



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
RESEARCH BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN *CONJECTURING* MAHASISWA DALAM KAJIAN  
*LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING***

**TESIS**

Oleh:

Putu Liana Wardani  
NIM. 170220101006

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

**2019**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
RESEARCH BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN *CONJECTURING* MAHASISWA DALAM KAJIAN  
*LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING***

**PROPOSAL TESIS**

Oleh:

Putu Liana Wardani

NIM. 170220101006

Dosen Pembimbing 1 : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D.  
Dosen Pembimbing 2 : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D  
Dosen Penguji 1 : Dr. Nanik Yuliati, M.Pd.  
Dosen Penguji 2 : Dr. Hobri, S.Pd, M.Pd  
Dosen Penguji 3 : Drs. Antonius Cahya, M.App.Sc., Ph.D

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Puji dan syukur diucapkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa, karena atas Asung Kerta Wara Nugraha Beliau, tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dan menjadi sebuah persembahan untuk :

1. Ayahanda I Nyoman Sukadana dan Ibunda Ni Ketut Leseni yang telah mendoakan dan memberi segala dukungan serta cinta kasih tiada tara,
2. Keenam adikku Adhittana Ganes, Sadaka Putri, Tresna Ardia, Natajaya, Alm. Ayundia Sahyandani dan Radhitya serta Satyabi Doni terima kasih atas segala dukungan, doa dan motivasi yang telah diberikan,
3. Teman-teman RG Combinatorics 2018 dan rekan seperjuangan yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama belajar di Magister Pendidikan Matematika Universitas Jember,
4. Sahabat dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.
5. Para dosen pembimbing, dosen penguji, tim validator, tim CGANT, dan seluruh dosen FKIP Matematika dan FMIPA yang telah membimbing saya selama perkuliahan hingga selesainya tesis ini,
6. Almamater Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

## MOTTO

*“Cruyatam dharmasawaswam crutwa caiwopadharyatam, atmanah pratikulani  
paresam samacara*

Perhatikanlah semua perbuatanmu. Jika tujuan dan makna dharma sudah kamu ketahui, simpan dan amalkan selamanya. Jika kamu tau perbuatanmu tidak menyenangkan hatimu, jangan sekali-sekali kamu lakukan pada orang lain.”

( Sarasamuscaya IV.5 )<sup>1</sup>

“Mereka yang hormat kepada ayah dan ibunya, berkeadaan sama dengan seorang brahmana/spritualis yang teguh dengan tapanya, kuat menjaga kesucian dan berada pada jalan kebajikan dan kebenaran. Sebab seorang ibu menanggung kewajiban yang lebih berat daripada bumi, sedangkan seorang ayah berpikir lebih tinggi dari langit, lebih cepat dari angin dan lebih banyak dari rumput demi kesejahteraan dan keselamatan anak, istri dan keluarganya. Menyadari itu, seorang anak hendaknya menghormati dan bakti secara bersungguh-sungguh kepada orangtuanya.”

( Sarasamuscaya 239-240 )<sup>2</sup>

“Engkau berhak melakukan tugas kewajibanmu yang telah ditetapkan, tetapi engkau tidak berhak atas hasil perbuatan. Jangan menganggap dirimu penyebab hasil kegiatanmu, dan jangan terikat pada kebiasaan tidak melakukan kewajibanmu.”

( Bhagavadgita 2.47 )<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Kajeng, I Nyoman. 1997. Sarasamuscaya. Jakarta: Hanuman Sakti.

<sup>2</sup> Kajeng, I Nyoman. 1997. Sarasamuscaya. Jakarta: Hanuman Sakti.

<sup>3</sup> Pudja, I Gede. 2010. Bhagavadgita (Pancama Veda). Surabaya: Paramita

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putu Liana Wardani

NIM : 170220101006

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*." adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai 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, 30 Januari 2019

Yang menyatakan,

Putu Liana Wardani

NIM. 170220101006

**TESIS**

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
RESEARCH BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN *CONJECTURING* MAHASISWA DALAM KAJIAN  
*LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING***

Oleh:

Putu Liana Wardani

NIM. 170220101006

Dosen Pembimbing:

Dosen Pembimbing 1 : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 2 : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
RESEARCH BASED LEARNING DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN *CONJECTURING* MAHASISWA DALAM KAJIAN  
*LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING***

**TESIS**

Diajukan guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata Dua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

Nama : Putu Liana Wardani  
NIM : 170220101006  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika  
Angkatan : 2017  
Daerah Asal : Tabanan, Bali  
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 20 Maret 1995

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
NIP.19591220198503 1 002

**PENGESAHAN**

Tesis berjudul "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 30 Januari 2019

Tempat : Gedung III Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

NIP. 19680802199303 1 004

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

NIP.19591220198503 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Nanik Yuliati, M.Pd.

NIP. 19610729198802 2 001

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

NIP. 19730506199702 1 001

Dr. Antonius, M.App.Sc., Ph.D.

NIP. 19690928199302 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

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

NIP. 19680802 199303 1 004

## PRAKATA

Puji syukur kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas Asung Kerta Wara Nugraha Beliau, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*." Tesis dapat terselesaikan berkat bimbingan, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui tulisan ini penulis menyampaikan banyakterimakasih kepada pihak-pihak antara lain:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II, yang selalu meluangkan waktu dan selalu siap setiap saat membantu, membimbing, memberi arahan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini dengan penuh kesabaran.
3. Dosen penguji I, Penguji II, dan Penguji III yang telah memberikan saran serta membimbing saya dalam penyusunan tesis ini;
4. Seluruh dosen dan karyawan FKIP Universitas Jember;
5. Teman-teman angkatan 2017, terimakasih atas dukungan, motivasi, doa serta bantuannya selama ini.
6. Semua pihak yang telah membantu terselesainya tesis ini;

