temukan teorema dari fungsi dari tersebut ! Buktikan !

Jawab :



Alasan :
(*Review Phase*)



LEMBAR KERJA

5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas !

Jawab :



Alasan :

(Review Phase)



Lampiran A.17 Hasil Post Test

LEMBAR KERJA

1. Konsep *Dominating Metric Dimension Number*
- Jelaskan menurut pendapat Anda pengertian tentang *dominating metric dimension number*!
 - Jelaskan langkah-langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimension number*!

Jawab :

- a. *Dominating metric dimension number* adalah himpunan titik yang mempunyai *dominating set* dengan mempunyai *metric dimension*.
- b. Langkah - langkah penyelesaian menentukan *dominating metric dimension number* adalah :
 - Menentukan graf yang akan dipilih
 - Menentukan pelabelan titik dan sisi serta menentukan jumlah titik dan sisinya.
 - Menentukan *dominating set* pada graf
 - Menentukan *metric dimension*.
 - Setelah *metric dimension* terpenuhi, maka selanjutnya menentukan *dominating metric dimension number*
 - Menentukan fungsi dan teorema

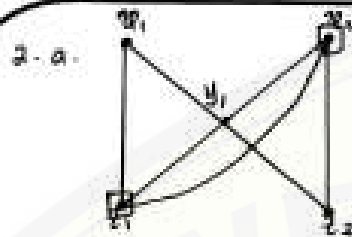
Alasan :
(*Entry Phase*)

Setelah dijelaskan dan mendapat arahan dari pengajar, saya lumayan dapat memahami langkah - langkah dalam menentukan *dominating metric dimension number*

LEMBAR KERJA

2. Kardinalitas Graf
- Buatlah sebuah graf!
 - Tentukan kardinalitas pelabelan titik, sisi, jumlah titik dan sisi dari graf tersebut!

Jawab :



b. $V = \{w_1, w_2, z_1, z_2\}$

$|V| = 4$

$E = \{ \text{~~w_1 z_1~~, } w_1 z_1, w_2 z_1, z_1 z_2, z_2 z_1, w_1 z_2, w_2 z_2 \}$

$|E| = 7$

Alasan :

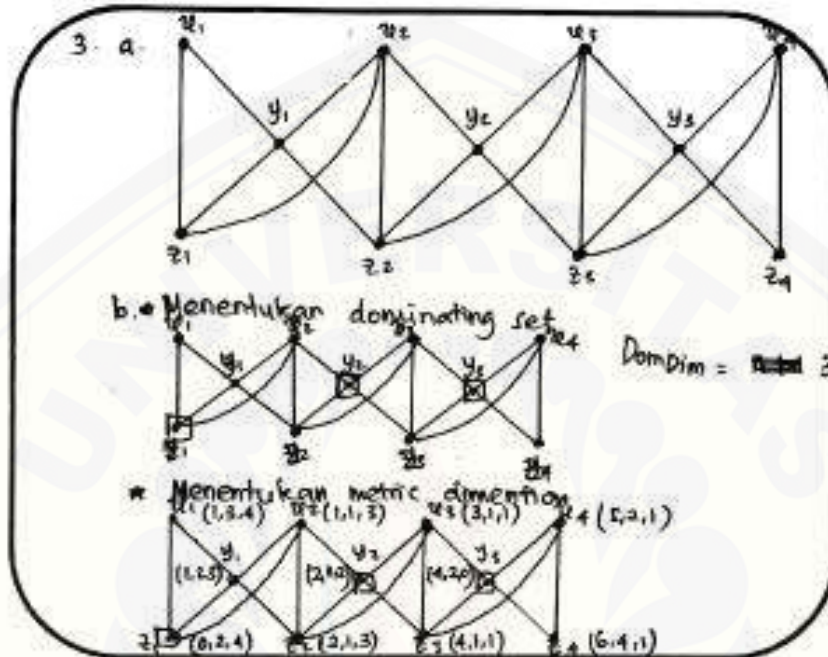
(Attack Phase)

Sudah paham apa yang dimaksud dari soal, karena sebelumnya sudah menerima materi tentang pelabelan pada graf.

LEMBAR KERJA

3. Peentuan nilai *dominating metric dimension number*
 - a. Buatlah expan (minimal 2 gambar expan) dari graf tersebut !
 - b. Tentukan *dominating metric dimension number* dari graf tersebut !

Jawab :



Alasan :
(Attack Phase)

Sudah mulai memahami tentang konsep *dominating metric dimension number*

LEMBAR KERJA

4. Penentuan fungsi dan teorema
- Tentukan fungsi setelah menemukan *dominating metric dimension number*!
 - Temukan teorema dari fungsi dari tersebut! Buktikan!

Jawab:

$$4. a). V = \{ x_i ; 1 \leq i \leq n+1, z_i ; 1 \leq i \leq n+1, y_i ; 1 \leq i \leq n \}$$

$$|V| = n+1 + n+1 + n \\ = 3n+2$$

$$E = \{ x_i z_i ; 1 \leq i \leq n, x_i y_i ; 1 \leq i \leq n, x_{n+1} y_i ; 1 \leq i \leq n, y_i z_i ; 1 \leq i \leq n, y_i z_{i+1} ; 1 \leq i \leq n, z_{n+1} x_i ; 1 \leq i \leq n \}$$

$$|E| = 6n.$$

$$b). \text{Domdim}(D_n) = 3.$$

Alasan:

(Attack Phase)

Masih belum maksimal dalam menentukan teorema

LEMBAR KERJA

5. Tuliskan kesimpulan dari hasil pekerjaan Anda di atas!

Jawab :

- 5.) Dominating metric dimension number adalah himpunan titik yang mempunyai dominating set dengan mempunyai metric dimension
- .) Terdapat 6 langkah menentukan dominating metric dimension number
 - .) Teorema yang dihasilkan yaitu $\text{Dom dim}(D_n) = 3$.

Alasan :

(Review Phase)

Sudah paham tentang konsep dominating metric dimension number.

Lampiran A.18 Monograf



Lampiran A.18 Hasil Mahasiswa Kelas Eksperimen

No	Nama	Nilai Pre Test	Nilai Post Test
1	Atik Rabbana	60	90
2	Annisatul Maghfiroh	50	89
3	Siswoyo	56	92
4	Ilmi Amruatul	54	90
5	Sri Moeliana Citra	53	88
6	Sekar Ayu	50	89
7	Nuni I Fauziah	53	87
8	Alifia Nindya O.	54	86
9	Yufrida Septi	50	92
10	Siti Shofiyah	50	91
11	Meilya Ajeng Kartika	60	90
12	Intan Dwi Rachma	62	93
13	Yogi Setiawan	61	92
14	Maulidi Arsih	62	91
15	Zulfiani Ainur Rohmah	65	94
16	Dita Bachtiar	70	96
17	Malka Adilla	65	89
18	M. Hidayat	52	89
19	Nur Ardhi Z	55	87
20	Titis Sahrita	56	88
21	Indah Lutfiyatul M	70	90
22	Melia Firda Verdiana	50	98
23	Eka Rizkha Agustina	54	92
24	Qurrotul A'yun	60	93
25	Tyas Adinda N	60	90
26	Rizki Rahmania P	54	91
27	Seta Dewi	60	91
28	Novita Silfiatus	72	92

Lampiran A. 19 Hasil Mahasiswa Kelas Kontrol

No	Nama	Nilai Pre Test	Nilai Post Test
1	Istamala Idha	51	80
2	Fahrizal Z.P	60	83
3	Januardi	52	80
4	Nurul Azizah	56	82
5	Fitri Annisa	55	82
6	Cikal Citra Pratiwi	63	83
7	Helda Nur	56	80
8	Ristanti Diah Lestari	53	85
9	Bachtiar Tri	55	85
10	Nuzula Erlisa	50	86
11	Dinda Nurul Q	60	97
12	Syabana Nurin Q	70	90
13	Brigita Wanda	69	89
14	Mochammad Fiqri Haikal	56	89
15	Adintasari	65	90
16	Nurissa Latiefany	70	93
17	Ais Nuraini	50	84
18	Rizani Annisa	73	97
19	Afiqiyah Baqiyatus	64	87
20	Mareta Indah	65	86
21	Fina Miftah	63	86
22	Safit Ainun	60	87
23	Della Syahfira	50	83
24	Ani Mawaddah	52	83
25	Alfi Anggraini	60	85
26	Arif Wicaksono	70	93
27	Nirmala Amalia	71	91
28	Kholisotur Rodliyah	63	87
29	Dien Aulia Nailly	64	87
30	Brigita Wanda	71	90

No	Nama	Nilai Pre Test	Nilai Post Test
31	Listya Hikmawati	72	90
32	Akfi Hikmah Wahdana	60	87
33	Khurien Rahma	65	89



Lampiran A. 20 Dokumentasi Penelitian



Lampiran A. 21 Autobiografi

AUTOBIOGRAFI**AULIA NANDAREMA HAYYU**

Lahir di Masohi, 7 April 1994. Lahir sebagai anak pertama dari pasangan Misdi dan Lilik Dwi Komartini (Almh). Mempunyai saudara perempuan yaitu Aulia Nandarema Qoyyum. Menyelesaikan pendidikan formal berturut-turut di SDN Karangrejo 2 Jember (2000-2006), SMP Negeri 11 Jember (2006-2009), SMA Negeri 3 jember (2009-2012). Pada tahun 2012 melanjutkan studi S1 di Prodi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2018 berkesempatan melanjutkan ke jenjang berikutnya yaitu di Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Aulia Nandarema Hayyu

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

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph. D

MONOGRAF

**Dominating Metric Dimention
Number**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan anugerahNya sehingga monograf *dominating metric dimention number* telah terselesaikan dengan baik. Monograf ini berisi tentang hasil-hasil penelitian *dominating metric dimention number* oleh peneliti terdahulu dan juga hasil penelitian dari penulis.

Terima kasih disampaikan kepada Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. dan Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D atas kesabarannya dalam membimbing dalam proses pembuatan monograf sehingga dapat selesai dengan baik.

Kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam monograf ini, untuk itu kritik dan saran terhadap penyempurnaan monograf ini sangat diharapkan. Semoga monograf ini dapat berguna dan bermanfaat bagi setiap pihak yang membutuhkan.

Jember, Januari 2020

Penulis

Aulia Nandarema Hayyu

DAFTAR ISI

1. PENDAHULUAN

- 1.1. Terminologi Dasar Graf
- 1.2. Graf Khusus

2. *DOMINATING METRIC DIMENTION NUMBER*

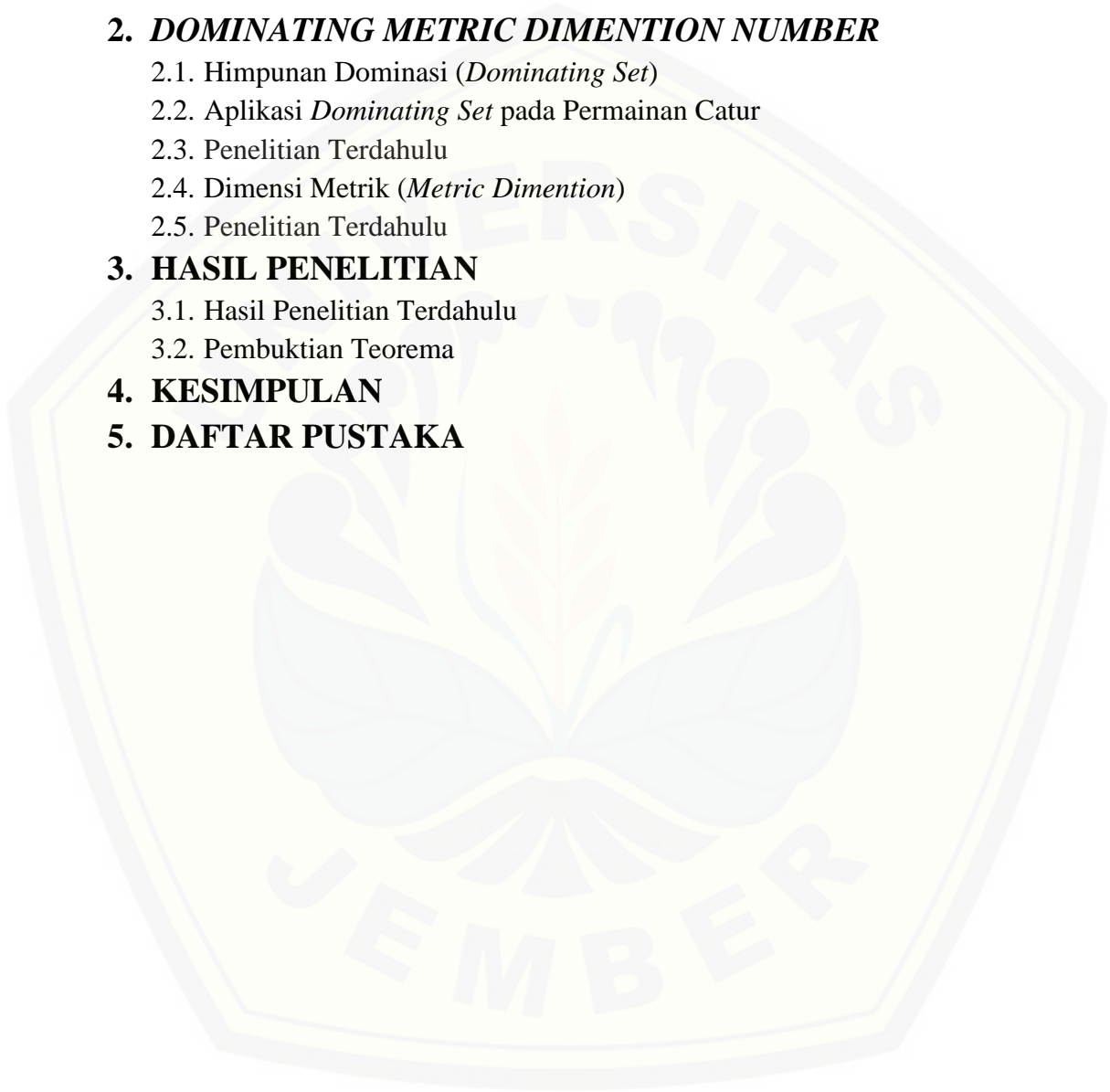
- 2.1. Himpunan Dominasi (*Dominating Set*)
- 2.2. Aplikasi *Dominating Set* pada Permainan Catur
- 2.3. Penelitian Terdahulu
- 2.4. Dimensi Metrik (*Metric Dimention*)
- 2.5. Penelitian Terdahulu

3. HASIL PENELITIAN

- 3.1. Hasil Penelitian Terdahulu
- 3.2. Pembuktian Teorema

4. KESIMPULAN

5. DAFTAR PUSTAKA



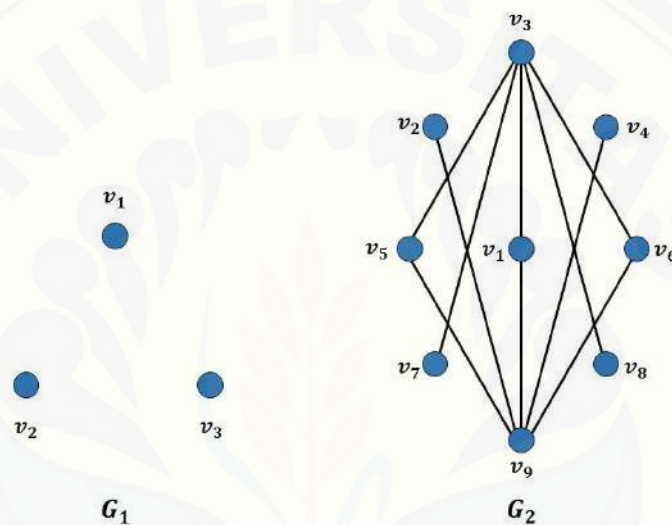
BAB 1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah salah satu faktor penting dalam kemajuan bangsa Indonesia terutama dalam era globalisasi yang modern. Pendidikan diajarkan tidak hanya untuk SD-SMA tetapi di dunia perkuliahan kegiatan belajar mengajar juga diterapkan khususnya pelajaran matematika. Di dunia mahasiswa pendidikan matematika khususnya materi matematika diskrit. Tujuan kegiatan belajar mahasiswa tidak hanya menjadi pintar saja tetapi harus mampu menalar, berkomunikasi, merepresentasikan, memecahkan masalah, dan mampu berperilaku yang baik. Salah satu materi matematika diskrit adalah kombinatorik dan graf. Mahasiswa dituntut untuk bisa berpikir secara matematis. Kemampuan matematis adalah kemampuan untuk menghadapi permasalahan, baik dalam matematika maupun kehidupan nyata. Kemampuan matematis terdiri dari penalaran matematis, komunikasi matematis, pemecahan masalah matematis, pemahaman konsep, dan pemahaman matematis. Untuk mendukung kemampuan berpikir secara matematis mahasiswa perlu adanya model pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan berpikir matematis adalah *inquiry based learning*. *Inquiry Based Learning* (IBL) adalah sebuah teknik mengajar di mana guru melibatkan siswa di dalam proses belajar melalui penggunaan cara-cara bertanya, aktivitas *problem solving*, dan berpikir kritis. Menurut (Echols dan Shadily, 2003) pendekatan IBL merupakan suatu pendekatan yang digunakan dan mengacu pada suatu cara untuk mempertanyakan, mencari pengetahuan (informasi), atau mempelajari suatu gejala. Inkuiri yang berarti mengadakan penyelidikan, menanyakan keterangan, melakukan pemeriksaan.

1.1 Terminologi Dasar Graf

Sebuah graf G didefinisikan sebagai pasangan terurut himpunan $(V(G), E(G))$ dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tak kosong yang elemennya dinamakan titik (*vertex*), sedangkan $E(G)$ adalah sebuah himpunan sisi (*edge*) berbentuk garis lurus atau lengkung yang menghubungkan dua buah titik.