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Ida Sang Hyang Widhi Wasa. Besar harapan bila segenap pemerhati memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Jember, 30 Januari 2019

Penulis

## RINGKASAN

**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring***; Putu Liana Wardani, 170220101006; 2018; 136 halaman; Program Magister Pendidikan Matematika Jurusan PMIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Perguruan tinggi telah direkonstruksi kurikulum sesuai dengan Permenristek Dikti No. 44 tahun 2015 tentang SNPT dan Perpres No. 2 tahun 2010 tentang KKNI, kurikulum pada perguruan tinggi disebut dengan KPT 2013. Proses pembelajaran di perguruan tinggi telah menerapkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa guna berperan aktif pada kegiatan pembelajaran. Saat mahasiswa berpikir untuk menyelesaikan masalah maka mahasiswa tersebut cenderung menduga-duga bagaimana menemukan pemecahan masalah, sehingga mahasiswa membuat dugaan yang berdasarkan penalaran logika ataupun fakta namun belum dapat dipastikan kebenarannya atau dikenal dengan istilah konjektur. Sutarto, dkk. (2014) menyatakan konjektur merupakan suatu pernyataan yang dihasilkan dari proses penalaran, tapi kebenarannya belum dapat dipastikan. Proses *conjecturing* yang dilakukan pada penelitian ini termasuk *conjecturing* tipe induksi empiris dari bilangan berhingga kasus diskrit. Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan *conjecturing* mahasiswa yaitu *research based learning*. Menurut Dafik (2015: 6) RBL merupakan metode pembelajaran yang menggunakan *contextual learning*, *authentic learning*, *problem-solving*, *cooperative learning*, *hands on & minds on learning*, dan *inquiry discovery approach*. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan *conjecturing* mahasiswa pada suatu kegiatan pembelajaran yang berbasis *research based learning* dalam menyelesaikan masalah *local antimagic vertex dynamic coloring*.

Pada konsep *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa diharapkan mampu membuat penemuan terkait *local antimagic vertex*

*dynamic coloring*. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki rata-rata keseluruhan skor validasi rencana pembelajaran sebesar 3.79 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 92.625% , rata-rata keseluruhan skor validasi LKM sebesar 3.833 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 95.83%, dan rata-rata keseluruhan skor validasi post tes sebesar 3.83 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 95.8%. Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor validasi berada pada rentang  $3 \leq V_r < 4$  maka rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid. Perangkat dan pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas dosen pada pertemuan pertama dan kedua maka nilai indikator dari setiap pertemuan rata-rata keseluruhan skor hasil observasi dosen yaitu 3,77 dan presentase rata-rata sebesar 94,33% yang artinya memenuhi kriteria baik . Perangkat dan pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas mahasiswa persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama 87,5% ; dan pertemuan kedua 90,25%. Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa skor rata-rata memenuhi kriteria baik. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *research based learning* di dalam pembelajarannya. Kelas eksperimen dan kontrol masing-masing sebesar 69,58 dan 63,14 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan *conjecturing* mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata hasil keterampilan *conjecturing* mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan pembelajaran *research based learning* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan *conjecturing*. Nilai kelas eksperimen secara signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran RBL untuk meningkatkan keterampilan *conjecturing* mahasiswa. Hasil uji independen post tes diperoleh varians nilai sig. (2-tailed)  $0.007 < 0.05$ . Dapat disimpulkan bahwa hasil postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *research based learning* di dalam pembelajarannya.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Balakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Tujuan.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Spesifikasi Perangkat .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 Kebaharuan Penelitian.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 <i>Research Based Learning (RBL)</i> .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Pengertian <i>Research Based Learning (RBL)</i> .....	7
2.1.2 Tujuan <i>Research Based Learning (RBL)</i> .....	9
2.1.3 Ciri-ciri <i>Research Based Learning (RBL)</i> .....	9
2.1.4 Sintaksis <i>Research Based Learning (RBL)</i> .....	10
<b>2.2 Perangkat yang dikembangkan .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Lembar Kerja Mahasiswa.....	13
2.2.2 Tes Hasil Belajar.....	16
<b>2.3 <i>Conjecturing</i> .....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Pengertian Konjektur .....	19
2.3.2 Proses <i>Conjecturing</i> .....	20
2.3.3 Tipe Induksi Empiris.....	22
<b>2.4 <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i> .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 . Definisi Operasional .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 . Jenis Penelitian .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 . Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 . Prosedur Penelitian .....</b>	<b>35</b>

<b>3.5 Teknik Pengumpulan Data</b> .....	44
3.5.1 Populasi dan Sampel Penelitian.....	45
3.5.2 Desain Penelitian .....	45
3.5.3 Teknik Pengumpulan Data.....	40
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	52
<b>4.1. Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran</b> .....	52
4.1.1. Tahap Pendefinisian .....	52
4.1.2. Tahap Perancangan .....	54
4.1.3. Tahap Pengembangan.....	58
4.1.4. Tahap Penyebaran .....	62
<b>4.2. Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran</b> .....	63
4.2.1. Hasil Analisis Validasi.....	63
4.2.2. Hasil Uji Coba Perangkat.....	70
<b>4.3. Pengaruh Penerapan <i>Research Based Learning</i></b> .....	74
4.3.1. Hasil Analisis Pre Tes.....	74
4.3.2. Hasil Analisis Post Tes .....	82
4.3.3. Uji Hipotesis.....	90
4.3.4. Aktivitas <i>Research Based Learning</i> .....	91
<b>4.4. Potret Fase</b> .....	100
<b>4.5. Monograf</b> .....	119
<b>4.6. Pembahasan</b> .....	121
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	126
<b>5.1. Kesimpulan</b> .....	126
<b>5.2. Saran</b> .....	131
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	133