Menurut Iswadi (2011), banyaknya titik dari sebuah graf G disebut order dari G yang dinotasikan dengan p atau $|V(G)|$, sedangkan banyaknya sisi dari sebuah graf G disebut size dari G yang dinotasikan dengan q atau $|E(G)|$. Menurut Irwanto dan Dafik (2014), sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi harus terdapat minimal satu buah titik. Munir (2009) mengungkapkan bahwa sebuah graf yang tidak mempunyai sisi tetapi memiliki sebuah titik saja disebut graf trivial. Contoh graf dengan 3 titik dan 9 titik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Graf G_1 dan G_2

Misalkan v_1 dan v_2 adalah titik-titik pada graf G , dapat dikatakan v_1 berdekatan (*adjacent*) dengan v_2 jika terdapat sebuah sisi yang menghubungkan antara titik v_1 dan v_2 , dinotasikan dengan sisi $e = v_1v_2$, dengan kata lain v_1 dan v_2 bertetangga. Selanjutnya, titik v_1 disebut bersisian/bertemu (*incident*) dengan sisi e jika titik v_2 adalah titik ujung dari sisi e . Dapat juga dikatakan bahwa sisi e bersisian/bertemu (*incident*) dengan titik v_1 jika titik v_1 adalah titik ujung dari sisi e (Hartsfield, 1994). Dengan kata lain, sisi e bersisian/bertemu (*incident*) dengan titik v_1 dan v_2 jika sisi e menghubungkan titik u dan v . Dua sisi misalnya e_1 dan e_2 dikatakan bertetangga jika keduanya mempunyai suatu titik ujung yang sama misalnya z , artinya $e_1 = v_1z$ dan $e_2 = v_2z$ (Nugroho, 2008).

Banyaknya sisi yang incident pada suatu titik dinamakan derajat (*degree*). Sebuah titik yang mempunyai derajat 0 (nol) disebut titik terisolasi (*isolated*).

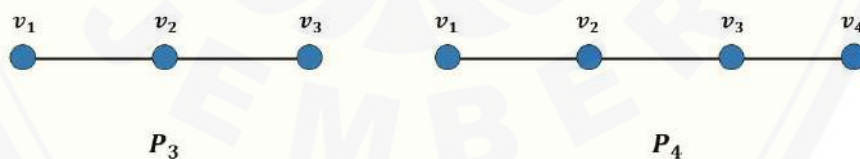
vertex) yang artinya titik tersebut tidak bertetangga dengan titik lain. Jika ada suatu graf yang setiap titiknya memiliki derajat yang sama, maka graf tersebut dinamakan graf regular. Derajat terkecil dari suatu graf G adalah banyaknya minimal sisi yang *incident* pada suatu titik v_i di graf G di antara titik-titik lainnya di graf G yang dinotasikan dengan $\delta(G)$. Derajat terbesar dari suatu graf G adalah banyaknya maksimal sisi yang *incident* pada suatu titik v_i di graf G di antara titik-titik lainnya di graf G yang dinotasikan dengan $\Delta(G)$.

1.2 Graf Khusus

Graf khusus adalah graf yang mempunyai keunikan dan karakteristik bentuk khusus. Keunikannya adalah graf khusus tidak isomorfis dengan graf lainnya. Karakteristik bentuknya dapat diperluas sampai *order* n tetapi simetris. Graf khusus yang sudah populer dinamakan *well-known special graph*, sedangkan graf khusus yang belum populer tetapi dengan karakteristik graf khusus dinamakan *well-defined special graph*. Berikut ini beberapa contoh graf khusus.

a. Graf Lintasan

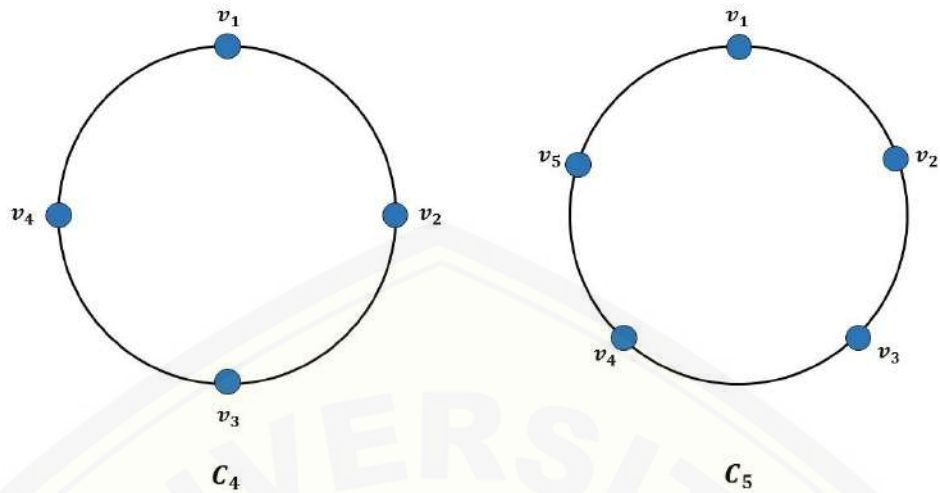
Graf lintasan adalah graf yang terdiri dari satu lintasan. Graf lintasan dengan n buah titik dilambangkan dengan P_n dimana $n \geq 2$. Jumlah sisi pada graf lintasan yang terdiri dari n buah titik adalah $n - 1$ sisi. Contoh graf lintasan dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Graf Lintasan P_3 dan P_4

b. Graf Cycle

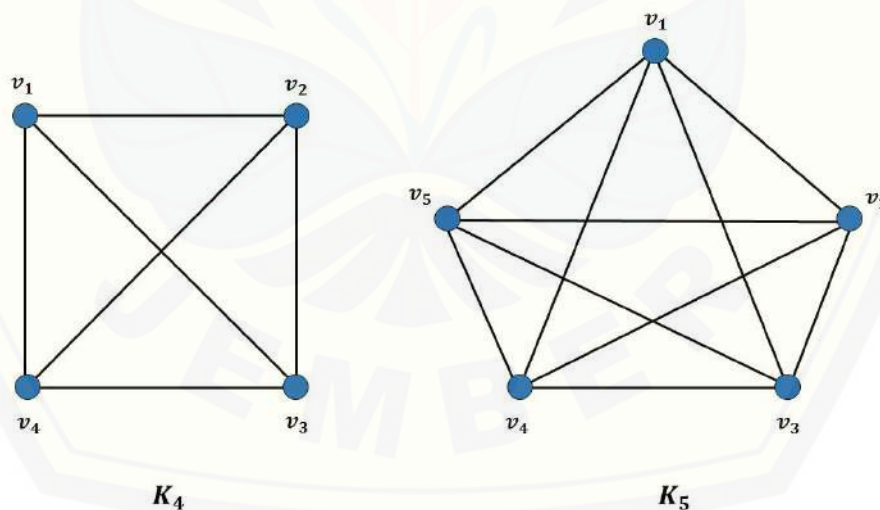
Graf *cycle* adalah graf sederhana yang setiap titiknya berderajat dua. Graf *cycle* dengan n titik dilambangkan dengan C_n dimana $n \geq 3$. Contoh graf *cycle* dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Graf Cycle C_4 dan C_5

c. Graf Lengkap (*Complete Graph*)

Graf lengkap adalah graf sederhana yang setiap titiknya mempunyai sisi ke semua titik lainnya. Graf lengkap dengan n buah titik dilambangkan dengan K_n . Jumlah sisi pada graf lengkap yang terdiri dari n buah titik adalah $n \binom{n-1}{2}$ sisi. Contoh graf lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.4

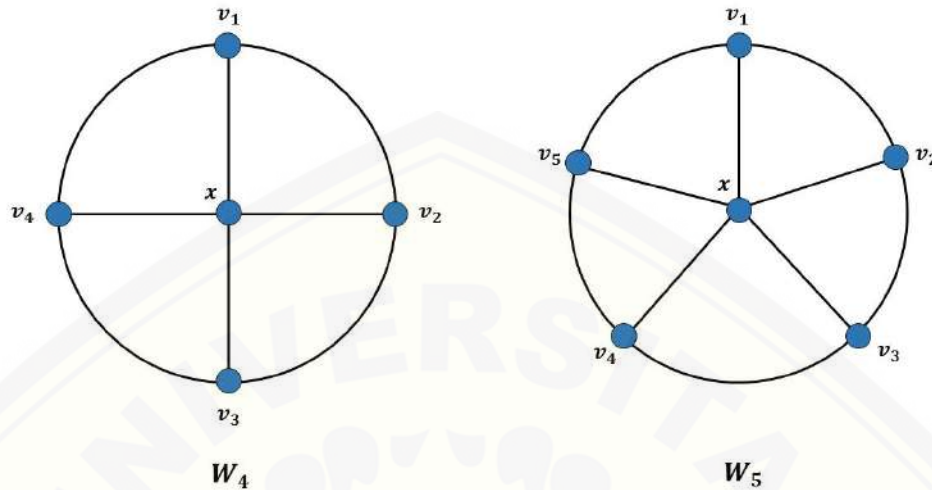


Gambar 1.4 Graf Lengkap K_4 dan K_5

d. Graf Roda (*Wheel Graph*)

Graf roda dinotasikan dengan W_n yaitu sebuah graf yang memuat *cycle* ber-*order* n dengan satu titik pusat yang bertetangga dengan semua titik di *cycle*

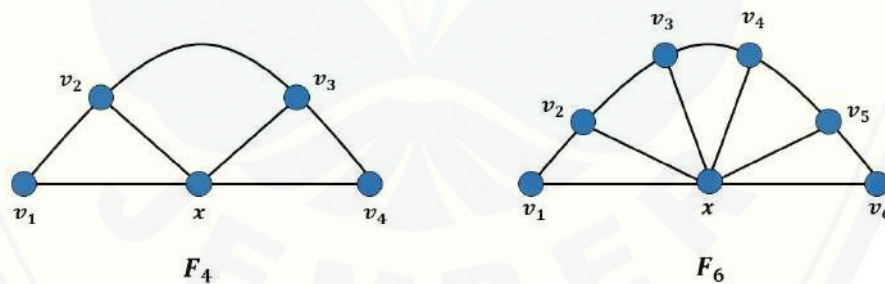
tersebut. Graf roda W_n terdiri dari $n + 1$ titik dan $2n$ sisi. Contoh graf roda dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Graf Roda W_4 dan W_5

e. Graf Kipas (*Fan Graph*)

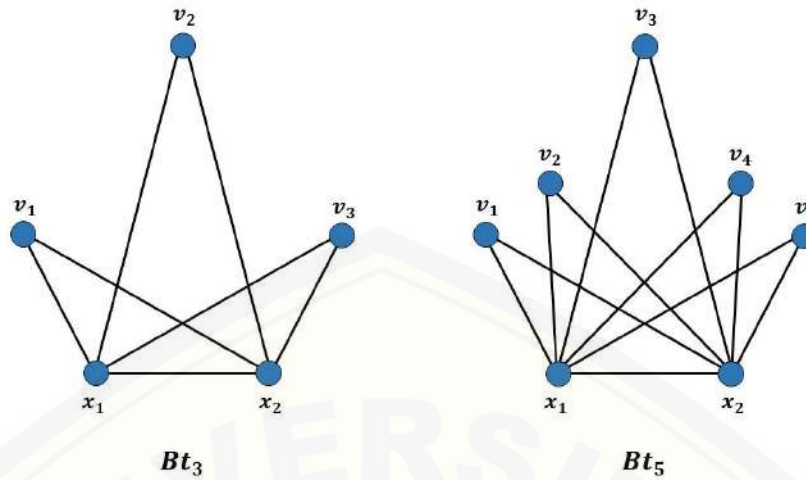
Graf kipas dinotasikan dengan F_n dimana $n \geq 3$, yaitu graf yang didapat dengan menghubungkan semua titik dari graf lintasan P_n pada suatu titik yang disebut titik pusat. Graf kipas F_n terdiri dari $n + 1$ titik dan $2n - 1$ sisi. Contoh graf kipas dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Graf Kipas F_4 dan F_6

f. Graf Buku Segitiga (*Triangular Book*)

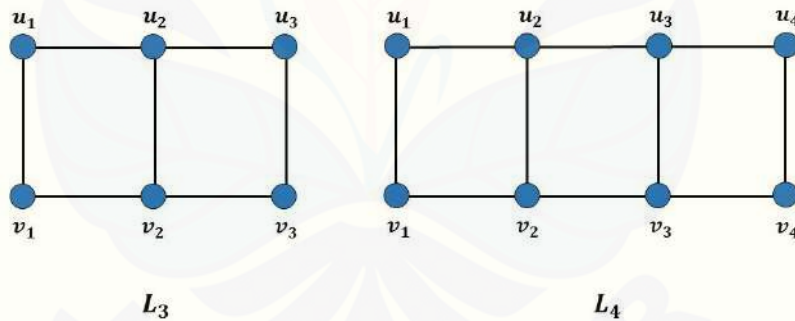
Menurut Dafik *et al.* (2013), graf buku segitiga merupakan dinotasikan dengan Bt_n yaitu graf yang terdiri dari sejumlah n buah segitiga ($n \geq 2$) dengan setiap segitiga memiliki sebuah sisi yang dipakai bersama atau dengan kata lain setiap segitiga memiliki 2 titik yang sama. Contoh graf buku segitiga dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Graf Buku Segitiga Bt_3 dan Bt_5

g. Graf Ladder

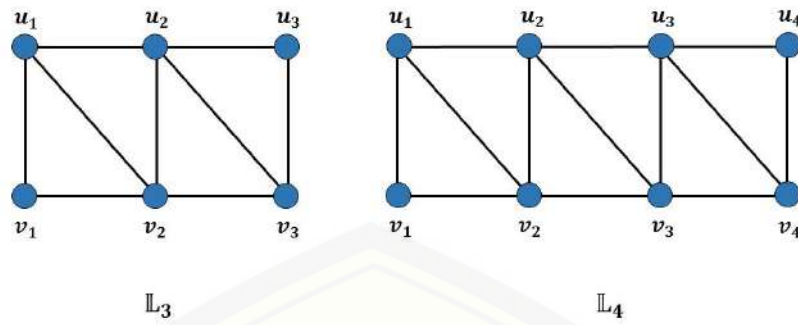
Graf ladder dilambangkan dengan L_n adalah sebuah graf dengan himpunan titik $V(L_n) = \{u_i, v_i; 1 \leq i \leq n\}$ dan $E(L_n) = \{u_i v_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\} \cup \{u_i v_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{v_i v_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$. Graf ladder L_n terdiri dari $2n$ titik dan $3n - 2$ sisi dengan $n \geq 3$. Contoh graf ladder dapat dilihat pada Gambar 1.8.



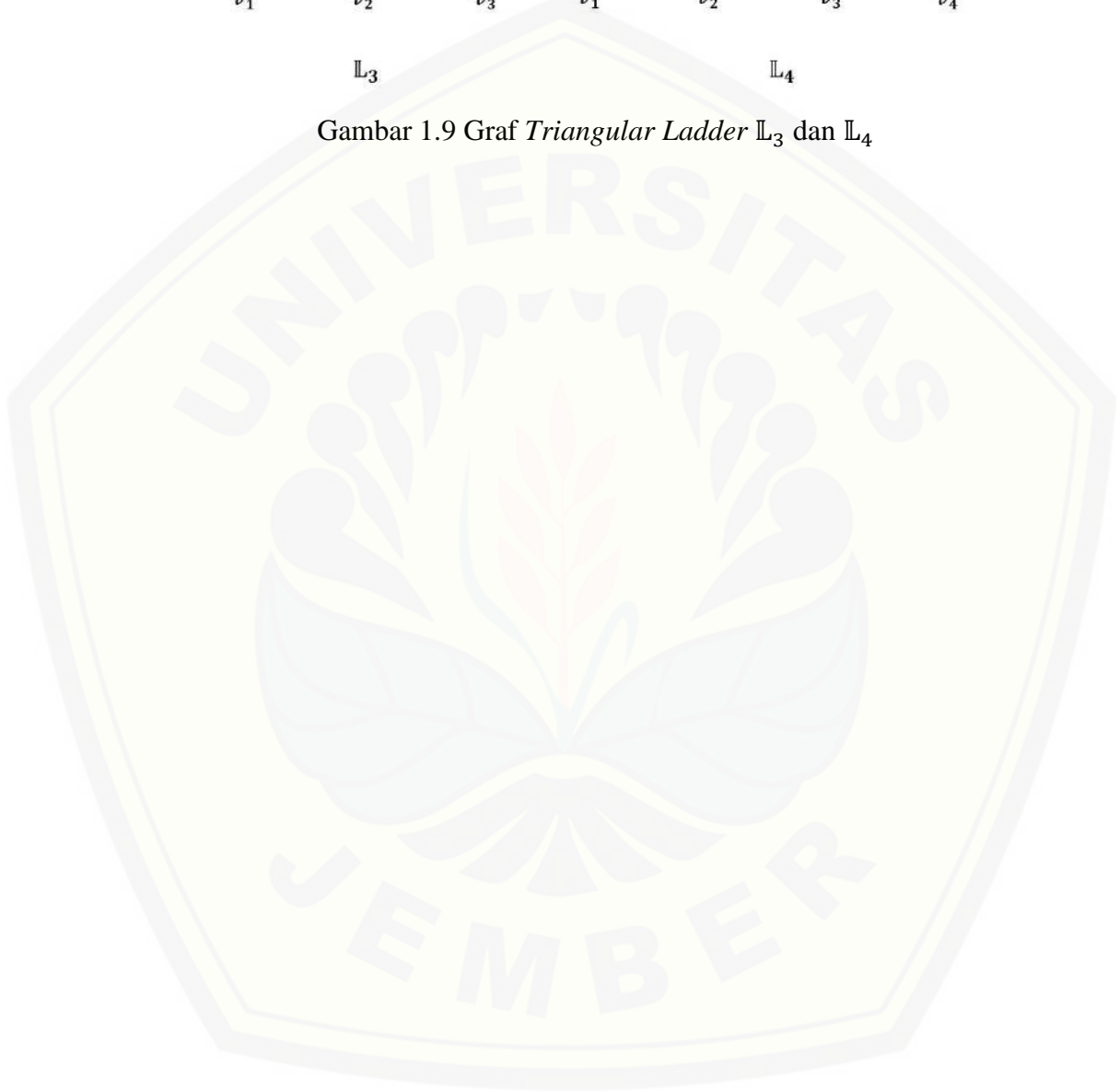
Gambar 1.8 Graf Ladder L_3 dan L_4

h. Graf Triangular Ladder

Graf triangular ladder dinotasikan dengan \mathbb{L}_n dimana $n \geq 3$ yaitu graf yang diperoleh dengan melengkapi graf ladder dengan menambahkan sisi $u_i v_{i+1}$ dengan $1 \leq i \leq n - 1$. Graf triangular ladder \mathbb{L}_n terdiri dari $2n$ titik dan $4n - 3$ sisi dengan $n \geq 3$. Contoh graf triangular ladder dapat dilihat pada Gambar 1.9.



Gambar 1.9 Graf *Triangular Ladder* \mathbb{L}_3 dan \mathbb{L}_4



BAB 2. DOMINATING METRIC DIMENSION NUMBER

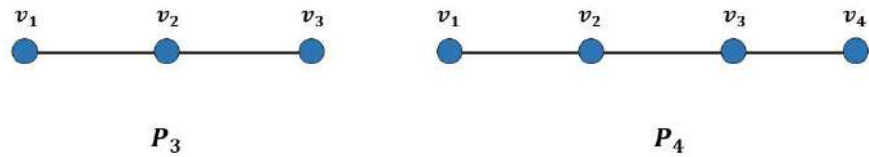
2.1 Himpunan Dominasi (*Dominating Set*)

Menurut Haynes dan Henning dalam Agustin dan Dafik (2014), himpunan D dari titik graf sederhana G dinamakan *dominating set* jika setiap titik $v \in V(G) - D$ *adjacent* ke beberapa titik $v \in D$. Kardinalitas terkecil dari *dominating set* disebut *domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$. *Dominating set* D dengan $|D| = \gamma(G)$ dinamakan *minimum dominating set*. Menurut Haynes dan Henning (2002), batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik di graf. Ketika paling sedikit satu titik yang dibutuhkan untuk himpunan dominasi di graf, maka $1 \leq \gamma(G) \leq n$ untuk setiap graf ber-order n . Nilai dari *domination number* selalu $\gamma(G) \leq |V(G)|$.

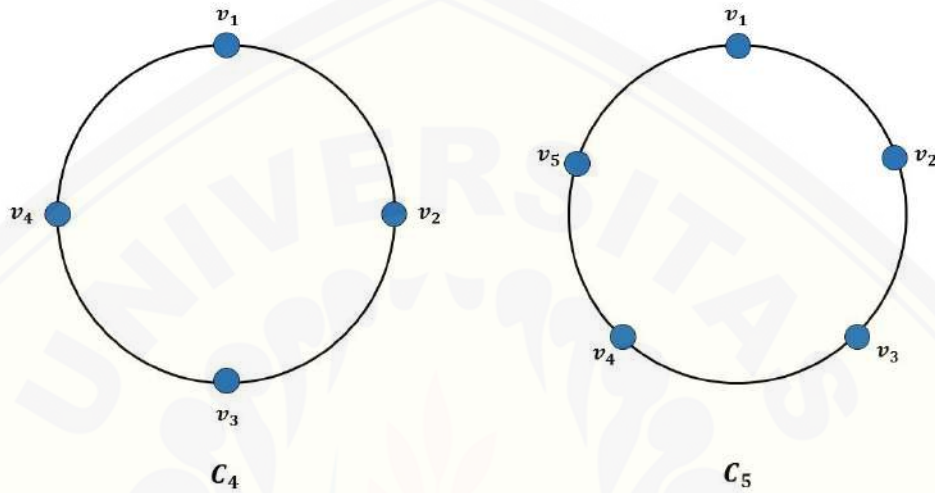
Teorema 2.2.1 Untuk sebarang graf G , maka $\left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil \leq \gamma(G) \leq p - \Delta(G)$.

Bukti : Misalkan S adalah sebuah *dominating set* dari G . Untuk batas bawahnya setiap titik dapat sebagai *dominating set* dan mempunyai $\Delta(G)$ ke titik yang lain. Berakibat, $\gamma(G) \geq \left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil$. Untuk batas atasnya, misalkan v adalah titik dengan derajat maksimum ($\Delta(G)$) dan $N[v]$ merupakan titik yang *adjacent* dengan v . Maka v sebagai *dominating set* dari $N[v]$ dan titik-titik di $V - N[v]$ merupakan *dominating set* mereka sendiri. Berakibat $V - N[v]$ merupakan *dominating set* dengan kardinalitas $p - \Delta(G)$, sehingga $\gamma(G) \leq p - \Delta(G)$. Maka $\left\lceil \frac{p}{1+\Delta(G)} \right\rceil \leq \gamma(G) \leq p - \Delta(G)$. (Haynes et al, 1998)

Berikut adalah contoh *dominating set* pada graf lintasan dan *cycle* yang dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2 dimana titik yang berwarna merah merupakan *dominating set* nya. *Domination number* pada graf lintasan dan *cycle* adalah $\left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$, dimana n adalah banyaknya titik pada graf lintasan dan graf *cycle*.



Gambar 2.1 *Dominating Set* pada Graf P_3 dan P_4



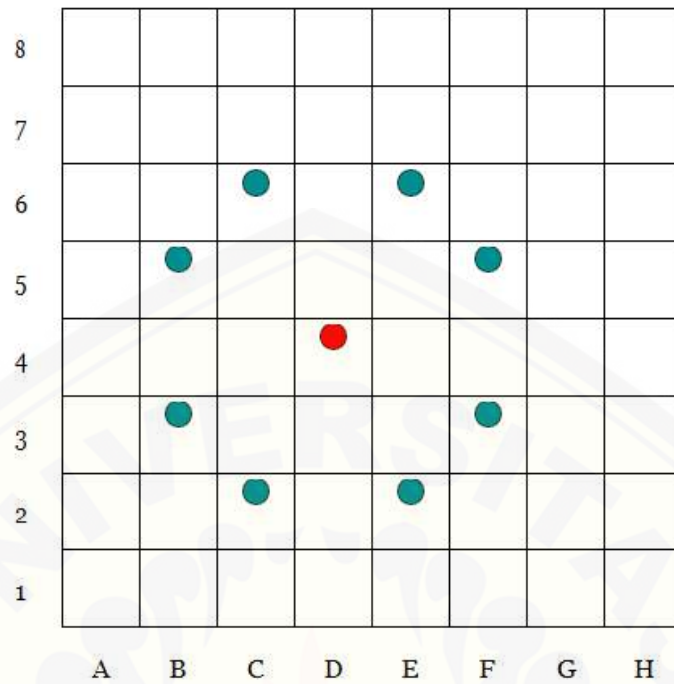
Gambar 2.2 *Dominating Set* pada Graf C_4 dan C_5

2.2 Aplikasi *Dominating Set* pada Permainan Catur

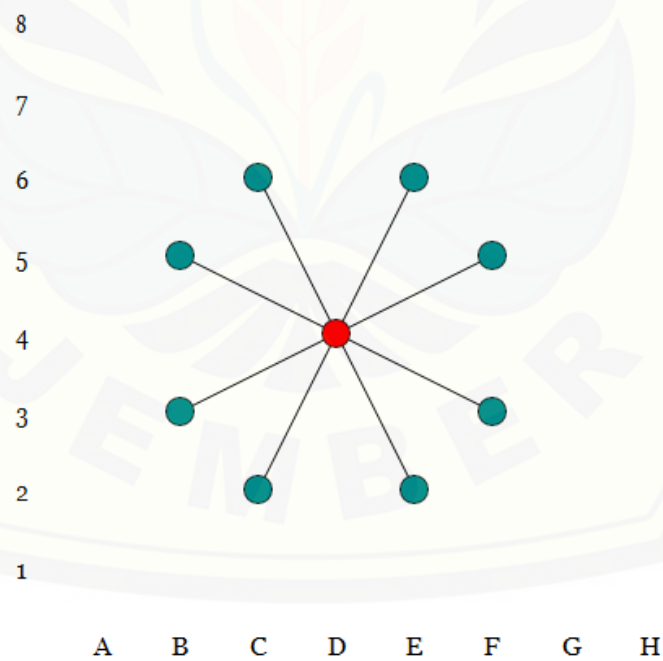
Catur merupakan permainan strategi yang dimainkan oleh dua orang pada papan catur yang berisi 64 petak dan 32 biji catur. Tujuan dari permainan catur adalah mematikan langkah raja lawan. Biji catur dapat diumpamakan sebagai pasukan tentara. 32 biji catur terdiri dari 16 biji catur pemain pertama dan 16 biji catur pemain kedua. 16 biji catur tersebut terdiri dari 1 raja, 1 ratu, 2 benteng, 2 gajah, 2 kuda, dan 8 bidak. setiap biji catur mempunyai gerakan melangkah dan menyerang yang berbeda-beda. Raja dapat melangkah dan menyerang satu petak ke segala arah. Benteng dapat melangkah dan menyerang sepanjang petak horizontal maupun vertikal, tetapi tidak boleh melompati biji catur yang lain. Gajah dapat melangkah dan menyerang sepanjang petak secara diagonal, tetapi tidak boleh melompati biji catur yang lain. Ratu mempunyai gerakan melangkah dan menyerang kombinasi dari benteng dan gajah. Kuda mempunyai gerakan melangkah dan menyerang mirip huruf "L", yaitu memanjang dua petak dan melebar satu petak atau memanjang satu petak dan melebar dua petak. Kuda adalah satu-satunya biji

catur yang dapat melompati biji catur yang lain. Bidak hanya dapat melangkah satu petak ke depan dan tidak boleh mundur, khusus untuk bidak yang belum pernah jalan boleh melangkah dua petak ke depan. Bidak mempunyai cara menyerang yang berbeda dengan cara jalannya, yaitu hanya bisa menyerang sepanjang satu petak secara diagonal.

Dari 6 jenis biji catur, kuda merupakan bidak catur yang sangat menarik karena selain mempunyai gerakan melangkah dan menyerang mirip huruf "L", kuda merupakan satu-satunya biji catur yang dapat melompati biji catur yang lain. Pada penelitian ini, peneliti akan menentukan *dominating set* kuda pada papan catur berukuran 8×8 , yaitu berapa banyaknya kuda yang harus ditempatkan pada papan catur berukuran 8×8 sehingga semua petak pada papan catur tersebut dengan satu langkah. Gambar 2.3 mengilustrasikan langkah kuda pada papan catur berukuran 8×8 . Titik yang berwarna merah merupakan posisi dari kuda, sedangkan titik yang berwarna biru merupakan petak yang dapat dicapai oleh kuda dengan satu langkah. Kuda pada posisi D_4 hanya dapat melangkah ke petak $B_3, B_5, C_2, C_6, E_2, E_6, F_3, F_5$. Selanjutnya representasi langkah kuda pada posisi D_4 ke dalam konstruksi graf dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Langkah kuda pada papan catur berukuran 8 x 8



Gambar 2.4 Representasi papan catur berukuran 8 x 8

2.3 Penelitian Terdahulu

Sejak himpunan dominasi dalam graf diperkenalkan, bilangan dominasi dari beberapa keluarga graf khusus sudah ditemukan seperti yang disajikan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Himpunan Dominasi

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Lintasan	$\gamma(P_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$	[2]
Graf Lengkap	$\gamma(K_n) = 1$	[2]
Graf Sikel	$\gamma(S_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$ untuk $n \geq 3$	[2]
Graf Dua Partisi	$\gamma(K_{m,n}) = 2$	[2]
Graf Lintasan Operasi Graf Lintasan	$\gamma(P_n \otimes P_m) = \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$	[8]
Graf Bintang Operasi Graf Lintasan	$\gamma(S_n \otimes P_m) = 1$	[8]
Graf Lingkaran Operasi Graf Lintasan	$\gamma(C_n \otimes P_m) = \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$	[8]
Graf Roda Operasi Graf Lintasan	$\gamma(W_n \otimes P_m) = \left\lceil \frac{n}{2} + 1 \right\rceil$	[8]
Graf Komplit Operasi Graf Lintasan	$\gamma(K_n \otimes P_m) = \left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$	[8]

2.4 Dimensi Metrik (*Metric Dimention*)

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.

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu terkait Dimensi Metrik

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Tangga	$\dim(L_n) = 2, \text{ untuk } n \geq 2$	[3]
Shackle Graf Tangga	$\dim(SL_n) = n, \text{ untuk } n \geq 2$	[3]
Graf Komplemen	$\dim(L_n) = 2, \text{ untuk } n \geq 2$	[3]
Graf Tangga Tiga	$\dim(TCL_n) = n, \text{ untuk } n \geq 2$	[3]
Graf Bintang	$\dim(S_n) = n - 1, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]
Graf Kipas	$\dim(F_n) = \begin{cases} 2; \\ \frac{n}{2}; \\ \frac{n-1}{2} \end{cases}, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]
Graf Kipas	$\dim(F_n) = \begin{cases} \frac{n+2}{2}; \\ n+1; \\ \frac{n+1}{2} \end{cases}, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]
Graf Roda	$\dim(F_n) = \begin{cases} 2; \\ 3; \\ \frac{n-1}{2} \end{cases}, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]
Graf Anti Pisma	$\dim(H_n) = 2, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]
Graf Prisma	$\dim(H_{5,n}) = 2, \text{ untuk } n \geq 2$	[4]

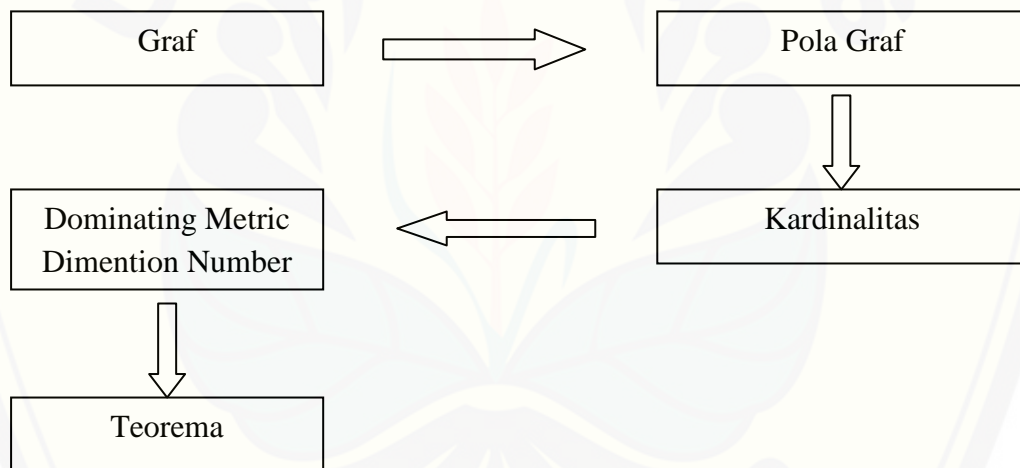
BAB 3 HASIL PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dominating metric dimension number adalah sebagai berikut:

1. Menentukan graf sebagai objek riset
2. Menentukan pola dan kardinalitas graf yang meliputi notasi titik, himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameter graf tersebut.
3. Menentukan titik dominating set

Berdasarkan uraian diatas, prosedur penelitian dominating metric dimension number secara ringkas ditunjukkan dalam gambar 4.1. Langkah-langkah riset diatas lebih dijelaskan dalam contoh dominating metric dimension number.



Gambar 3.1: Alur penelitian dominating metric dimension number

1. Menentukan Graf

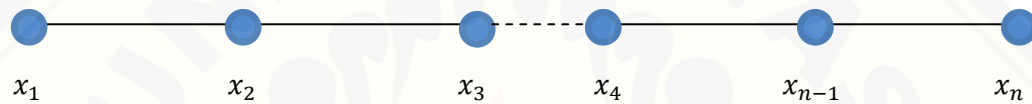
Pada langkah ini, peneliti terlebih dahulu harus menentukan graf khusus sebagai objek penelitian. Graf juga bisa berupa graf *path* ataupun graf lain. Berikut disajikan graf *path* pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Graf Lintasan (*Path Graph*)

2. Menentukan Pola dan 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 seefisien mungkin dan juga harus memperhatikan pola pewarnaan yang terjadi, karena pemberian notasi akan mempengaruhi mudah tidaknya penulisan fungsi pewarnaan. 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 lintasan dan hasil kardinalitasnya.



Gambar 3.3 Pemberian notasi pada *path graph*

Graf lintasan diatas memiliki kardinalitas sebagai berikut :

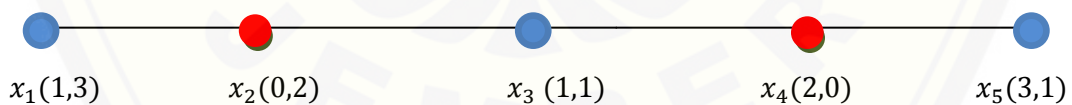
$$V = \{x_i ; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V| = n$$

$$E = \{x_i x_{i+1} ; 1 \leq i \leq n - 1\}$$

$$|E| = n - 1$$

3. Menentukan titik *dominating set*



Gambar 3.4 Penentuan Dominating set pada *path graph*

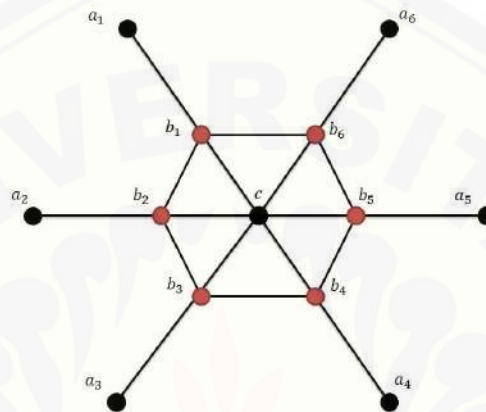
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa yang menjadi *dominating set* adalah $S(P_5) = \{x_2, x_4\}$ dan $|S(P_5)| = 2$. Adapun representasi dari graf diatas yaitu $\{x_1 = (1,3), x_2 = (0,2), x_3 = (1,1), x_4 = (2,0), x_5 = (3,1)\}$. Hal ini dibuktikan bahwa kedua titik tersebut telah mendominasi titik-titik yang lain.

3.2 Pembuktian Teorema

Teorema 3.2.1 Diberikan graf H_m dengan $m \geq 3$, maka dominating metric dimension dari H_m adalah $\gamma_r(H_m) = m$.