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Tujuh tahapan RBL .....	12
Tabel 2.2. Indikator Proses <i>Conjecturing</i> .....	23
Tabel 2.3 Bobot Titik untuk Graf $K_6$ saat $r = 1$ .....	25
Tabel 2.4. Bobot Titik untuk Graf $K_6$ pada saat $r = 2$ .....	25
Tabel 2.5. Penelitian Terdahulu terkait RBL.....	26
Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu terkait Konjektur .....	27
Tabel 3.1. Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran .....	42
Tabel 3.2. Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen .....	43
Tabel 3.3. Skor Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	42
Tabel 3.4. Skema Desain Penelitian .....	42
Tabel 3.5. Indikator Keterampilan <i>Conjecturing</i> .....	47
Tabel 3.6. Tolak Ukur dari Instrumen.....	49
Tabel 4.1. Daftar Nama Validator .....	59
Tabel 4.2. Jadwal Pelaksanaan Uji Coba .....	60
Tabel 4.3. Rekapitulasi Validasi Rencana Pembelajaran.....	64
Tabel 4.4. Revisi Rencana Pembelajaran .....	65
Tabel 4.5. Rekapitulasi Validasi LKM .....	66
Tabel 4.6. Revisi LKM.....	67
Tabel 4.7. Rekapitulasi Validasi Post Tes.....	68
Tabel 4.8. Revisi Post Tes .....	70
Tabel 4.9. Hasil Rekapitulasi Skor Hasil Observasi Aktivitas Dosen .....	71
Tabel 4.10. Hasil Rekapitulasi Skor Hasil Observasi .....	72
Tabel 4.11. Hasil Rekapitulasi Respon Mahasiswa .....	73
Tabel 4.12. Hasil Uji Normalitas Pre Tes .....	74
Tabel 4.13. Hasil Rata-rata Pre Tes pada.....	75
Tabel 4.14. Hasil Uji Homogenitas Pre Tes.....	82
Tabel 4.15. Hasil Uji Normalitas Post Tes.....	91
Tabel 4.16. Rata-rata hasil postes pada kelas .....	91
Tabel 4.17. Hasil Uji Hipotesis Hasil Post Tes .....	92

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Gambar $K_6$ .....	25
Gambar 3.1. Desain <i>Sequential Exploratory</i> .....	34
Gambar 3.2. Diagram Alur Model <i>Mixed Method</i> .....	35
Gambar 3.3. Tahapan Model Penelitian Pengembangan .....	39
Gambar 4.1. Peta Konsep <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i> ....	54
Gambar 4.2. Desain Awal Rencana Pembelajaran .....	56
Gambar 4.3. Desain Awal LKM.....	57
Gambar 4.4. Desain Awal Monograf .....	58
Gambar 4.5. Hasil Temuan Sebelumnya.....	92
Gambar 4.6. Riset 1.....	93
Gambar 4.7. Riset 2.....	94
Gambar 4.8. Riset 4.....	95
Gambar 4.9. Riset 5.....	95
Gambar 4.10. Riset 6.....	96
Gambar 4.11. Riset 7.....	97
Gambar 4.12. Riset 8 dan 9 .....	97
Gambar 4.13. Aktivitas Penemuan Baru .....	98
Gambar 4.14. Kesimpulan.....	98
Gambar 4.15. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 1 .....	101
Gambar 4.16. Potret Fase Mahasiswa 1 .....	103
Gambar 4.17. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 2 .....	104
Gambar 4.18. Potret Fase Mahasiswa 2 .....	106
Gambar 4.19. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 3 .....	106
Gambar 4.20. Potret Fase Mahasiswa 3 .....	107
Gambar 4.21. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 4 .....	108
Gambar 4.22. Potret Fase Mahasiswa 4 .....	109
Gambar 4.23. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 5 .....	110
Gambar 4.24. Potret Fase Mahasiswa 5 .....	112
Gambar 4.25. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 6.....	112

Gambar 4.26. Potret Fase Mahasiswa 6 .....	114
Gambar 4.27. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 7 .....	115
Gambar 4.28. Potret Fase Mahasiswa 7 .....	116
Gambar 4.29. Hasil Pekerjaan Mahasiswa 8 .....	117
Gambar 4.30. Potret Fase Mahasiswa 8 .....	118
Gambar 4.31. Kombinasi Potret Fase .....	118
Gambar 4.32. Pewarnaan Graf <i>Caterpillar</i> pada $n = 4$ .....	124
Gambar 4.33. Pewarnaan Graf <i>Caterpillar</i> pada $n = 6$ .....	125
Gambar 4.34. Pewarnaan Graf Matahari pada $n = 4$ .....	126
Gambar 4.35. Pewarnaan Graf Matahari pada $n = 5$ .....	127
Gambar 4.36. Pewarnaan Graf Matahari pada $n = 7$ .....	127
Gambar 4.37. Pewarnaan Graf Broom pada $n = 4 ; m = 3$ .....	128
Gambar 4.38. Pewarnaan Graf Broom pada $n = 6 ; m = 3$ .....	129
Gambar 4.39. Pewarnaan Graf Broom pada $n = 6 ; m = 4$ .....	129
Gambar 4.40. Pewarnaan Graf Doublebroom pada $n = 6 ; m = 3$ .....	130
Gambar 4.41. Pewarnaan Graf Doublebroom pada $n = 6 ; m = 4$ .....	131
Gambar 4.42. Monograf .....	132

**DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4.1 Persentase Pre Tes dari Setiap Indikator .....	76
Grafik 4.2. Persentase Pre Tes dari Kelas Kontrol .....	76
Grafik 4.3. Rekapitulasi Pre Tes pada kelas Kontrol .....	79
Grafik 4.4. Persentase Pre Tes dari Kelas Eksperimen .....	79
Grafik 4.5. Rekapitulasi Pre Tes pada Kelas Eksperimen.....	82
Grafik 4.6. Persentase Post Tes dari Setiap Indikator.....	82
Grafik 4.7. Persentase Post Tes dari Kelas Kontrol.....	84
Grafik 4.8. Rekapitulasi Post Tes pada kelas Kontrol .....	86
Grafik 4.9. Persentase Post Tes dari Kelas Eksperimen .....	87
Grafik 4.10. Rekapitulasi Post Tes pada Kelas Eksperimen .....	89
Grafik 4.11. Distribusi Aktivitas RBL .....	89
Grafik 4.12. Persentase Distribusi Aktivitas RBL.....	89