Bukti :

1. Menentukan Graf



Gambar 3.5 Helm Graph

2. Menentukan pola dan kardinalitas

Graf helm adalah graf terhubung dengan himpunan titiknya yaitu $V(H_m) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{C\}$ dan himpunan sisinya yaitu $E(H_m) = \{a_i b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_m b_1\} \cup \{b_i C ; 1 \leq i \leq m\}$. Kardinalitas titik yaitu $|V(H_m)| = 2m + 1$ dan sisinya yaitu $|E(H_m)| = 3m$.

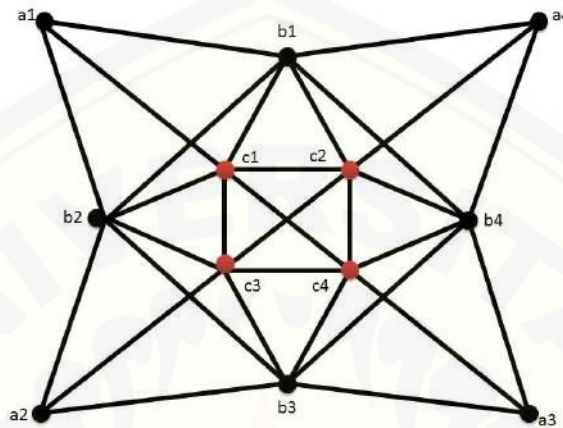
3. Menentukan *Dominating Set*

Untuk membuktikan *dominating metric dimension number* H_m dengan $m \geq 3$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(H_m) \leq m$ dan batas bawah $\gamma_r(H_m) \geq m$. Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *dominating metric dimension number* H_m . Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *dominating metric dimension number* H_m adalah $\gamma_r(H_m) \leq m$. Kita memilih $S = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di H_m adalah berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(H_m) = m$.

Teorema 3.2.2 Diberikan graf $(L(H_m))$ dengan $m \geq 3$, maka dominating metric dimension dari H_m adalah $\gamma_r(L(H_m)) = m$.

Bukti :

1. Menentukan Graf



Gambar 3.6 Line Helm Graph

2. Menentukan pola dan kardinalitas

Graf helm adalah graf terhubung dengan himpunan titiknya yaitu $V(L(H_m)) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{C\}$ dan himpunan sisinya yaitu $E(L(H_m)) = \{a_i b_i ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_m b_1\} \cup \{a_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_m b_1\} \cup \{a_m b_1\} \cup \{c_m c_1\} \cup \{a_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\}$. Kardinalitas titik yaitu $|V(L(H_m))| = 3m$ dan sisinya yaitu $|E(L(H_m))| = 7m - 1$.

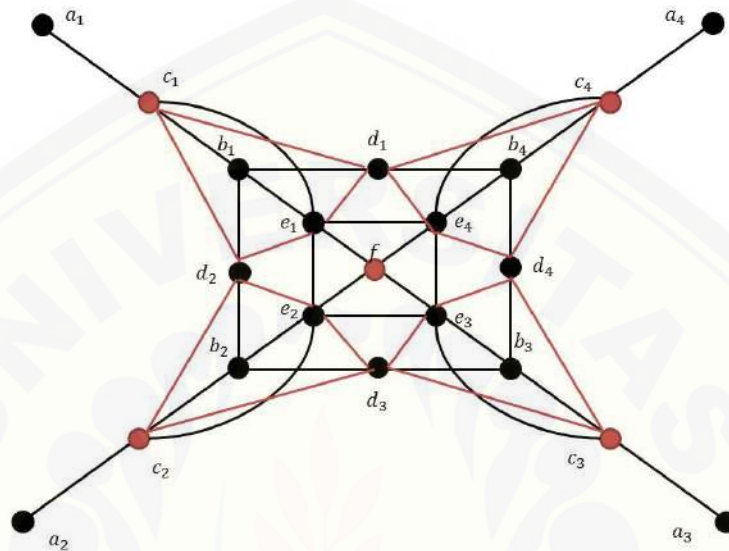
3. Menentukan *Dominating Set*

Untuk membuktikan *dominating metric dimension number* $L(H_m)$ dengan $m \geq 3$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(L(H_m)) \leq m$ dan batas bawah $\gamma_r(L(H_m)) \geq m$. Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *dominating metric dimension number* H_m . Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *dominating metric dimension number* H_m adalah $\gamma_r(L(H_m)) \leq m$. Kita memilih $S = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di H_m adalah berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(L(H_m)) = m$.

Teorema 3.2.3 Diberikan graf $(M(H_m))$ dengan $m \geq 3$, maka dominating metric dimension dari H_m adalah $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$.

Bukti :

1. Menentukan Graf



Gambar 3.7 Middle Helm Graph

2. Menentukan pola dan kardinalitas

Graf helm adalah graf terhubung dengan himpunan titiknya yaitu $V(M(H_m)) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{f\}$ dan himpunan sisinya yaitu $E(M(H_m)) = \{a_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{d_{i+1} e_i ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{e_i e_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{e_i f ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_m d_1\} \cup \{b_m d_1\} \cup \{e_m d_1\} \cup \{e_m e_1\}$. Kardinalitas titik yaitu $|V(M(H_m))| = 5m + 1$ dan sisinya yaitu $|E(M(H_m))| = 12m$.

3. Menentukan *Dominating Set*

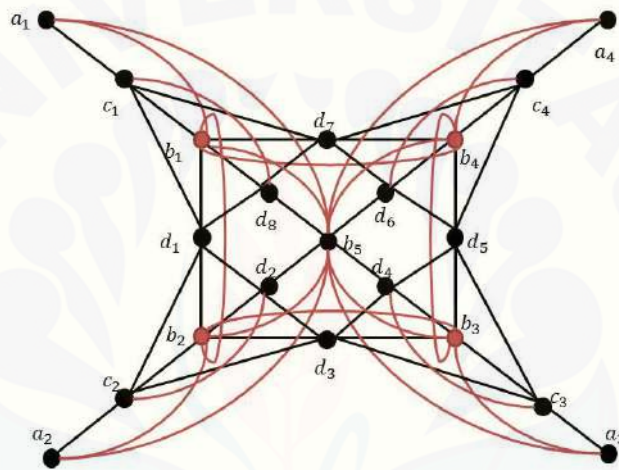
Untuk membuktikan *dominating metric dimension number* $M(H_m)$ dengan $m \geq 3$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(M(H_m)) \leq m$ dan batas bawah $\gamma_r(M(H_m)) \geq m$. Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *dominating metric dimension number* H_m . Tahap pertama, kita akan

membuktikan batas atas *dominating metric dimension number* H_m adalah $\gamma_r(M(H_m)) \leq m$. Kita memilih $S = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di H_m adalah berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$.

Teorema 3.2.4 Diberikan graf $(T(H_m))$ dengan $m \geq 3$, maka dominating metric dimension dari H_m adalah $\gamma_r(T(H_m)) = m$.

Bukti :

1. Menentukan Graf



Gambar 3.8 Total Helm Graph

2. Menentukan pola dan kardinalitas

Graf helm adalah graf terhubung dengan himpunan titiknya yaitu $V(T(H_m)) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{f\}$ dan himpunan sisinya yaitu $E(T(H_m)) = \{a_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{d_{i+1} e_i ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{e_i e_{i+1} ; 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{e_i f ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_m d_1\} \cup \{b_m d_1\} \cup \{e_m d_1\} \cup \{e_m e_1\}$.

3. Menentukan *Dominating Set*

Untuk membuktikan *dominating metric dimension number* $T(H_m)$ dengan $m \geq 3$ harus ditunjukkan batas atas $\gamma_r(T(H_m)) \leq m + 1$ dan batas bawah

$\gamma_r(T(H_m)) \geq m + 1$. Pada sesi ini, kita akan menunjukkan batas atas dan batas bawah *dominating metric dimension number* H_m . Tahap pertama, kita akan membuktikan batas atas *dominating metric dimension number* H_m adalah $\gamma_r(T(H_m)) \leq m + 1$. Kita memilih $S = \{a_i; 1 \leq i \leq m\}$ sedemikian hingga kita mempunyai representasi titik di H_m adalah berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa $\gamma_r(T(H_m)) = m + 1$.



BAB 5 KESIMPULAN

Kesimpulan dari monograf ini adalah penjelasan konsep *dominating metric dimension number* dengan penerapan *inquiry based learning*. Terdapat tiga tahapan dalam menentukan *dominating metric dimension number* yaitu menentukan graf, menentukan pola dan kardinalitas titik dan sisi, dan menentukan *dominating set*. Adapun dalam monograf ini menghasilkan empat teorema sebagai berikut :

- 1) H_m is $\gamma_r(H_m) = m$, untuk $m \geq 3$
- 2) $L(H_m)$ is $\gamma_r(L(H_m)) = m$, untuk $m \geq 3$
- 3) $M(H_m)$ is $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$, untuk $m \geq 3$
- 4) $T(H_m)$ is $\gamma_r(T(H_m)) = m + 1$, untuk $m \geq 3$

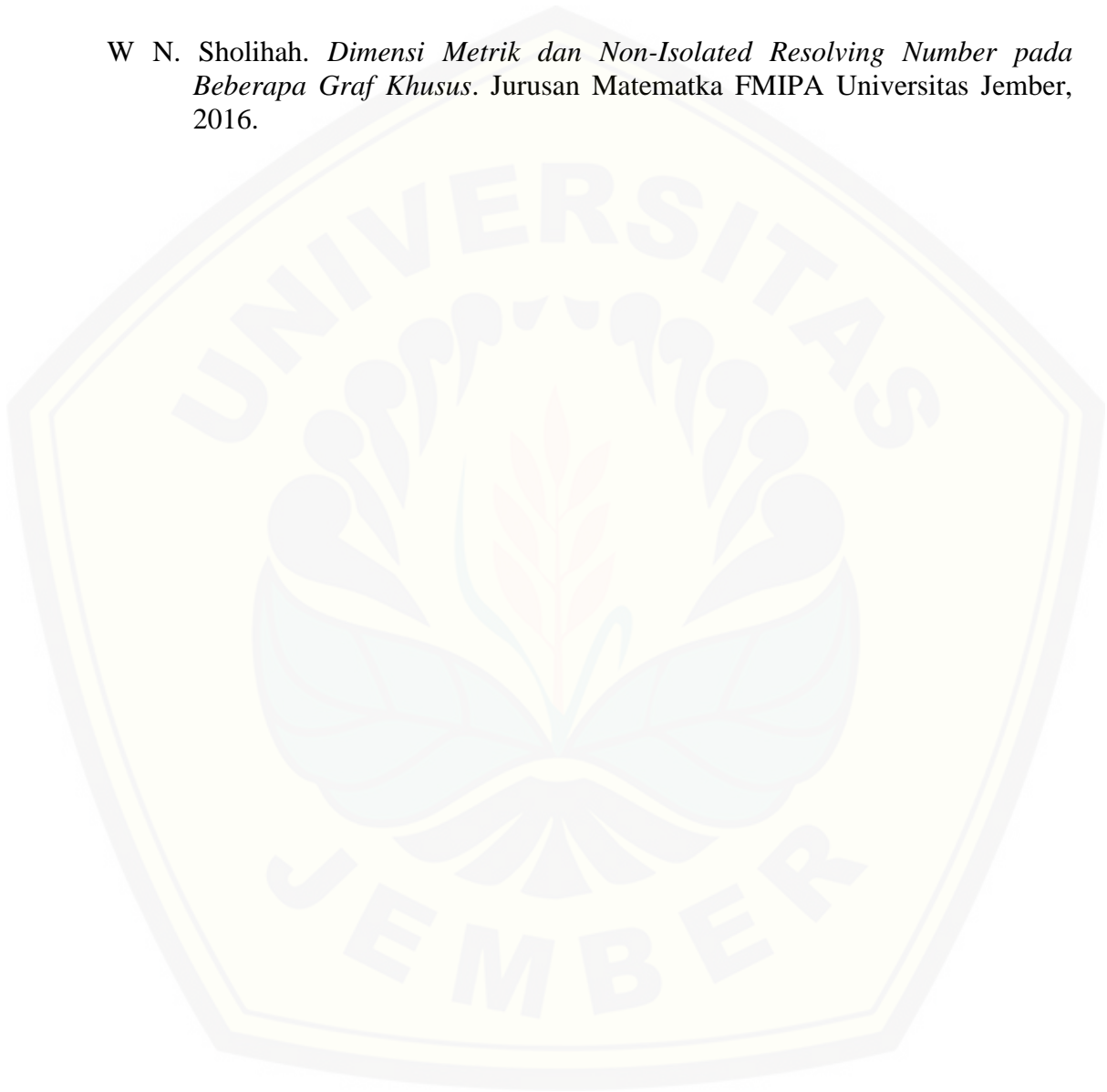
DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, I. H. and Dafik (2014). On the domination number of some families of special graphs. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Jember*, 1 (1).
- Dafik, Slamin, Eka, F., and Sya'diyah, L. (2013). Super antimagicness of triangular book and diamond ladder graphs. *Proceedings of IICMA*.
- D. Wardani, Dafik., I. Agustin, Marsidi., and E. Kurniawati. *The relation of. J. Phys.: Conf. Ser.*, (1211), 2019.
- Echols, J. M. dan Shadily, H. (2005). *Kamus Inggris Indonesia: An English Indonesian Dictionary*. Jakarta: PT Gramedia
- Munir, R. (2009). *Matematika Diskrit Edisi 3*. Bandung: Informatika Bandung.
- G. Chartrand, L. Lesniak, and P. Zhang. *Graphs and Digraphs*. Chapman Hall, Florida, 2010.
- Hartsfield, N. and Ringel, G. (1990). *Pearls in Graph Theory*. Boston - San Diego- New York - London: Academic Press.
- Haynes, T. W., Hedetniemi, S. T., and Slater, P. J. (1998). *Fundamentals of Domination in Graphs*. New York: Marcel Dekker.
- Haynes, T. W. and Henning, M. A. (2002). Total domination good vertices in graphs. *Australasian Journal of Combinatorics*, pages 305–315.
- Irwanto, J. and Dafik (2014). Pewarnaan titik pada graf spesial dan operasinya. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Jember*, 1 (1).
- Iswadi, H. (2011). Batas atas bilangan dominasi lokasi metrik dari graf hasil operasi korona. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia Universitas Surabaya*, pages C40–C50.
- I. Saifudin. *Dimensi Partisi Dari Graf Khusus dan Operasinya*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2015.
- R. C. Brigham, G. Chartrand, R. D. Dutton, and P. Zhang. *Resolving domination in graphs*. *Mathematica Bohemica*, 128(1):25–36, Januari 2003.
- R H. Santi. *Analisa Dimensi Metrik Pada Beberapa Graf Khusus*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2015.

Slamin. *Teori Graf dan Aplikasinya*. CV. Dream Litera Buana, Malang, Indonesia, 1 edition, Januari 2019.

S. Wahyudi. Aplikasi dimensi metrik untuk meminimalkan pemasangan sensor kebakaran sebuah gedung. *J. Math. and Its Appl.*, 15(2):89–96, November 2018.

W N. Sholihah. *Dimensi Metrik dan Non-Isolated Resolving Number pada Beberapa Graf Khusus*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, 2016.



LKM

Lemba Kerja Mahasiswa

Dominating Metric Dimension



**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

LEMBAR KERJA MAHASISWA



DOMINATING METRIC DIMENSION



Setelah pembelajaran ini diharapkan mahasiswa mampu :

- Mengembangkan *dominating metric dimension* serta menentukan *dominating metric dimension*

Indikator :

- Mahasiswa dapat menentukan *dominating metric dimension* pada suatu graf khusus



PETUNJUK LKM

- ✓ Berdoalah sebelum mengerjakan.
- ✓ Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- ✓ Buatlah 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 :

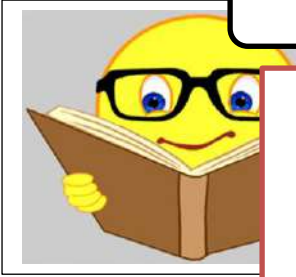
1.NIM.....

2.NIM.....

3.NIM.....



Orientasi



Salah satu konsep graf adalah *Dominating Metric Dimension*. Pada LKM ini akan dibahas cara menentukan *Dominating Metric Dimension* dari suatu graf khusus

Definisi

Dominating set merupakan suatu kumpulan titik yang mendominasi titik – titik yang lain. Dimensi *metric* merupakan kardinalitas minimum dari jarak titik ke titik yang lain. Sehingga *Domination Metric Dimension* adalah seperangkat simpul yang memiliki *dominating set* pada graf G dengan dimensi *metric* pada graf G yang disimbolkan dengan $Dom_{Dim}(G)$

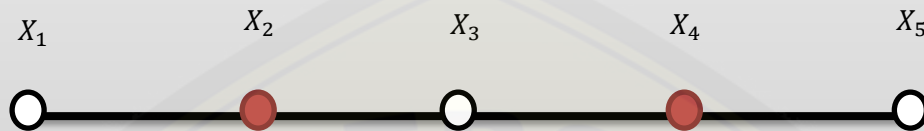
Istilah-istilah pada graf

- V : titik
- E : sisi
- $|V|$: kardinalitas titik
- $|E|$: kardinalitas sisi

Merumuskan Masalah

Riset 1

Amatilah graf di bawah ini :



Coba anda tuliskan kardinalitas yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik, jumlah sisi, *dominating set* serta $Dom_{Dim}(G)$ dari graf tersebut !

Mengajukan Hipotesis



Penyelesaian

$$V = X_i, 1 \leq i \leq n$$

$$E = X_i X_{i+1}, 1 \leq i \leq n - 1$$

$$|V| = n$$

$$|E| = n - 1$$

$$D = \{X_2, X_3\}$$

$$Dom_{Dim}(G) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$$

Merumuskan Masalah

Riset 2

Amatilah graf di bawah ini :



Coba anda tuliskan kardinalitas yang meliputi pelabelan titik, sisi, jumlah titik, jumlah sisi, *dominating set* serta $Dom_{Dim}(G)$ dari graf yang telah diekspan tersebut !



Mengumpulkan Data

Penyelesaian

$$V = X_i, \dots \leq i \leq \dots$$

$$E = X_i X_{i+1}, \dots \leq i \leq \dots$$

$$|V| = \dots$$

$$|E| = \dots$$

$$D = \{\dots\}$$

$$Dom_{Dim}(G) = [\dots]$$

Menguji Hipotesis



Buatlah sebuah graf, kemudian tentukan pelabelan titik, sisi, kardinalitas titik dan sisi, *dominating set* serta Dom_{Dim} nya dan temukan fungsi beserta teoremanya!

PENYELESAIAN

Resolving domination number of helm graph and it's operation

A N Hayyu^{1,2}, Dafik^{1,2}, I M Tirta³, R Adawiyah^{1,2}, R M Prihandini^{1,2}

¹CGANT. University of Jember, Indonesia

²Departement of Mathematics Education. University of Jember, Indonesia

³Departement of Mathematics. University of Jember, Indonesia

E-mail: d.dafik@unej.ac.id, auliananda73@gmail.com

Abstract. Let G be a connected graph. Dominating set is a set of vertices which each vertex D has at least one neighbor in G . The minimum cardinality of D is called the domination number G ($\gamma(G)$). The metric dimension of G is the minimum cardinality of a series of vertices so that each vertex G is uniquely. It is determined by the distance of vector to the selected vertices. A dominating metric dimension set is a set of vertices has a dominating set D which has condition of metric dimension. The minimum cardinality is called the resolving domination number of G , ($Dom_{Dim}(G)$). We analyze the resolving domination number of helm graph and it's operation. We study combine the existence concept of dominating set and metric dimension. We have obtained the minimum cardinality of dominating number.

1. Introduction

Let G be a graph with vertex set $V(G)$ and edge set $E(G)$. Let the vertex set of G be $W = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$. Representation of metric dimension is $r(v|W) = (d(v, s_1), d(v, s_2), \dots, d(v, s_k))$. The k -vector $r(v|W) = (d(v, s_1), d(v, s_2), \dots, d(v, s_k))$. The minimum cardinality of resolving set W of G is denoted by $dim(G)$. It is called the metric dimension of G [13]. The metric dimension, $dim(G)$ of a graph G is the minimum cardinality of a set of vertices such that every vertex of G is uniquely. It is determined by the distances of vector to the every choosen vertex. A dominating set D is a set of vertices such that each vertex of G has at least one neighbor in G . The minimum cardinality of the domination number of G is ($\gamma(G)$). Based on these two concept dominating set and metric dimension, we initiate to study the combination of those two studies namely ($Dom_{Dim}(G)$). We analyze the ($Dom_{Dim}(G)$) of helm graph. These are some definition and preposition which is usefull to proof some theorems. We are develop a graph that will become a new graph (line graph, middle graph and total graph). A line graph from a simple graph namely of G denoted by $L(G)$ is obtained by associating vertices with each edge of the graph and connecting two vertices with edges if the corresponding edges of G have the same node [11]. In [18] the middle graph denoted by $M(G)$ of the connected graph G is a graph whose node-set is $V(G) \cup E(G)$ where two vertices are close together if they are edges which border G or one is the node of G and the other is an edge incident with node. The total graph denoted

by $T(G)$ of the connected graph G is a graph whose node-set is $V(G) \cup E(G)$ and two adjacent vertices each time that border or events in G [7].

Definition 1.1. *The Helm graph (H_m) is a simple graph obtained from the n -wheel W_m graph next to the edge of the pendant at each vertex of the C_m cycle.*

Proposition 1. *Let H_m be a helm graph, the domination number of graph H_m is m , $\gamma(H_m) = m$*

We will explained about the operation resolving domination number of line graph, middle graph, and total graph. The minimum cardinality is called the resolving domination number $G, (Dom_{Dim}(G))$. In this study, resolving domination number will be examined on fan graphs, line graphs, star graphs, and complete graphs. In addition, the development of the graph will become a new graphs (line graph, middle graph and total graph). Line graph $L(G)$ (also called adjoin, cover, derivative, derived, edge, edge-to-vertex point, interchange, representative, or θ -obrazom graph) of a simple graph G is obtained by associating a vertex with each edge of the graph and connecting two vertices with an edge if the corresponding edges of G have a vertex in common[17]. The total graph $T(G)$ from the graph G is a graph whose set of vertices is $V(G) \cup E(G)$ and two vertices side by side each time it borders or occurs in G . The middle graph of a connected graph G denoted by $M(G)$ is the graph whose vertex set is $V(G) \cup E(G)$ where two vertices are adjacent if adjacent edges of G or one is a vertex of G and the other is an edge incident with it.[19]

2. Resolving Domination Number

The metric dimension of graph G is the minimum cardinality of a set of vertices so that each G is uniquely determined by its distance vector to the selected vertex. The set of vertices which is both and dominating is called resolving dominating set. Let we denoted the resolving dominating set as D_r . The minimum cardinality of resolving dominating set is called the resolving domination number denoted by $(Dom_{Dim}(G))$. Let we take an example in H_4 . We can verify a resolving dominating sets such as $D_r = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$. In order to proof D_r is resolving dominating set, let we see the neighborhood $V - D_r$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{c\}$. We can see that b_1 dominated (a_1, b_4, b_2, c), b_2 dominated (b_1, a_2, b_3, c), b_3 dominated (b_2, a_3, b_4, c), b_4 dominated (b_1, b_3, a_4, c). The representation of $v \in V(H_4)$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 2, 3, 2\}$, $r(a_2|D_r) = \{2, 1, 2, 3\}$, $r(a_3|D_r) = \{3, 2, 1, 2\}$, $r(a_4|D_r) = \{2, 3, 2, 1\}$, $r(c|D_r) = \{1, 1, 1, 1\}$, $r(b_1|D_r) = \{0, 1, 2, 1\}$, $r(b_2|D_r) = \{1, 0, 1, 2\}$, $r(b_3|D_r) = \{2, 1, 0, 1\}$, $r(b_4|D_r) = \{1, 2, 1, 0\}$

Based on the results, the resolving dominating sets dominated all vertices in H_4 and also the representation of vertices in H_4 respect to D_r are distinct. We can conclude that D_r is resolving dominating set. 4 is the minimum cardinality of resolving dominating set. It can be concluded that $\gamma_r(H_4) = 4$. The illustration of resolving dominating set of H_4 can be seen in figure 1.

3. Results

We are show the results of resolving domination number of H_m

Theorem 3.1. *Given that H_m be a helm graph with $m \geq 3$, resolving domination number of H_m is $\gamma_r(H_m) = m$*

Proof. The H_m is a graph on $2m + 1$ vertex and $3m$ edge with vertex set $V(H_m) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{C\}$ and edge set $E(H_m) = \{a_i b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_m b_1\} \cup \{b_i C ; 1 \leq i \leq m\}$.

For prove the resolving domination number of helm graph H_m , we will prove the lower bound of resolving domination number is m thus $\gamma_r(H_m) \geq m$ and the upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r(H_m) \leq m$.

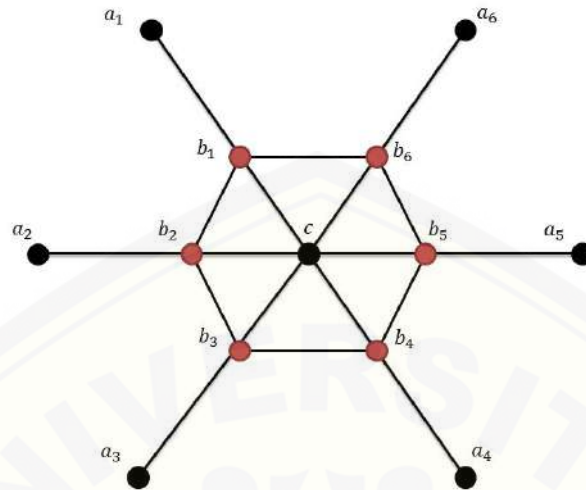


Figure 1. Resolving Dominating Set

In this section we proposed the proof of lower and upper bound of resolving domination number on helm graph. We will prove that the lower bound of resolving domination number is m , which is $\gamma_r(H_m) \geq m$. It has been explained that the resolving dominating set of helm graph fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Assume that $\gamma_r(H_m) < m$. We take $|D_r| = m - 1$ where $w_i \in D_r$. Based on preposition 1, we know that $\gamma(H_m) = m$. If we have $|D_r| = m - 1$, it means that there will be a set of vertices which is not dominated by D_r . Thus, it is a contradiction. It contradict with the definition of resolving domination number which should fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Furthermore, we should have m vertices to dominate all of the vertices in helm graph H_m . Thus, we should have minimum m vertices to be the resolving domination number. Then, we should check whether the representation of all vertices respect to D_r are distinct or not to check the upper bound.

Furthermore, we will prove that the upper bound of resolving dominating set of H_m is m , which is $\gamma_r(H_m) \leq m$. Choose the edge metric generator $S = \{a_i, 1 \leq i \leq m\}$ so the representation of all vertices $v \in V(H_m)$ respect to D_r are the representation of $v \in V(H_m)$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-3}, 2\}$ for condition $m \geq 3$,

$r(a_2|D_r) = \{2, 1, \underbrace{2, 3, \dots, 3}_{m-3}\}$ for condition $m \geq 3$, $r(a_n|D_r) = \{2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-3}, 2, 0\}$ for condition

$m \geq 3$, $r(a_{n-1}|D_r) = \{2, 1, 2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-3}\}$ for condition $m \geq 3$, $r(a_i|D_r) = \{\underbrace{3, \dots, 3}_{m-3}, 2, 1, 2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-i-1}\}$

for condition $3 \leq i \leq m - 1$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{c\}$. We can see that b_1 dominated (a_1, b_4, b_2, c) , b_2 dominated (b_1, a_2, b_3, c) , b_3 dominated (b_2, a_3, b_4, c) , b_4 dominated (b_1, b_3, a_4, c) . All vertices representation of H_m with respect to D_r are distinct, so D_r is the dominating metric generator of H_m with the cardinality of D_r namely is $|D_r| = m$. So, the upper bound of the resolving domination number of H_m is $\gamma_r(H_m) \leq m$. It has been proved that the lower bound of resolving domination number is m and the upper bound of resolving domination number is n . It can be concluded that $\gamma_r(H_m) = m$.

Theorem 3.2. Let $L(H_m)$ be a line (H_m) with $m \geq 3$, resolving domination number of $L(H_m)$ is $\gamma_r(L(H_m)) = m$

Proof. The (H_m) is a graph on $3m$ vertices and $7m - 1$ edges with vertex set $V(H_m) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i ; 1 \leq i \leq m\}$ and edge set $E(LH_m) = \{a_i b_i ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_m b_1\} \cup \{c_m b_1\} \cup \{a_m b_1\} \cup \{c_m c_1\} \cup \{a_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{a_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{c_i c_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\}$

For to prove the resolving domination number of helm graph H_m is $\gamma_r(H_m) = m$, we will prove the lower bound of resolving domination number is m thus $\gamma_r(H_m) \geq m$ and the upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r(H_m) \leq m$.

In this section we proposed the proof of lower and upper bound of resolving domination number on helm graph. We will prove that the lower bound of resolving domination number is m , which is $\gamma_r(H_m) \geq m$. It has been explained that the resolving dominating set of helm graph fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Assume that $\gamma_r(H_m) < m$. We take $|D_r| = m - 1$ where $w_i \in D_r$. Based on preposition 1, we know that $\gamma(H_m) = m$. If we have $|D_r| = m - 1$, it means that there will be a set of vertices which is not dominated by D_r . Thus, it is a contradiction. It contradict with the definition of resolving domination number which should fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Furthermore, we should have m vertices to dominate all of the vertices in helm graph H_m . Thus, we should have minimum m vertices to be the resolving domination number. Then, we should check whether the representation of all vertices respect to D_r are distinct or not to check the upper bound.

Furthermore, we will prove that the upper bound of resolving dominating set of H_m is m , which is $\gamma_r(H_m) \leq m$. Choose the edge metric generator $S = \{x_i, 1 \leq i \leq m\}$ so the representation of all vertices $v \in V(H_m)$ respect to D_r are the representation of $L(H_m)$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 2, 2, 2\}, r(a_2|D_r) = \{2, 1, 2, 2\}, r(a_3|D_r) = \{2, 2, 1, 2\}, r(a_4|D_r) = \{2, 2, 2, 1\}, r(b_1|D_r) = \{1, 2, 2, 1\}, r(b_2|D_r) = \{1, 1, 2, 2\}, r(b_3|D_r) = \{2, 1, 1, 2\}, r(c_1|D_r) = \{0, 1, 1, 1\}, r(c_2|D_r) = \{1, 0, 1, 1\}, r(c_3|D_r) = \{1, 1, 0, 1\}, r(c_4|D_r) = \{1, 1, 1, 0\}$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{b_1\}, \{b_2\}, \{b_3\}, \{b_4\}$. We can see that c_1 dominated $(a_1, b_1, b_2, c_2, c_3, c_4)$, c_2 dominated $(a_2, b_2, b_3, c_1, c_3, c_4)$, c_3 dominated $(a_3, b_3, b_4, c_1, c_2, c_4)$, c_4 dominated $(a_4, b_1, b_4, c_1, c_2, c_3)$. All vertices representation of H_m with respect to D_r are distinct, so D_r is the dominating metric generator of H_m with the cardinality of D_r namely is $|D_r| = m$. So, the upper bound of the resolving domination number of H_m is $\gamma_r(H_m) \leq m$. It has been proved that the lower bound of resolving domination number is m and the upper bound of resolving domination number is m . It can be concluded that $\gamma_r(H_m) = m$.

Theorem 3.3. Let $M(H_m)$ be a middle (H_m) with $m \geq 3$, resolving domination number of $M(H_m)$ is $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$

Proof. The middle (H_m) is a graph on $5m + 1$ vertex and $12m$ edge with vertex set $V(H_m) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{f\}$ and edge set $E(MH_m) = \{a_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i c_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{d_i e_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i d_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{c_m d_1\} \cup \{b_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_m d_1\} \cup \{e_i d_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{e_m d_1\} \cup \{e_i e_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{e_m e_1\} \cup \{e_i f ; 1 \leq i \leq m\}$

For to prove resolving domination number of helm graph $M(H_m)$ is $\gamma_r(M(H_m)) = m + 1$, In here will prove that lower bound of resolving domination number is $m + 1$ so $\gamma_r(M(H_m)) \geq m + 1$ and upper bound of dominating metric dimension number is m which is $\gamma_r(M(H_m)) \leq m + 1$.

For to prove the resolving domination number of helm graph H_m is $\gamma_r(H_m) = m + 1$, we will prove the lower bound of resolving domination number is $m + 1$ thus $\gamma_r(H_m) \geq m + 1$ and the upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r(H_m) \leq m + 1$.

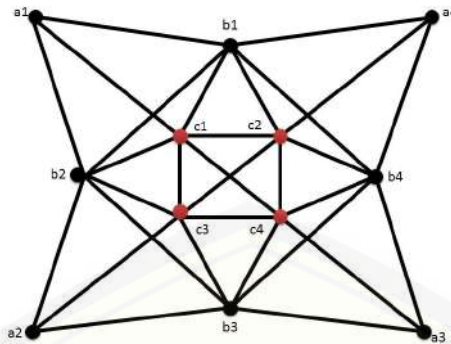


Figure 2. Line Helm Graph

In this section we proposed the proof of lower and upper bound of resolving domination number on helm graph. We will prove that the lower bound of resolving domination number is $m + 1$, which is $\gamma_r(H_m) \geq m + 1$. It has been explained that the resolving dominating set of helm graph fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Assume that $\gamma_r(H_m) < m + 1$. We take $|D_r| = m - 1$ where $w_i \in D_r$. Based on preposition 1, we know that $\gamma(H_m) = m + 1$. If we have $|D_r| = m - 1$, it means that there will be a set of vertices which is not dominated by D_r . Thus, it is a contradiction. It contradict with the definition of resolving domination number which should fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Furthermore, we should have $m + 1$ vertices to dominate all of the vertices in helm graph H_m . Thus, we should have minimum $m + 1$ vertices to be the resolving domination number. Then, we should check whether the representation of all vertices respect to D_r are distinct or not to check the upper bound.

Then, we will prove that the upper bound of resolving dominating set of H_m is $m + 1$, which is $\gamma_r(H_m) \leq m + 1$. Choose the edge metric generator $S = \{a_i, 1 \leq i \leq m\}$ so the representation of all vertices $v \in V(H_m)$ respect to D_r are the representation of $M(H_m)$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 3, 5, 4, 3\}$, $r(a_2|D_r) = \{3, 1, 3, 5, 3\}$, $r(a_3|D_r) = \{5, 3, 1, 4, 3\}$, $r(a_4|D_r) = \{3, 5, 3, 1, 3\}$, $r(b_1|D_r) = \{1, 2, 4, 2, 2\}$, $r(b_2|D_r) = \{2, 1, 2, 4, 2\}$, $r(b_3|D_r) = \{2, 4, 2, 1, 2\}$, $r(b_4|D_r) = \{4, 2, 1, 2, 2\}$, $r(c_1|D_r) = \{0, 2, 4, 2, 2\}$, $r(c_2|D_r) = \{2, 0, 2, 4, 2\}$, $r(c_3|D_r) = \{4, 2, 0, 2, 2\}$, $r(c_4|D_r) = \{2, 4, 2, 0, 2\}$, $r(d_1|D_r) = \{1, 3, 3, 1, 2\}$, $r(d_2|D_r) = \{1, 1, 3, 3, 2\}$, $r(d_3|D_r) = \{3, 1, 1, 3, 2\}$, $r(d_4|D_r) = \{3, 3, 1, 1, 2\}$, $r(e_1|D_r) = \{1, 2, 3, 2, 1\}$, $r(e_2|D_r) = \{2, 1, 2, 3, 1\}$, $r(e_3|D_r) = \{3, 2, 1, 2, 1\}$, $r(e_4|D_r) = \{2, 3, 2, 1, 1\}$, $r(f|D_r) = \{2, 2, 2, 2, 0\}$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{b_1\}, \{b_2\}, \{b_3\}, \{b_4\}, \{d_1\}, \{d_2\}, \{d_3\}, \{d_4\}, \{e_1\}, \{e_2\}, \{e_3\}, \{e_4\}$. We can see that c_1 dominated (a_1, b_1, d_1, d_2, e_1), c_2 dominated (a_2, b_2, d_2, d_3, e_2), c_3 dominated (a_3, b_3, d_3, d_4, e_3), c_4 dominated (a_4, b_4, d_4, d_1, e_4), f dominated (e_1, e_2, e_3, e_4). all vertices representation of H_m with respect to D_r are distinct, so D_r is the dominating metric generator of H_m with the cardinality of D_r namely is $|D_r| = m + 1$. So, the upper bound of the resolving domination number of H_m is $\gamma_r(H_m) \leq m + 1$. It has been proved that the lower bound of resolving domination number is $m + 1$ and the upper bound of resolving domination number is n . It can be concluded that $\gamma_r(H_m) = m + 1$.