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Satuan Acara Perkuliahan.....	148
Lampiran 2. Lembar Kerja Mahasiswa.....	151
Lampiran 3. Kunci Jawaban Lembar Kerja Mahasiswa.....	167
Lampiran 4. Pre Tes.....	183
Lampiran 5. Kunci Jawaban Pre Tes.....	184
Lampiran 6. Post Tes.....	187
Lampiran 7. Kunci Jawaban Post Tes.....	188
Lampiran 8. Lembar Observasi Aktivitas Pendidik.....	191
Lampiran 9. Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	195
Lampiran 10. Lembar Angket Respon Mahasiswa.....	196
Lampiran 11. Lembar Observasi Aktivitas Riset.....	198
Lampiran 12. Monograf.....	199
Lampiran 13. Hasil Validasi.....	236



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan hal yang penting dalam membangun sebuah bangsa. Pada era globalisasi ini pendidikan merupakan sarana yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Pada prinsipnya pendidikan merupakan sarana yang sangat penting dalam pengembangan suatu negara. Undang-undang No.20 tahun 2003 menyatakan pendidikan nasional bertujuan mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan keterampilan, kesehatan jasmani dan rohani, kepribadian yang mantap dan mandiri serta tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan. Dapat pula dikatakan bahwa pancasila merupakan dasar sekaligus tujuan pendidikan di Indonesia untuk segala macam pendidikan.

Peraturan Pemerintah No. 19 tahun 2005 tentang standar nasional pendidikan pada bagian kedua, menunjukkan bahwa setiap jenjang pendidikan tinggi wajib memuat matematika sebagai salah satu mata pelajaran atau mata kuliah. Menurut James dalam (Suherman, 2003: 31) matematika adalah ilmu tentang logika mengenai bentuk, susunan, besaran, dan konsep-konsep yang berhubungan satu dengan yang lainnya. Matematika menjadi mata pelajaran yang diberikan disemua jenjang pendidikan termasuk perguruan tinggi sehingga mahasiswa dibekali kemampuan berpikir logis, sistematis, kritis dan analitis. Tujuannya agar mahasiswa mampu memenuhi kebutuhan perkembangan dan memenuhi tuntutan dilingkungan sekitarnya.

Dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia, pemerintah berusaha melakukan perbaikan diantaranya perbaikan kurikulum, sumber daya manusia, sarana dan prasarana dalam dunia pendidikan. Perbaikan dari pemerintah tidak ada artinya jika tanpa dukungan dari pelaku pendidikan yang turut serta dalam meningkatkan mutu pendidikan. Sejak tahun 2013 pemerintah mulai melakukan perbaikan salah satu contohnya dengan menerapkan pendekatan pembelajaran kurikulum 2013 yang tertuang secara jelas dalam Permendikbud

No. 81A tentang implementasi kurikulum 2013. Pada dokumen regulasi tersebut Pembelajaran Berpusat pada siswa (Student Centred Learning) sebagai ciri pembelajaran kurikulum 2013 perlu diikuti dengan penyempurnaan pola pikir (mindset). Pembelajaran berpusat pada siswa (Student Centred Learning) sebenarnya bukan merupakan pendekatan baru di perguruan tinggi.

Sedangkan di perguruan tinggi telah juga direkonstruksi kurikulum sesuai dengan Permenristek Dikti No. 44 tahun 2015 tentang SNPT dan Perpres No. 2 tahun 2010 tentang KKNI, kurikulum pada perguruan tinggi disebut dengan KPT 2013. Sehingga dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi telah menerapkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa guna berperan aktif pada kegiatan pembelajaran. Penggunaan model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dapat menjadi salah satu solusi untuk menarik minat mahasiswa. Pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa menekankan kepada individu untuk belajar melalui pemanfaatan dan penggunaan berbagai jenis sumber belajar. Potensi mahasiswa harus selalu didorong secara optimal sehingga dapat merangsang mahasiswa untuk mampu belajar mandiri. Kemandirian belajar mahasiswa juga sangat dibutuhkan agar mampu belajar di luar kelas sehingga proses pembelajaran dapat dilakukan di dalam maupun di luar kelas. Salah satu teori yang mendukung pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yaitu teori konstruktivisme.

Menurut teori konstruktivisme dosen tidak hanya memberikan pengetahuan kepada mahasiswa, namun mahasiswa juga harus berperan aktif membangun sendiri pengetahuan yang ada di dalam memorinya. Dosen dapat memberikan kemudahan pada proses ini yaitu dengan memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk menemukan atau menerapkan ide – idenya, dan secara sadar mahasiswa menggunakan strategi yang telah dibuatnya untuk belajar. Teori belajar konstruktivisme memiliki makna sebagai pembelajaran yang bersifat mencipta berdasarkan apa yang telah diperolehnya. Misalnya mahasiswa dapat menciptakan pengetahuannya melalui masalah-masalah yang disajikan oleh dosen.

Saat mahasiswa berpikir untuk menyelesaikan masalah maka mahasiswa tersebut cenderung menduga-duga bagaimana menemukan pemecahan masalah,

sehingga mahasiswa membuat dugaan yang berdasarkan penalaran logika ataupun fakta namun belum dapat dipastikan kebenarannya atau dikenal dengan istilah konjektur. Sutarto, dkk. (2014) mengatakan bahwa konjektur merupakan suatu pernyataan yang dihasilkan dari proses penalaran, tapi kebenarannya belum dapat dipastikan. Sedangkan menurut Mason, et al (2010) konjektur adalah pernyataan yang masuk akal, namun kebenarannya belum dapat dipastikan oleh pemecah masalah sehingga kebenaran tersebut belum bisa diyakini kebenarannya sebab tidak memiliki contoh penyangkal. Konjektur dihasilkan dari proses *conjecturing* dan proses tersebut didasari oleh teori belajar konstruktivisme. Pada proses *conjecturing* mahasiswa memiliki peran yang aktif agar mampu menghasilkan konjektur secara bermakna berdasarkan kemampuan yang telah dimilikinya.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yaitu *research based learning*. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun langkah-langkah penelitian. Lockwood menyatakan bahwa *research based learning* merupakan model pembelajaran yang berbasis riset dalam rangka membangun pengetahuan dengan cara merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis, membuat kesimpulan dan menyusun laporan. Dalam perguruan tinggi tujuan dari *research based learning* untuk membantu mahasiswa membangun kemampuan intelektual dan koneksi praktis yang kuat antara setiap batas-batas penelitian dan pembelajaran mahasiswa. *Research Based Learning* berperan penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa. Membiasakan diri untuk berpikir kritis merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa. Kebiasaan untuk berpikir kritis saja tidak cukup untuk meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa perlu adanya pengembangan perangkat yang menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran.

Perangkat pembelajaran yang perlu dikembangkan dalam menunjang keberhasilan suatu kegiatan pembelajaran yang berbasis *research based learning* pada perguruan tinggi adalah lembar kerja mahasiswa (LKM), post tes dan

monograf. Ketersediaan bahan sesuai tuntutan kurikulum, karakteristik, sasaran, dan tuntutan pemecahan masalah merupakan beberapa alasan yang mendorong adanya pengembangan perangkat pembelajaran (Depdiknas, 2008: 8). LKM merupakan lembar tugas yang diberikan pada mahasiswa yang berisi petunjuk serta langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Selain lembar kerja mahasiswa dan monograf dalam mendesain perangkat pembelajaran sebaiknya mempertimbangkan beban kognitif mahasiswa. Salah satu perangkat yang perlu dikembangkan untuk mengetahui gambaran tentang pemahaman mahasiswa tentang suatu materi yang disampaikan oleh dosen adalah post tes.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dalam hal ini akan mengembangkan perangkat pembelajaran menggunakan model *research based learning* yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh keterampilan *conjecturing* mahasiswa pada masalah kombinatorik. Permasalahan akan difokuskan pada pemodelan diskrit dengan kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*. Penelitian Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis memilih topik "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*."

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu.

- a) bagaimanakah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*?
- b) bagaimanakah hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*?
- c) adakah pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan *conjecturing* mahasiswa dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*?

- d) bagaimanakah potret fase keterampilan *conjecturing* pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*?
- e) bagaimanakah monograf berbasis *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

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

- a) Menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*;
- b) Menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*;
- c) Menguji pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*;
- d) Mengetahui potret fase keterampilan *conjecturing* pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*;
- e) Menghasilkan monograf berbasis *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*.

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tesis ini antara lain.

- a) Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan alternatif pembelajaran mata kuliah pemodelan matematika diskrit;
- b) Bagi calon pendidik perguruan tinggi, sebagai informasi mengenai perangkat pembelajaran *research based learning* sebagai media untuk menganalisis pengaruh perangkat pembelajaran terhadap keterampilan *conjecturing* peserta didik;
- c) Bagi dosen, sebagai masukan dan acuan dalam menyusun dan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika pada kajian *local*

*antimagic vertex dynamic coloring* dengan menggunakan model *research based learning*.

### 1.5 Spesifikasi Perangkat

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini terdiri atas tiga jenis perangkat, yaitu lembar kerja mahasiswa (LKM). Berikut akan dipaparkan spesifikasi untuk perangkat pembelajaran pada penelitian pengembangan ini.

- a) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada penelitian ini memiliki spesifikasi yaitu LKM berisi permasalahan terkait dengan *local antimagic vertex dynamic coloring*, LKM memunculkan komponen-komponen RBL dan *conjecturing*;
- b) Post tes pada penelitian ini mengembangkan kemampuan keterampilan *conjecturing* mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kombinatorik kajian *local antimagic vertex dynamic coloring* yang nantinya akan dikaitkan dengan indikator-indikator pada keterampilan *conjecturing*;
- c) Monograf pada penelitian ini merupakan hasil dari *research* yang telah dilakukan di dalam kelas yang di dalamnya berisi topik tentang *local antimagic vertex dynamic coloring* dan beberapa hasil penelitian.

### 1.6 Kebaruan Penelitian

- a) Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* untuk keterampilan *conjecturing* mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *dynamic local vertex antimagic*;
- b) Penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat mengkonstruksi fungsi bilangan kromatik dari sebuah graf sehingga diakhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf;
- c) Penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat menemukan fungsi bilangan kromatik dari sebuah graf sehingga diakhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Research Based Learning*

#### 2.1.1. Pengertian *Research Based Learning*

Pembelajaran yang berbasis *research based learning* (RBL) didasari oleh filosofi konstruktivisme yang terdiri dari empat aspek yaitu pembelajaran yang membangun pemahaman mahasiswa, pembelajaran yang mengembangkan *prior knowledge*, pembelajaran yang melibatkan interaksi sosial dan pembelajaran yang dicapai melalui pengalaman langsung yang dialami oleh mahasiswa. *Research based learning* merupakan salah satu contoh pembelajaran yang menerapkan *student centered contextual learning, authentic learning, problem-solving, cooperative learning, hands on and minds on learning, dan inquiry discovery approach*. *Student centered* yang diterapkan pada RBL mengintergrasikan riset di dalam kegiatan pembelajarannya sehingga mahasiswa diberi peluang untuk memperoleh informasi, menyusun hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis dan membuat kesimpulan berdasarkan data yang sudah diperoleh.