Theorem 3.4. Let $T(H_m)$ be a total (H_m) with $m \geq 3$, resolving domination number $T(H_m)$ is $\gamma_r(T(H_m)) = m + 1$

Proof. The total (H_m) is a graph on $5m + 1$ vertex and $3m$ edge. For to prove resolving domination number of helm graph $T(H_m)$ is $\gamma_r(T(H_m)) = m + 1$, We will prove that lower

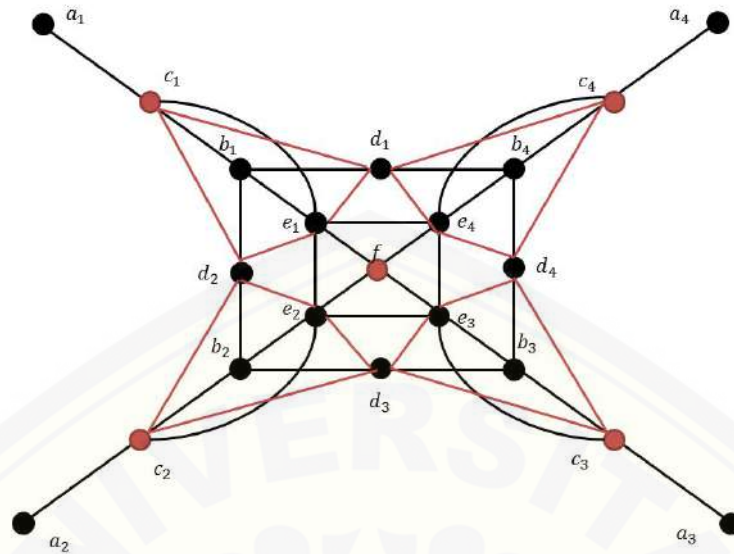


Figure 3. Middle Helm Graph

bound of resolving domination number is m so $\gamma_r(T(H_m)) \geq m$ and upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r(T(H_m)) \leq m$.

For to prove the resolving domination number of helm graph H_m is $\gamma_r(H_m) = m$, we will prove the lower bound of resolving domination number is m thus $\gamma_r(H_m) \geq m$ and the upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r(H_m) \leq m$.

We are proposed the proof of lower and upper bound of resolving domination number on helm graph. We will prove that the lower bound of resolving domination number is m , which is $\gamma_r(H_m) \geq m$. It has been explained that the resolving dominating set of helm graph fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Assume that $\gamma_r(H_m) < m$. We take $|D_r| = m - 1$ where $w_i \in D_r$. Based on preposition 1, we know that $\gamma_r(H_m) = m$. If we have $|D_r| = m - 1$, it means that there will be a set of vertices which is not dominated by D_r . Thus, it is a contradiction. It contradict with the definition of resolving domination number which should fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Furthermore, we should have m vertices to dominate all of the vertices in helm graph H_m . Thus, we will have minimum m vertices to be the resolving domination number. Then, we should check whether the representation of all vertices respect to D_r are distinct or not to check the upper bound.

Furthermore, we will prove that the upper bound of resolving dominating set of H_m is m , which is $\gamma_r(H_m) \leq m$. Choose the edge metric generator $S = \{a_i, 1 \leq i \leq m\}$ so the representation of all vertices $v \in V(H_m)$ respect to D_r are the representation of $T(H_m)$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 2, 2, 2\}$, $r(a_2|D_r) = \{2, 1, 2, 2\}$, $r(a_3|D_r) = \{2, 2, 1, 2\}$, $r(a_4|D_r) = \{2, 2, 2, 1\}$, $r(b_1|D_r) = \{0, 1, 2, 1\}$, $r(b_2|D_r) = \{1, 0, 1, 2\}$, $r(b_3|D_r) = \{2, 1, 0, 1\}$, $r(b_4|D_r) = \{1, 2, 1, 0\}$, $r(b_5|D_r) = \{1, 1, 1, 1\}$, $r(c_1|D_r) = \{1, 2, 3, 1\}$, $r(c_2|D_r) = \{2, 1, 2, 3\}$, $r(c_3|D_r) = \{3, 2, 1, 2\}$, $r(c_4|D_r) = \{2, 3, 2, 1\}$, $r(d_1|D_r) = \{1, 1, 2, 2\}$, $r(d_2|D_r) = \{2, 1, 2, 2\}$, $r(d_3|D_r) = \{2, 1, 1, 2\}$, $r(d_4|D_r) = \{2, 2, 1, 2\}$, $r(d_5|D_r) = \{2, 2, 1, 1\}$, $r(d_6|D_r) = \{2, 2, 2, 1\}$, $r(d_7|D_r) = \{1, 2, 2, 1\}$, $r(d_8|D_r) = \{1, 2, 2, 2\}$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{b_5\}, \{c_1\}, \{c_2\}, \{c_3\}, \{c_4\}, \{d_1\}, \{d_2\}, \{d_3\}, \{d_4\}, \{d_5\}, \{d_6\}, \{d_7\}, \{d_8\}$. We can see that b_1 dominated $(a_1, c_1, d_1, d_7, d_8, b_2, b_4, b_5)$, b_2 dominated $(a_2, c_1, d_2, d_8, d_9, b_3, b_5, b_6)$, b_3 dominated $(a_3, c_3, d_3, d_4, d_5, b_2, b_4, b_5)$, b_4 dominated $(a_4, c_4, d_4, d_5, d_7, b_1, b_3, b_5)$. All vertices representation of H_m with respect to D_r are distinct, so D_r is the dominating metric

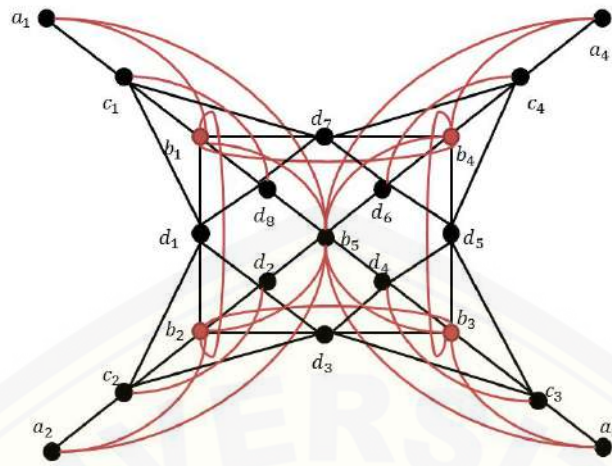


Figure 4. Total Helm Graph

generator of H_m with the cardinality of D_r namely is $|D_r| = m$. So, the upper bound of the resolving domination number of H_m is $\gamma_r(H_m) \leq m$. It has been proved that the lower bound of resolving domination number is m and the upper bound of resolving domination number is m . It can be concluded that $\gamma_r(H_m) = m$.

Theorem 3.5. Let (\bar{H}_m) be a complement (H_m) with $m \geq 3$, resolving domination number (\bar{H}_m) is $\gamma_r((\bar{H}_m)) = m$

Proof. The complement (H_m) is a graph on $2m + 1$ vertex and $5m + 2$ edge with vertex set $V(H_m) = \{a_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{c\}$ and edge set $E((\bar{H}_m)) = \{a_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{a_i b_i ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i c ; 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i b_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_1 b_m\} \cup \{a_m b_1\} \cup \{b_i a_{i+1} ; 1 \leq i \leq m-1\} \cup \{b_m a_1\} \cup \{a_i a_{i+2} ; 1 \equiv \text{mod } 2\}$ For to prove resolving domination number of helm graph (\bar{H}_m) is $\gamma_r((\bar{H}_m)) = m$, We will prove that lower bound of resolving domination number is m so $\gamma_r((\bar{H}_m)) \geq m$ and upper bound of resolving domination number is n which is $\gamma_r((\bar{H}_m)) \leq m$.

For to prove the resolving domination number of helm graph H_m is $\gamma_r((\bar{H}_m)) = m$, we will prove the lower bound of resolving domination number is m thus $\gamma_r((\bar{H}_m)) \geq m$ and the upper bound of resolving domination number is m which is $\gamma_r((\bar{H}_m)) \leq m$.

We are proposed the proof of lower and upper bound of resolving domination number on helm graph. We will prove that the lower bound of of resolving domination number is m , which is $\gamma_r((\bar{H}_m)) \geq m$. It has been explained that the resolving dominating set of helm graph fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Assume that $\gamma_r(H_m) < m$. We take $|D_r| = m - 1$ where $w_i \in D_r$. Based on preposition 1, we know that $\gamma(H_m) = m$. If we have $|D_r| = m - 1$, it means that there will be a set of vertices which is not dominated by D_r . Thus, it is a contradiction. It contradict with the definition of resolving domination number which should fulfill the requirement of dominating set and resolving set. Furthermore, we should have m vertices to dominate all of the vertices in helm graph H_m . Thus, we will have minimum m vertices to be the resolving domination number. Then, we should check whether the representation of all vertices respect to D_r are distinct or not to check the upper bound.

Furthermore, we will prove that the upper bound of resolving dominating set of H_m is m ,

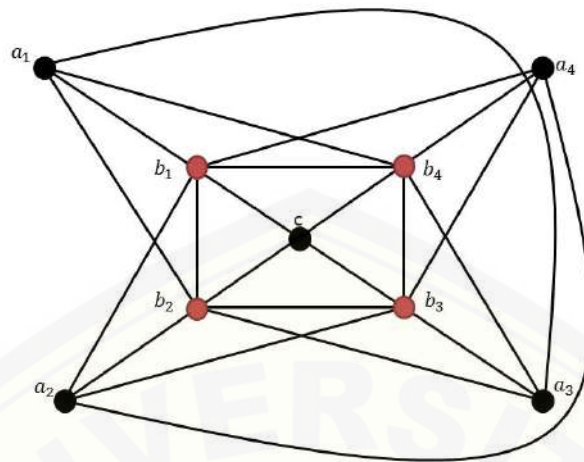


Figure 5. Complement Helm Graph

which is $\gamma_r((\bar{H}_m)) \leq m$. Choose the edge metric generator $S = \{a_i, 1 \leq i \leq m\}$ so the representation of all vertices $v \in V(H_m)$ respect to D_r are the representation of $((\bar{H}_m))$ connect to D_r are: $r(a_1|D_r) = \{1, 1, 2, 1\}$, $r(a_2|D_r) = \{1, 1, 1, 2\}$, $r(a_3|D_r) = \{2, 1, 1, 1\}$, $r(a_4|D_r) = \{1, 2, 1, 1\}$, $r(b_1|D_r) = \{0, 1, 2, 1\}$, $r(b_2|D_r) = \{1, 0, 1, 2\}$, $r(b_3|D_r) = \{2, 1, 0, 1\}$, $r(b_4|D_r) = \{1, 2, 1, 0\}$, $r(c|D_r) = \{1, 1, 1, 1\}$. The set of vertices which is not included in dominator resolving set is $V - D_r = \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{c\}$. We can see that b_1 dominated $(a_1, a_2, a_4, b_2, b_4, c)$, b_2 dominated $(a_1, a_2, a_3, b_1, b_3, c)$, b_3 dominated $(a_2, a_3, a_4, b_2, b_4, c)$, b_4 dominated $(a_1, a_3, a_4, b_1, b_3, c)$. All vertices representation of H_m with respect to D_r are distinct, so D_r is the dominating metric generator of H_m with the cardinality of D_r namely is $|D_r| = m$. So, the upper bound of the resolving domination number of H_m is $\gamma_r((\bar{H}_m)) \leq m$. It has been proved that the lower bound of resolving domination number is m and the upper bound of resolving domination number is m . It can be concluded that $\gamma_r(\bar{H}_m) = m$.

4. Conclusion

We have given results of line graph, middle graph, and total graph on helm graph. Doe to this research is still new, thus many problems must be found.

Open Problem 1. Given that G be a graph, need to prove the dominating metric dimension any graph and its operations.

Acknowledgement

We gratefully acknowledgement CGANT (Combinatorics, Graph Theory and Network Topology) for the support and supervision to completing this paper.

References

- [1] Adawiyah R, Agustin I H, Dafik, Slamin, and Albirri E R 2018 Related Wheel Graphs and Its Locating Edge Domination Number *Journal of Physics: Conf. Series* **1022**
- [2] Adawiyah R, Prihandini R M, Albirri E R, Agustin I H, Alfari R 2019 The local multiset dimension of unicyclic graph *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **243** p 012075 IOP Publishing
- [3] Alfari R, Darmaji, and Dafik 2017 On the star partition dimension of comb product of cycle and complete graph *Journal of Physics Conference Series* **855**

- [4] Alfarisi R and Darmaji 2017 On the star partition dimension of comb product of cycle and path *AIP Conference Proceedings* **1867**
- [5] Chartrand G, Eroh L, Johnson M A, and Oellermann O R 2000 Resolvability in Graphs and the Metric Dimension of a Graph *Discrete Appl. Math.* **105** pp 99-113
- [6] Chartrand G and Lesniak L 2000 *Graphs and digraphs 3rd* (London: Chapman and Hall)
- [7] Capobianco M and Molluzo J 1978 *Examples and Counterexamples in Graph Theory* (New York: North Holland) **2(3)** 274
- [8] Dafik, Agustin I H, Surahmat, Syafrizal S y and Alfarisi R 2017 On non-isolated resolving number of some graph operations *Far East Journal of Mathematical Sciences* **102(2)** pp 2473-2492
- [9] Dafik, Agustin I H, Hasan M, Adawiyah R, Alfarisi R, Wardani D A R 2018 On the Locating Edge Domination Number of Comb Product of Graphs *Journal of Physics: Conf. Series* **1022** 012003
- [10] Darmaji and Alfarisi R 2017 2017 On the partition dimension of comb product of path and complete graph *AIP Conference Proceedings* **1867**
- [11] Gross J L and Yellen J 2005 *Graph Theory and it's Application* (CRC Press)
- [12] Gross J L, Yellen J and Zhang P 2014 *Handbook of graph Theory* Second Edition (CRC Press Taylor and Francis Group)
- [13] Harary F and Melter F A 1976 On The metric dimension of a graph *Ars Combin* **2** pp 191-195
- [14] Hartsfield N and Ringel G 1994 *Pearls in Graph Theory* (United Kingdom: Academic Press)
- [15] Okamoto F, Phinezy B, Zhang P 2010 The Local Metric Dimension Of A Graph *Mathematica Bohemica* **135(3)** pp 239-255
- [16] Slater P J 1975 Leaves of trees *Proc. 6th Southeast Conf. Comb., Graph Theory, Comput. Boca Rotan* **14** pp 549-559
- [17] Simanjuntak R, Vetric T, and Mulia P B 2017 The multiset dimension of graphs *arXiv preprint arXiv 1711.00225*
- [18] Thenmozhi B and Prabha R 2017 Power Domination of Middle Graph of Path, Cycle and Star *International Journal of Pure and Applied Mathematics* **114 (5)** 13-19
- [19] Ulfianita E, Estuningsih N, Susilowati L 2014 Dimensi Metrik Lokal pada Graf Hasil Kali Comb dari Graf Siklus dan Graf Lintasan *Journal of Mathematics* **1(3)** pp 24-33

The analysis of the implementation inquiry based learning to improve student mathematical proving skills in solving dominating metric dimension number

A N Hayyu^{1,2}, Dafik^{1,2}, I M Tirta^{2,3}, Y Wangguway^{1,2}, S Kurniawati^{1,2}

¹CEREBEL, University of Jember, Indonesia

²Department of Mathematic Education Post Graduate University of Jember, Indonesia

³Department of Mathematic University of Jember, Indonesia

auliananda73@gmail.com

Abstrak. Inquiry based learning has been promoted as a student-centered approach that can strengthen the relationship between teaching and research. Inquiry can be defined as seeking for truth, information or knowledge / understanding and is used in all facets and phases of life. In this study, researches tried to apply inquiry-based learning with mathematical proving skills. The classes used are the control class and the experimental class. This study uses a mixed method namely quantitative and qualitative methods. This study aims to develop inquiry-based learning tools and produce learning products in the form of student worksheets (LKM), learning outcomes tests (THB), and monographs find out significant differences between control class and experimental class. This research uses 4D development methods (define, design, development, and disseminate) [12]. To find out the effect of inquiry based learning. Rshiny program is used. The overall result of product validation is 50 % with a valid category. The effectiveness of learning outcomes is 0.304 with the medium category. The practicality of the teacher's response results was 75.55 with a very practical category, and the student response result was 83.46 with a very practical category. With the testing criteria accept H0 if the significance value or probability value > 0.05 then H0 is accepted and H1 if the significance value or probability value < 0.05 then H0 is rejected. The results showed that there was an impact of the development of inquiry-based learning tools on mathematical proving skills of students to prove the problem of dominating metric dimension numbers.

1. Introduction

Education is one of the important factors in the progress of Indonesian society, especially in the era of globalization. Education is taught not only to elementary schools and secondary schools but also in the world of college's teaching and learning activities, especially mathematics. In the world of mathematics education students especially discrete mathematics material. The purpose of learning activities is not only to be smart but to be able to reason, communicate, represent, solve problems, and behave well. This must be owned by students after participating in learning. Problems faced by students are not easy to overcome. Mathematics learning has a goal about the abilities students must have. This ability is better known as mathematical ability. Mathematical ability is the ability to handle problems, both in mathematics and in real life. Mathematical ability consists of: mathematical reasoning, mathematical communication, mathematical problem solving, concept understanding, mathematical understanding, creative thinking, and critical thinking [8]. In line with this opinion, [10] suggests a standard mathematical learning process, namely: Solving mathematical problems,

reasoning and mathematical proofs (mathematical reasoning and proof), mathematical communication (mathematical communication), mathematical connections and mathematical representations (mathematical representations).