Istilah pembelajaran berbasis riset (*research based learning*) mengandung dua makna yaitu kegiatan pembelajaran yang menggunakan hasil riset penelitian sebagai dasar pengembangan ilmu pengetahuan dan model pembelajaran yang menggunakan riset dalam kegiatan pembelajarannya. *Research based learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang sejak awal kemunculannya direspon positif oleh pendidik dan dapat menstimulasi dinamika pembelajaran dengan sangat luar biasa. Dalam disertasi Suchada Poonpam (2007: 112) menyatakan :

*The research - based learning form consisted of two types: the first form was the teaching that included the research result and other teaching methods. The second form of research - based learning was the method that served our students to construct the knowledge by searching, setting hypothesis, collecting data, analyzing data and making the conclusion of the new data or new lessons. We had heard that there were scientific methods which were suitable for learning by doing.*

Pembelajaran berbasis riset merupakan pembelajaran yang melibatkan mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui cara-cara ilmiah. Pernyataan dari

Suchada Poonpam tersebut memperjelas bahwa pemanfaatan metode ilmiah merupakan ciri penting penelitian yang berkaitan dengan pengajaran sehingga dapat mendorong mahasiswa untuk melakukan penemuan serta inovasi baru dalam keilmuan. Sedangkan menurut Dafik (2015: 6) RBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan *contextual learning, authentic learning, problem-solving, cooperative learning, hands on & minds on learning, dan inquiry discovery approach*. Pada dasarnya penerapan RBL memiliki target utama yaitu mendorong agar tercipta keterampilan berpikir tingkat tinggi dan mendorong mahasiswa menjadi *creating* atau *communicating*. Menurut Khamdit (2014: 11) menyatakan :

*RBL is a learning approach emphasizes on learning by practicing, learning from real situations, creating outcome from thinking process, functioning systematically, forming knowledge individually, using the research process to solve problems, eliciting answers from the query and analyzing the data on their own. This approach will inspire students to develop their potential in all areas.*

Pernyataan Khamdit memiliki arti RBL merupakan pendekatan pembelajaran yang lebih menekankan pada pembelajaran dengan latihan, belajar langsung dari situasi nyata, menghasilkan sesuatu dari proses berpikir, berfungsi dengan sistematis, membentuk pengetahuan individu menggunakan proses penelitian untuk memecahkan masalah, menimbulkan jawaban dari keraguan dan menganalisis datanya sendiri. Jadi *research based learning* merupakan model pembelajaran yang melibatkan mahasiswa untuk mengkonstruksi atau menemukan hal baru dalam disiplin keilmuan agar mahasiswa menjadi lebih *creating* atau *communicating*. Teori belajar yang mendasari RBL yaitu teori belajar behaviorisme, teori belajar kognitivisme, dan teori belajar konstruktivisme.

Terdapat tiga model berbasis penelitian yaitu pertama mahasiswa diberi tugas oleh dosen untuk melakukan penelitian terkait dengan mata kuliah yang diambilnya kemudian mahasiswa mempresentasikan hasilnya di depan kelas. Kedua dosen melakukan pengembangan silabus dan bahan ajar berbasis penelitian yang sedang dilakukannya. Sedangkan yang ketiga para dosen mengembangkan berbagai model pembelajaran yang terinspirasi dari hasil penelitian, yang sengaja

dilakukan untuk mengembangkan model pembelajaran secara dari mulai kurikulum, model, evaluasi, alat belajar maupun yang lainnya.

### **2.1.2. Tujuan *Research Based Learning***

Tujuan pembelajaran berbasis riset yaitu terciptanya proses pembelajaran yang terdiri aktivitas analitis, sintesis, dan evaluasi serta meningkatkan kemampuan mahasiswa dan dosen dalam mengaplikasikan pengetahuan. Adapun tujuan RBL secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut (UGM, 2010) :

- a) meningkatkan makna dari mata kuliah supaya lebih bersifat kontekstual melalui penjabaran hasil penelitian;
- b) meningkatkan kemampuan berpikir mahasiswa sebagai peneliti;
- c) melibatkan mahasiswa dalam kegiatan penelitian agar dapat meningkatkan mutu penelitian;
- d) meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa;
- e) meningkatkan pemahaman tentang peranan ilmu pengetahuan melalui penelitian yang berkelanjutan;
- f) meningkatkan kualitas kegiatan pembelajaran secara umum.

### **2.1.3. Ciri-ciri *Research Based Learning***

Ciri-ciri pembelajaran berdasar penelitian menurut Nasution (2010) sebagai berikut :

- a) sumber belajar yang digunakan berasal dari mana saja misalnya buku, internet, televisi, alam dan lingkungan sekitar serta memberi kesempatan untuk merencanakan kegiatan pembelajaran dengan mempertimbangkan sumber belajar yang tersedia dari mana saja;
- b) memberikan pengertian pada mahasiswa bahwa sumber belajar tidak hanya berasal dari buku namun ada beraneka ragam sumber informasi yang dapat dimanfaatkan mahasiswa sebagai sumber belajar;
- c) mendorong mahasiswa agar terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran;
- d) mengembangkan rasa percaya diri mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran;

- e) Meningkatkan motivasi belajar dengan menyajikan berbagai kemungkinan tentang berbagai hal yang sedang diteliti, metode kerja, dan medium komunikasi;
- f) Waktu yang digunakan lebih fleksibel.

### 2.1.3 Syntax *Research Based Learning*

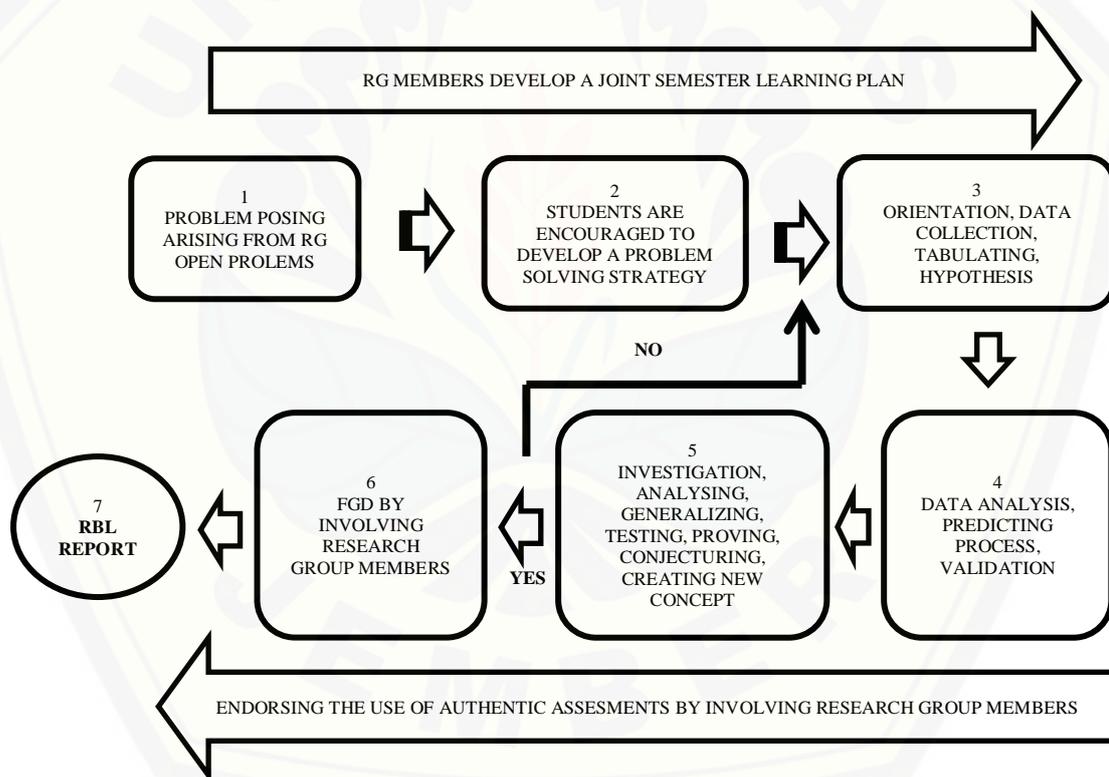
*Research Based Learning* (RBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang menjadikan mahasiswa sebagai subjek belajar yang mengintegrasikan riset di dalam proses pembelajaran. Dalam aktivitas RBL menerapkan pendekatan "*learning by doing*" sehingga model pembelajaran ini memberikan banyak kesempatan untuk mengembangkan model pembelajaran, antara lain: a) pengayaan kurikulum dengan mengintegrasikan hasil riset; b) mahasiswa berperan aktif dalam pelaksanaan riset c) pembelajaran menggunakan instrumen riset; d) pengembangan konteks riset secara inklusif. Dafik (2016: 12) menjelaskan bahwa tahapan pengembangan pembelajaran RBL dalam perkuliahan sebagai berikut:

- a) kembangkan kelompok kajian atau *research group* yang beranggotakan minimal tiga orang dosen di level prodi, jurusan, fakultas atau lintas fakultas;
- b) petakan beberapa mata kuliah yang relevan dengan kelompok kajian atau *research group* ini, kemudian kembangkan silabus, RPS, RTM, LKM dan kontrak perkuliahan bersama untuk menerapkan RBL dalam pembelajaran;
- c) terapkan dalam kelas perkuliahan melalui *team teaching*, *contextual teaching dan cooperative learning* melalui tahapan berikut: (1) memberikan informasi pokok tentang materi yang sedang dipelajari, (2) menunjukkan hasil-hasil penelitian dosen dalam *research group* yang berkenaan/bersentuhan dengan materi yang sedang dibahas, (3) membagi mahasiswa dalam kelompok diskusi, (4) memberikan penugasan kepada mahasiswa dalam bentuk diskusi dalam kelompok-kelompok tentang isi pokok penelitian, proses penelitian, cara analisis, perumusan kesimpulan, dan nilai-nilai yang muncul dari hasil penelitian tersebut, dengan dipimpin

oleh dosen mahasiswa melakukan diskusi antar kelompok, bersama dosen mahasiswa membuat kesimpulan;

- d) setiap kelompok mengembangkan laporan, slide presentasi dan artikel untuk kemungkinan publikasi dalam skala lokal;
- e) secara berkesinambungan dosen membawa hasil-hasil RBL dalam perkuliahan ini dalam kelompok kajian, atau research group untuk ditindaklanjuti lebih mendalam oleh mahasiswa yang sedang menempuh skripsi atau tesis.

Secara umum tahapan yang harus dilaksanakan dalam penerapan *Research Based Learning* :



Gambar 2.1. Bagan tahapan pelaksanaan pembelajaran berbasis riset Hobri, dkk (2018).

Langkah yang dipaparkan oleh Dafik sejalan dengan yang dikemukakan oleh Peter Tremp. Menurut Peter Tremp (2010) tahapan RBL pada pembelajaran meliputi tujuh tahapan dan diuraikan pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Tujuh tahapan RBL menurut Peter Tremp (2010)

No	Fase	Kegiatan
1	<i>Formulating a general question</i>	Memberikan formula berupa suatu permasalahan atau topik
2	Overview of research-literature	Mengkaji referensi materi yang dari berbagai literatur
3	<i>Defining the question</i>	Merumuskan hipotesis
4	<i>Planning research activities, clarifying methods / methodologies</i>	Menjelaskan metode penelitian
5	<i>Undertaking investigation, analyzing data</i>	Melakukan observasi ke sekolah dan menganalisis agar memperoleh data untuk diselidiki
6	<i>Interpretation and consideration of results</i>	Analisis data dan mempertimbangkannya melalui diskusi kelompok
7	<i>Report and presentation of result</i>	Membuat laporan dan mempresentasikannya