One of the learning models that leads to mathematical proving skills is Demand-Based Learning. Inquiry-Based Learning (IBL) is a teaching technique in which the teacher engages students in the learning process through the use of questions, problem-solving activities, and critical thinking. The learning model of teaching is to help the student to be independent in finding ideas from concepts provided by the instructor. This method is student-centered with the teacher plays an important role, namely as a designer-maker of learning. From the explanation above, the researcher wants to develop an Inquiry-Based Learning model to mathematically prove students' level of thinking. According to [3], the phase of IBL in learning include three phase and describes in the table :

Table 1. The Indicators of Inquiry Based Learning

Phase	Activity
1. Exploration	Students are free to find and manipulate subject matter
2. Introduction of Concept	Students under the guidance of the teacher, organize the data that has been collected and look for patterns that emerge.
3. Application Concept	Students are given problems that they must solve by using information obtained through discovery and reading references.

Table 2. The indicators of student mathematical prove skills

Aspect	Indicator
1. Initial Attack	Read and understand a question given
2. Recognition the pattern	Take several approaches that can be used and formulate and try to solve
3. Generalization	Resolve problems and reflections on what has been done and give reasons
4. Develop a lemma or theorem	Prove lemma or theorem
5. Analysis deductively based on the previous lemma or theorem	Analyze deductive reasoning based on lemma or theorems
6. Concluding the proof	Student can prove mathematical skills in solving dominating metric dimation number

Various approaches and methods have been developed, including [11] suggesting the concept of generic evidence as a way to improve students' understanding of the evidence of a statement. Generic evidence is provided at the sample level that explains concepts in general by looking at specific examples. There are several reasons why evidence teaching needs to be given, namely: 1) evidence is an integral part of mathematics, 2) for verification and discovery of facts, 3) for the development of students 'logical and critical thinking skills, and 4) accelerating and increasing students' mathematical understanding [9]. Meanwhile, by dominating metric dimation we mean the problem in the following definition.

According to [1] , the D set from a simple graph point G is called the dominating set if each point $v \in V(G) - D$ is adjacent to several points $v \in D$. For an ordered partition $\Pi = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_k\}$ of $V(G)$, the representation of a vertex $v \in V(G)$ with respect to Π is the k-vectors $r(v|\Pi) = (d(v, S_1), d(v, S_2), \dots, d(v, S_k))$, where $d(v, S_k)$ represent the distance between the vertex v and the set S_k [2]. The smallest cardinality of a dominating set is called a domination number denoted by $\gamma(G)$. Based on these two concept dominating set and metric dimension, we initiate to study the

combination of those two studies namely ($Dom_{Dim}(G)$) [5]. According to [1], the upper bound of a domination number is the number of points in a graph.

2. Research Methods

This research is a type of mix method research that is a multimethod approach. Multimethod is a combination of qualitative and quantitative research methods. The method used is sequential exploratory. Design is a combination of research having the collection and analysis of qualitative data in the first stage while the second stage is followed by the collection of data and quantitative data analysis to make conclusions of the results of the research in the first stage. This study aims to develop inquiry-based learning tools and produce learning tool products in the form of student worksheets (LKM), learning outcomes tests (THB) and monographs and find out significant differences between the control class and the experimental class.

The population of this study is Jember University mathematics education students who take discrete mathematics courses. The research sample consisted of two classes consisting of a control class and an experimental class. Both classes are the same teacher but with different treatments. For example in the experimental class will use learning tools that have been developed, namely learning tools based on inquiry based learning while the control class will use conventional learning [4]. Based on the research design, both groups showed effective results after solving the problems given.

Table 3. research method

Class	Pre-Test	Treatment	Post Test
Experimental	R_1	X	R_2
Control	R_3	–	R_4

Explanation :

R_1, R_3 : Pre-test

R_2, R_4 : Post-test

X : treatment in the experimental class in the form of inquiry based learning

2.1. Population

The population of this study is Jember University mathematics education department in the FKIP-University of Jember students who take discrete mathematics courses. The consisting of 28 students of experimental class and 33 students of the control class.

2.2. Instrument

Instruments used in this research were pre-test, post-test, observation and interview. The instrument used in collecting thinking skills data proves mathematically students through pre-test and post-test in the form of essay questions. The maximum number of scores that a student will get if he answers all the questions correctly is 100. The observation instrument used a Cahyani scale encompassing into five categories, namely very active (score 4), active (score 3,4), less active (2,4), and inactive (score 1).

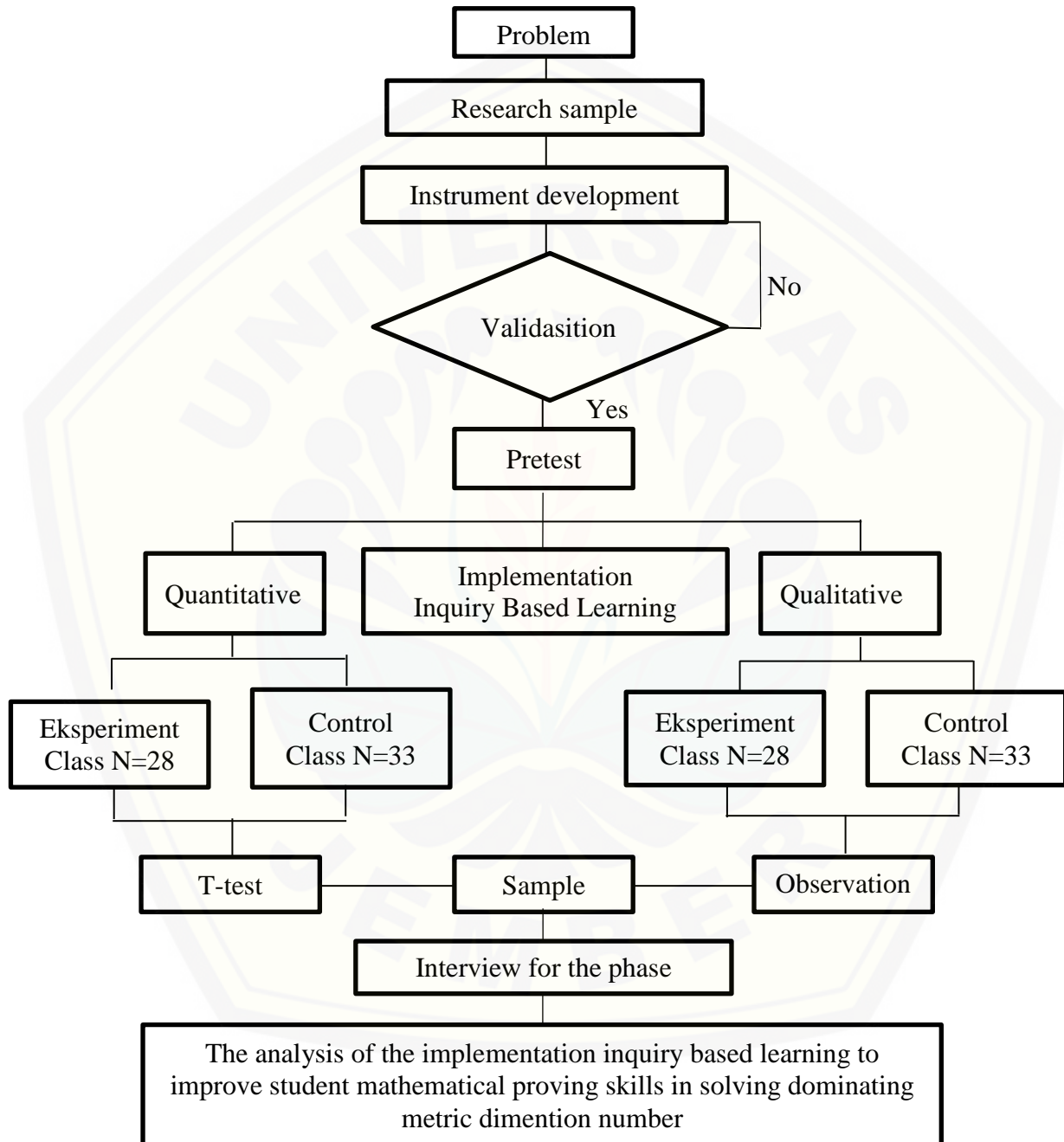
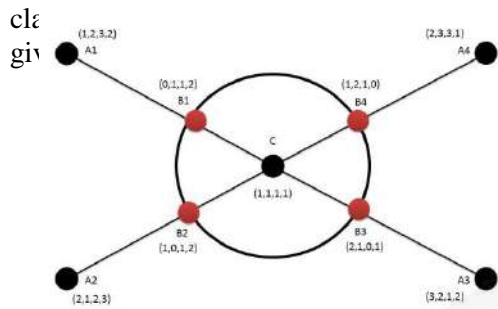


Figure 2. Flow Chart of the Mixed Method Model

2.3. Task

Assignments given to students are pre-test, post-test and student worksheets. The test is given to the control class and the experimental class while the student worksheet is only given to the experimental



olving domination number and their functions. Assignments

Table 1. The Representation of Resolving Domination Number

v	$r(v D_r)$	condition
x_i	$(\underbrace{3, \dots, 3}_{i-2}, 1, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-i-1})$	$3 \leq i \leq m-1$
x_i	$(1, 2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-i-1}, 2)$	$i = 1$
x_i	$(2, 1, 2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-i-1}, 2)$	$i = 2$
x_i	$(2, \underbrace{3, \dots, 3}_{m-i-1}, 2, 1)$	$i = 3$

Figure 3. the example of dominating metric dimension number of helm graph

First, determine the graph that we will look for as the dominating set. Secondly give labels on vertices and edge. Then determine the cardinality of vertices and edge. After that we look for the dominating set and then determine the dominating metric dimension number. Where for the dominating set we look for as minimum as possible and the dominating set can dominate other vertices [6]. For helm graph the combination of two graphs, namely the path graph and cycle graph [7].

$$V = \{a_i, 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i, 1 \leq i \leq m\} \cup \{C\}$$

$$E = \{a_i b_i, 1 \leq i \leq m\} \cup \{b_i b_{i+1}, 1 \leq i \leq m - 1\} \cup \{b_m b_1\} \cup \{b_i C, 1 \leq i \leq m\}$$

$$|V| = 2m + 1$$

$$|E| = 3m - 1$$

$$D = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$$

$$Dom_{Dim}(G) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$$

2.4. Data Collection and Data Analysis

We gave pre-test and post test to both experimental and control class. We also apply observation and interview with the subject research. Quantitative data analysis is divided into two namely initial data analysis and final data analysis. Initial data analysis (taken from the results of the initial mathematical representation ability in order to find out the average similarity of the experimental and control classes) uses the normality test, homogeneity test, and the two average similarity test. While the final data analysis (conducted after learning using inquiry based learning) uses completeness test and average difference test using SPSS.

3. Research Finding

The study was conducted in the experimental class and the control class using qualitative methods to determine students' mathematical thinking skills. The purpose of the validity and reliability test is to determine the accuracy of the measurement instruments. The following are the results of the validity and reliability test.

Table 4. the test result of the validity question

		Correlations					
		SOAL1	SOAL2	SOAL3	SOAL4	SOAL5	TOTAL
SOAL1	Pearson Correlation	1	.429*	.262	.205	.282	.724**
	Sig. (2-tailed)		.013	.141	.253	.111	.000
	N	33	33	33	33	33	33
SOAL2	Pearson Correlation	.429*	1	.440*	-.113	.382*	.672**
	Sig. (2-tailed)	.013		.010	.531	.028	.000
	N	33	33	33	33	33	33
SOAL3	Pearson Correlation	.262	.440*	1	.149	.094	.576**
	Sig. (2-tailed)	.141	.010		.407	.604	.000
	N	33	33	33	33	33	33
SOAL4	Pearson Correlation	.205	-.113	.149	1	.091	.455**
	Sig. (2-tailed)	.253	.531	.407		.614	.008
	N	33	33	33	33	33	33
SOAL5	Pearson Correlation	.282	.382*	.094	.091	1	.637**
	Sig. (2-tailed)	.111	.028	.604	.614		.000
	N	33	33	33	33	33	33
TOTAL	Pearson Correlation	.724**	.672**	.576**	.455**	.637**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.008	.000	
	N	33	33	33	33	33	33

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

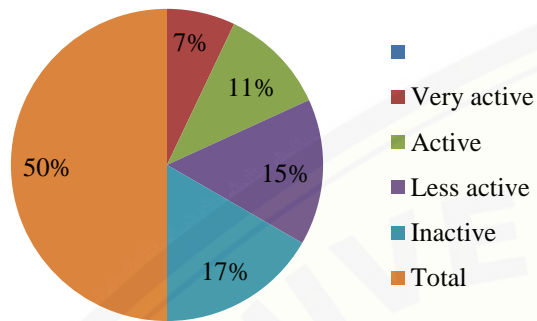
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Based on Table 4. We can see that the value r_{count} of number 1 is 0.724, number 2 is 0.672, number 3 is 0.576, number 4 is 0.455, and number 5 is 0.637. All of the items give the value of $r_{count} > r_{table}$ with $N = 33$ thus all items are valid.

Table 5. the test result of the reliability question

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.578	5

The percentage of mathematical proving skills of the control class



The mathematical proving skills of the control class

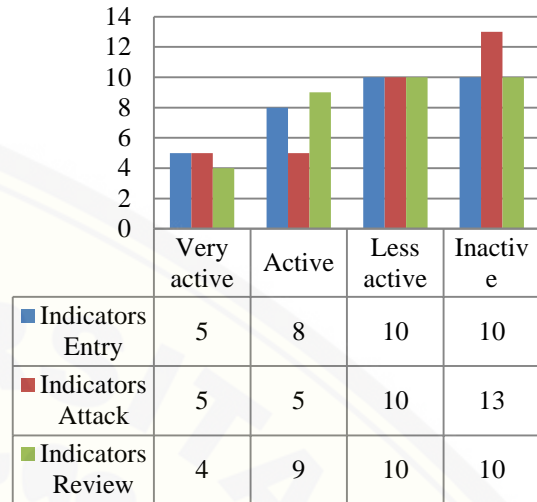
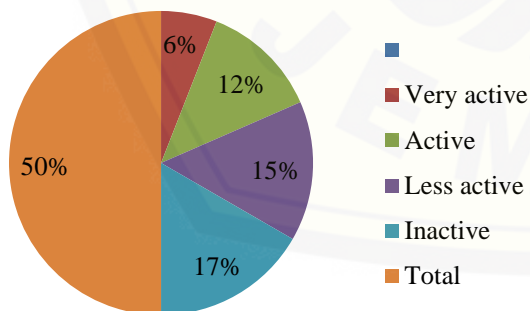


Figure 4. the graphic of students mathematical proving skills of control classes based on their pre-test result

Based on Table 5, it can be seen that the overall reliability value is 0.578 and r_{table} of a significance level 5% with $dK = N - 1 = 32$, $r_{table} = 0.2869$. Therefore $r_{count} > r_{table}$. It concludes that the instrument items are reliable.

We will show the graphic of students mathematical thinking skills of both control and experimental classes based on their pre-test result as follows.

The percentage of mathematical proving skills of the experimental class



The mathematical thinking skills of the experimental class

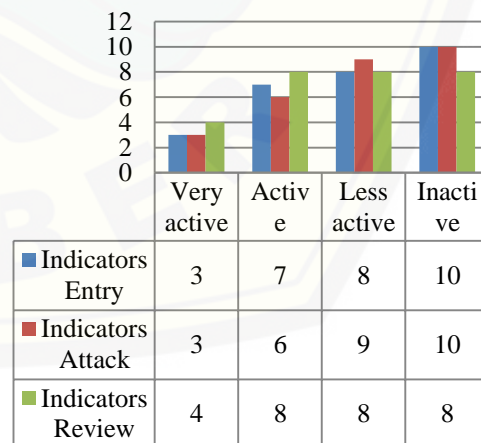


Figure 5. the graphic of students mathematical thinking skills of experimental classes based on their pre-test result

Based on the results of the pre-test analysis between the two classes, it can be seen classes have the same variance. The results showed the mathematically thinking skills of the control class can very active is 7%, active is 11%, less active is 15%, and inactive is 17% while for the experimental class can very active is 6%, active is 12%, less active is 15%, and inactive is 17%.

Table 6. the analysis of the homogeneity of pre-test

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.365	1	59	.009

Table 6 shows a discussion of homogeneity test from pre-test. The value (sign.) in the analysis of homogeneity variances table test is 0.009. The obtained significance value is less than 0.05, it implies the data shows homogeneous variances.

Table 7. the result of mean scores of pre-test between control and experimental classes

		Group Statistics			
Group		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pre Test	Experimental Class	28	57.7857	6.46562	1.22189
	Control Class	33	64.9394	8.56205	1.49046

Table 8. the comparison of pre-test score of experimental class and control class score using independent sample t-test

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pre Test	Equal variances assumed	2.093	.153	-3.628	59	.001	-7.15368	1.97176	-11.09917	-3.20819
	Equal variances not assumed			-3.712	58.272	.000	-7.15368	1.92730	-11.01121	-3.29615

Table 8 also shows that the result of t-test independent samples test. The research was continued by conducting learning used conventional learning model followed by post-test. The research was done to 33 students in the control class to know their mathematically thinking level after the learning. 33 subjects were tested by using post-test, in the control class it was found that 22% students were on the category of level 1, 16% students were in the category of level 2, 10% students were in the category of

level 3, and 2% students were in the category of level 4. Now, the analyze the result on post-test by using the inferential statistic.

Table 9. the analysis of the normality test of both class for the post-test

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
POST TEST	Experimental Class	.135	28	.200*	.956	28	.280
	Control Class	.123	33	.200*	.957	33	.216

*. This is a lower bound of the true significance.

The results of the normality test of each group, it was obtained the significance value are the control is 0.200, the experimental is 0.200. The significance value of the two classes is greater than the value of α (0.05), meaning that two classes of research samples are normally distributed.

Table 10. the result of mean scores of post-test between control and experimental class

		Group Statistics				
	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
POST TEST	Experimental Class	28	90.7143	2.65075	.50094	
	Control Class	33	86.8485	4.40256	.76639	

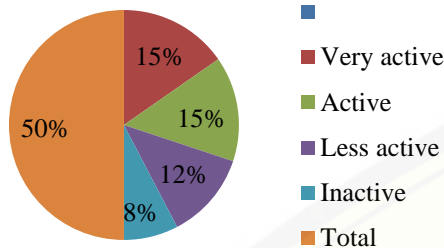
Table 10 present the post-test result of control class it mean 86.8485 and Std. Deviation 4.40256 while the experimental class it mean 90.7143 and Std Deviation 2.65075.

Table 11. the comparison of post test score of experimental class and control class score using independent sample t-test

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
POST TEST	Equal variances assumed	5.886	.018	4.061	59	.000	3.86580	.95199	1.96087	5.77073
	Equal variances not assumed			4.222	53.591	.000	3.86580	.91558	2.02984	5.70176

Table 11 shows that the result of t-test indicates sign. (2-tailed) of independent sample t-test of post test is 0.000 ($p \leq 0.05$) thus it is significant.

Percentage of mathematical proving skills of the control class



The mathematical proving skills of the control class

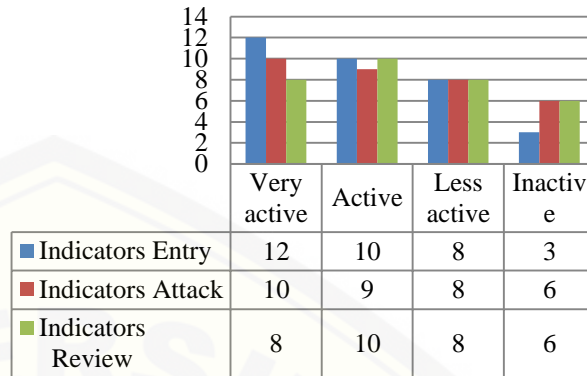
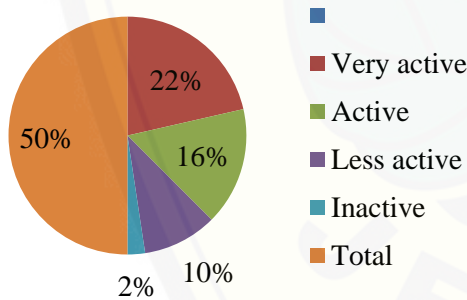


Figure 6. the distribution of student mathematical proving skills in the control class based on the post-test result

Then, based on the psot-test result it showed the mathematical proving skills of the control class is very active of 15%, active of 15%, less active of 12%, and inactive of 8%. The results of both classes can be seen in Figure 3 and Figure 4.

The percentage of mathematical proving skills of the experimental class



The mathematical proving skills of the experimental class

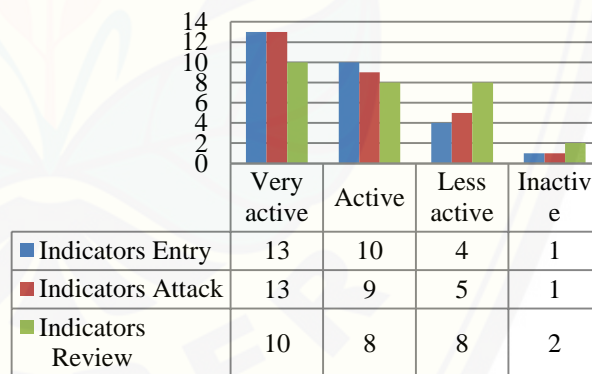


Figure 7. the distribution of student mathematical provig skills in the experimental class based on the post-test result

4. Portrait phase

The portrait phase is taken to draw a process. The portrait phase taken to draw a process of mathematical proof of thinking skills. I have chosen three objects from the experimental and control groups as illustration. Interviews were conducted on selected subjects to find out their thoughts the process of completing dominating metric dimation.

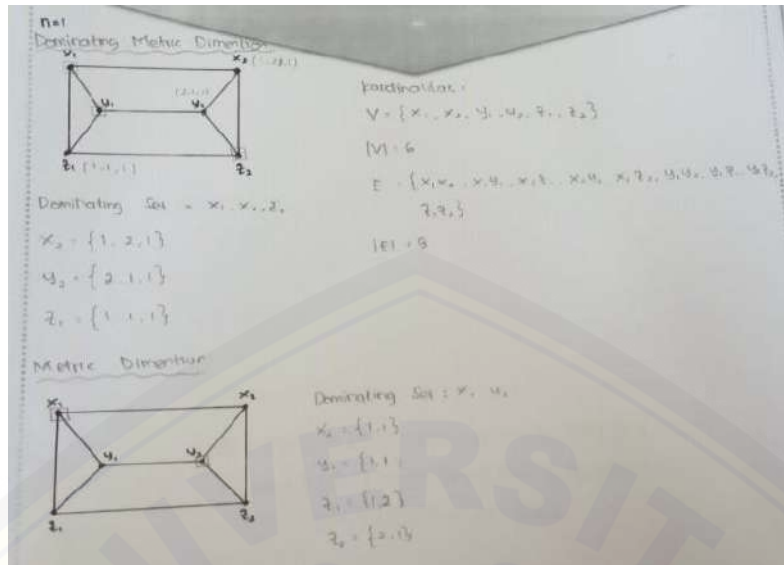


Figure 8. graph of the subject 1.

From the picture above, there are two graphs that are the same. For working on the problems asked to look for labeling points, sides, cardinalities of points and sides, dominating set. In figure 5, the second graph has one dominating set namely x_1 dan y_2 . In the first graph the dominating set is x_1 dan y_1 . This ability is clearly explained by the results of the interview below.

- Research : Can you understand the dominating metric dimention number ?
 Student 1 : Yes, I'm understand dominating metric dimention number.
 Research : How do you know about that ?
 Student 1 : From LKM
 Research : What did you do to solve the problem ?
 Student 1 : First, determine the graph that we will look for as the dominating set. Secondly give labels on vertices and edge. Then determine the cardinality of vertices and edge. After that we look for the dominating set and then determine the dominating metric dimention number. Where for the dominating set we look for as minimum as possible and the dominating set can dominate other vertices.
 Research : Do you have difficult in solve this problem ?
 Student 1 : No, I don't

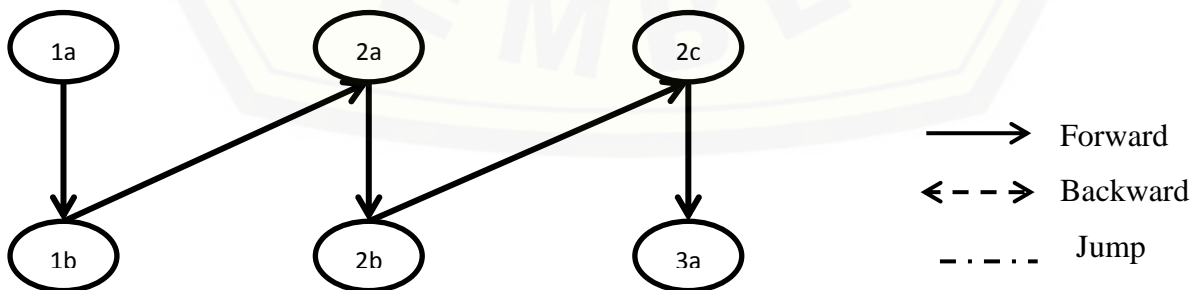


Figure 9. the phase portrait student mathematical proving skills process of the high criteria

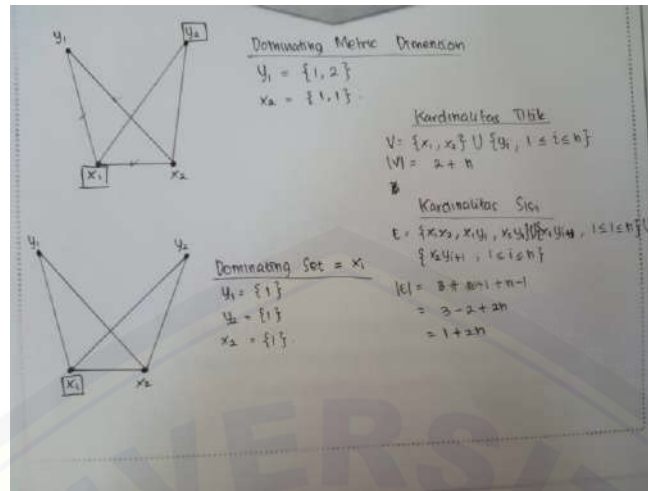


Figure 10. graph of the subject 2

From the picture above, there are two graphs that are the same. For working on the problems asked to look for labeling points, sides, cardinalities of points and sides, dominating set. In figure 5, the second graph has one dominating set namely x_1 dan y_2 . In the first graph the dominating set is x_1 dan y_1 . This ability is clearly explained by the results of the interview below.

Research : Can you understand the dominating metric dimension number ?

Student 2 : Yes, I'm understand dominating metric dimension number.

Research : How do you know about that ?

Student 2 : From LKM

Research : What did you do to solve the problem ?

Student 2 : First, determine the graph that we will look for as the dominating set. Secondly give labels on vertices and edge. Then determine the cardinality of vertices and edge. After that we look for the dominating set and then determine the dominating metric dimension number. Where for the dominating set we look for as minimum as possible and the dominating set can dominate other vertices.

Research : Do you have difficult in solve this problem ?

Student 2 : Yes

Research : What difficulties did you experience?

Student 2 : Determine the dominating set of graph n

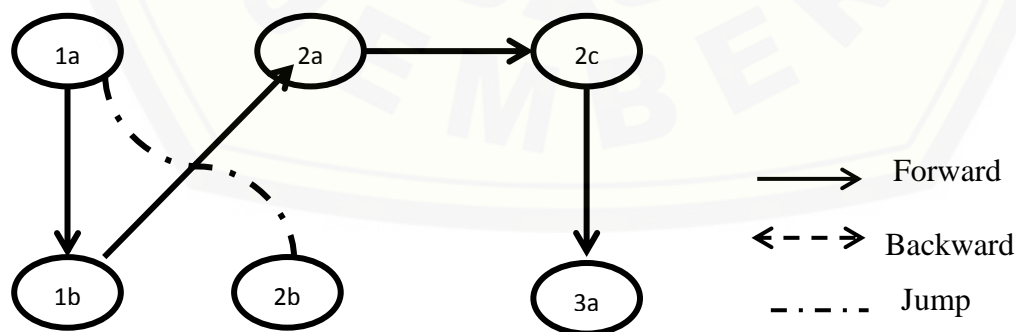


Figure 11. the phase portrait student mathematical proving skills process of the average criteria

The following is an analysis of the work of students dominating metric dimension to determine the completion process of the LKM so that students find the final results. Analysis of the results of student work is carried out to support that the information provided in the interview matches the work.

5. Discussion

This study aims to analyze the implementation of inquiry-based learning (IBL) on mathematical proving skills in solving dominating metric dimension numbers problems. The findings of this study indicate that the research conducted in this study has a significant significance on the alleged abilities of students in the experimental class. The results showed that an increase in student learning outcomes and thinking skills were seen from the post-test. Experimental class grades are significantly better than those supported by IBL learning to improve mathematical proofing thinking skills. The results obtained in the control class are as follows: 21% in the category of less speculated, 29% in the category of quite speculated, 27% in the category of speculated and 23% in the category of highly speculated. Whereas in the experimental class, 14% were in the less suspected category, 27% in the reasonably suspected category, 32% in the presumptive category, and 27% in the high presumptive category. Independent test results obtained the sig value variance. (2-tailed) $0,007 < 0,05$. It can be concluded that the post-test results between the control class and the experimental class have significant differences after IBL-based learning is implemented. The results of this study are in line with the theory that is converted by [3] that research data-based learning methods help students to pass a predetermined value target. This result achieved by the experimental class shows that learning objectives play an important role in solving students' problems.

6. Conclusion

Based on the results of the study, the application of IBL has a significant effect on students' mathematical thinking abilities in the experimental class. The results showed an increase in student learning and thinking skills seen from the post-test. The experimental class produces better grades.

Acknowledgment

I gratefully acknowledgment the support from CEREBEL Research Groups, FKIP-University of Jember Indonesia of the year 2020

Reference

- [1] Adawiyah R, Agustin I H, Dafik, Slamini, and Albirri E R 2018 Related Wheel Graphs and Its Locating Edge Domination Number *Journal of Physics: Conf. Series* **Vol 1022**
- [2] Alfarisi R, Darmaji, and Dafik 2017 On the Star Partition Dimension of Comb Product of Cycle and Complete Graph *Journal of Physics Conference Series* **Vol 855(1)**
- [3] Barman and Kotar 1989 *Inquiry Based Learning*.
- [4] Brew A 2010 A Imperative and Challenges in Integrating Teaching and Research *Higher Education Research & Development* **29 (2) 139-150**
- [5] Chartrand G, Eroh L, Johnson M A, and Oellermann O R 2000 Resolvability in Graphs and the Metric Dimension of a Graph *Discrete Appl. Math* **Vol 105(1-3)** pp: 99-113
- [6] Dafik, Agustin I H, Surahmat, Syafrizal Sy and Alfarisi R 2017 On non-Isolated Resolving Number of Some Graph Operations *Far East Journal of Mathematical Sciences* **Vol 102(2)** pp: 2473-2492
- [7] Darmaji and Alfarisi R 2017 On the Partition Dimension of Comb Product of Path and Complete Graph *AIP Conference Proceedings* **Vol 1867(1)**
- [8] Dickerson, D. S 2008 High School Mathematics Teachers' Understandings of the Purposes of Mathematical Proof, Disertasi pada Syracuse University: No published.
- [9] Harary F and Melter F A 1976 On the Metric Dimension of a Graph *Ars Combin* **Vol 2** pp 191-195
- [10] NCTM 2000 *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- [11] Tall, David 1991 *Adveced Mathematical Thinking*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- [12] Hobri, Dafik and Hossain A 2018 The Implementation of Learning Together in Improving Student Mathematical Performance *International Journal of Instruction* **11(2)** 483-496



The International Conference on Physics and Mathematics for Biological Science

Number : 01/ ICOPAMBS/I/2019
Subject : ICOPAMBS Publication

16th November 2019

Paper ID : ICOPAMBS-10

Authors : Aulia Nandarema Hayyu, Dafik, I Made Tirta, Robiatul Adawiyah and Rafiantika Megahnia Prihandini

Paper Title : Dominating Metric Dimension of Helm Graph

Dear Authors,

Thank you for participating in the International Conference on Physics and Mathematics for Biological Science 2019. I am very grateful to say that the conference has been successfully held. Following your paper which you have submitted to the ICOPAMBS 2019 and also based on the review result of your paper, I am pleased to inform you that your paper is potentially to be published in the **JPCS (Journal of Physics Conference Series) Indexed by Scopus Q-3**, with the following conditions.

1. Please kindly revise your paper based on the feedback given by the reviewer as attached in the email.
2. Please follow the guideline of **JOP (Journal of Physics) Template**. The revised paper together with relevant files should be **compressed into one file** with the following name: **AUTHORNAME_ICOPAMBS_2019_PAPERID**. It should be resubmitted to the committee by no longer than November 20th 2019 by emailing the organizing committee.
3. Please kindly make a payment for the publication fee, each paper will be charged IDR 1.225.000 for author. Payment shall be made before November 20th, 2019 to the following details.

Bank name : BNI Syariah Jember

Account name : PANITIA ICOPAMBS 2019

Account number : 8882112882

Address : BNI Syariah Cabang Jember, Jember, Indonesia

Should you have any problem or enquiry, please do not hesitate to contact us

After making payment, please notify us by sending the payment record to secretariat email (icopambs.fkip@unej.ac.id) or by whatsapp to 085746158567 (Lioni Anka Monalisa).

Note : Please do your best to revise your paper to meet the publication standard, as rejection from journal publication will not make your money back, but you are still entitled to publish your paper our journal.

IOP Publishing - Journal of Physics

Chairperson for ICOPAMBS 2019



ScienceDirect®

Scopus®



Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes



Jember, 5th December 2019

Our Ref : 001/ICCGANT/XII/2019

Subjects : IOP Publication

Dear Aulia Nandarema Hayyu,

Paper Id : ICCGANT 019-080

Paper Title : Development of Mathemating Inquiry Based Learning and Its Effect On Thinking Skills Mathematically Mathematics Students In Completing The Problem Of Dominating Metric Dimention Number

Thank you for participated in the Third International Conference on Combinatorics, Graph Theory and Network Topology 2019. I am very grateful to say that the conference has been successfully held. Following your paper which you have submitted to the ICCGANT 2019 and also based on the review result of your paper, I am pleased to inform you that your paper is potentially to be published in the **Journal of Physics: Conference Series (JPCS), IOP Publishing (Indexed by Scopus)**, with the following conditions.

1. Please kindly revise your paper based on the feedback given by the reviewer as attached in the email.
2. Please follow the guideline of **JPCS manuscript**, see ic.cgant.unej.ac.id or see the JOP website: <http://iopscience.iop.org/journal/1742-6596> to help you to organize your paper.
3. The revised paper together with relevant files should be **compressed into one file** with the following name: AUTHORNAME_ICCGANT2019_PAPERID. It should be resubmitted to the committee by no longer than December 13th by emailing the organizing committee cgant@unej.ac.id and cc to iccgant@gmail.com.
4. Please kindly make a payment for the IOP publication fee, each paper will be charged USD 125 for international author or IDR 1.750.000 for Indonesian author. Payment shall be made before December 16th, 2019 to the following details.

Bank name: BNI SYARIAH JEMBER

Account name: Panitia ICCGANT 2019

Account number: 8882222089

Address: BNI Syariah Cabang Jember, Jember, Indonesia

(For international transfer, the SWIFT Code is BNINIDJA)

Should you have any problem or enquiry, please do not hesitate to contact us.

5. After making payment, please notify us by sending the payment record to Whatsapp 085746045070 (Rosanita Nisviasari).
6. Disclaimer: Please understand that the payment will be allocated for the IOP payment either review process or publication fee. Please do your best to meet the IOP publication standard, since rejection from IOP *will not make your money back*.

Chairperson for ICCGANT 2019

Certificate

We acknowledge that

Aulia Nandarema Hayyu

Universitas Jember

Has participated as a PAPER PRESENTER

In The 3rd International Conference on Combinatorics,
Graph Theory, and Network Topology

entitled

Development of Mathematic Inquiry Based Learning
and Its Effect on Thinking Skills Mathematically Mathematics Students
In Completing The problem of Dominating Metric Dimension Number

University of Jember - Indonesia,

26th -27th October 2019

CGANT Research Group

Chairman



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