Sedangkan sintak model *research based learning* menurut Arifin (2010), yaitu ada tiga pengelompokan langkah utama yang harus ada dalam tahapan pengembangan sintaksis penelitian berbasis riset yaitu:

1. *Exposure stage* adalah mengumpulkan informasi berdasar *inquiry* dan mencari literatur pada suatu topik tertentu. *Exposure stage* meliputi:
  - Tahap pengenalan merupakan kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu: (a) dosen membagi siswa dalam beberapa kelompok, (b) pembagian LKS mengenai materi pembelajaran yang akan dipelajari, (c) mahasiswa memperhatikan dosen dalam mengenalkan LKS yang telah diberikan
  - Tahap pemberian referensi merupakan pelaksanaan pembelajaran pada tahap ini meliputi beberapa kegiatan yakni pemberian referensi (pengetahuan awal) serta pengarahan kepada siswa untuk mengemukakan hipotesis.

2. *Experience stage* adalah mengidentifikasi dan memformulasi problem berdasarkan studi literatur dan pengalaman eksperimen. Adapun *experience stage* meliputi:
  - Tahap tindakan merupakan tahap inti dalam pembelajaran RBL. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi bimbing untuk melaksanakan riset sesuai langkah LKS.
  - Tahap diskusi merupakan pelaksanaan diskusi bersama kelompok yang telah dibentuk pada tahap awal pembelajaran dimana mahasiswa diarahkan untuk menulis hasil riset pada lembar yang disediakan di tiap kegiatannya sesuai waktu yang diatur dosen.
3. *Capstone stage* adalah menyampaikan rencana atau gagasan dalam memberikan solusi problem atau metode pengukuran atau komputasi yang meliputi:
  - a) Presentasi, pada tahap ini mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, memberikan tanggapan presentasi kelompok lain, mengumpulkan LKS, serta bersama dosen mengevaluasi jalannya riset.
  - b) Laporan Akhir/*Final Report*, yaitu kegiatan pengaitan hipotesis dan penyimpulan materi yang telah dipelajari.

## 2.2 Perangkat yang dikembangkan

### 2.2.1 Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan media yang membantu siswa dalam memahami suatu konsep. Sedangkan menurut Trianto (2007) LKS dapat didefinisikan sebagai panduan siswa yang digunakan untuk kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah (Trianto, 2007:73). LKS biasanya digunakan oleh seorang guru maupun dosen untuk mempermudah siswa memahami konsep tertentu dari sebuah materi atau informasi yang disampaikan. Sedangkan menurut Hidayah dan Sugiarto (2006: 8) LKS merupakan salah satu jenis alat bantu pembelajaran. LKS terdiri dari lembaran berisi tugas untuk siswa yang bisa diselesaikan dengan atau tanpa bantuan guru. Dalam LKS juga berisi berbagai macam ringkasan, petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah yang disajikan pada lembar kerja tersebut. 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. Berdasarkan uraian tersebut maka dapat disimpulkan LKS merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang digunakan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami suatu materi yang disampaikan oleh guru atau dosen yang didalamnya berisi ringkasan, petunjuk dan langkah-langkah untuk membantu menyelesaikan suatu permasalahan.

Pada kegiatan pembelajaran biasanya guru atau dosen memberikan LKS untuk dijadikan pegangan oleh siswa. Biasanya LKS disebut juga buku kerja siswa karena berisi ringkasan dari materi serta petunjuk untuk memecahkan masalah yang disajikan. Menurut Prastowo (2014) menyatakan tujuan disusunnya lembar kerja siswa yaitu : (1) bahan ajar yang disajikan pada LKS memudahkan siswa untuk berinteraksi dengan materi yang disampaikan ; (2) meningkatkan penguasaan terhadap materi melalui tugas yang disajikan pada LKS ; (3) melatih siswa menjadi lebih mandiri dalam belajar ; (4) memberikan kemudahan pada guru atau dosen dalam memberikan tugas.

LKS memiliki fungsi bagi kegiatan pembelajaran sehingga penyusunan LKS perlu memperhatikan beberapa komponen. Adapun fungsi dari penyusunan dan penggunaan LKS dalam kegiatan pembelajaran secara umum yaitu : (1) sebagai bahan ajar yang membuat peran guru atau dosen menjadi lebih minim dibanding biasanya ; (2) sebagai bahan ajar yang membantu siswa memahami materi yang disampaikan ; (3) sebagai bahan ajar untuk siswa berlatih melalui permasalahan yang disajikan pada LKS ; (4) sebagai bahan ajar yang mempermudah kegiatan pembelajaran ( Prastowo, 2013: 205 ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tujuan dari penyusunan LKS yaitu menyajikan bahan ajar yang mampu membuat siswa lebih aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran serta menawarkan bahan ajar yang inovatif dan memudahkan guru atau dosen saat menyampaikan materi. Selain memiliki banyak fungsi, LKS juga memiliki banyak manfaat salah satunya siswa menjadi lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran. Menurut Wati, dkk (2012) pembelajaran yang menggunakan LKS

sebagai pegangan siswa memberikan manfaat sebagai berikut : (1) pembelajaran lebih berpusat pada siswa ; (2) siswa memiliki pengalaman belajar mandiri ; (3) meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami soal yang terdapat dalam LKS. Pembelajaran yang berpusat pada siswa terjadi interaksi antara siswa dengan guru dan siswa dengan siswa sebab siswa mendapatkan informasi terkait materi yang disampaikan melalui berbagai macam sumber belajar. Jadi LKS bermanfaat sebagai bahan ajar yang dapat mengembangkan keterampilan proses belajar yang mempermudah guru atau dosen saat menyampaikan materi dan sebagai bahan ajar dapat meningkatkan minat / motivasi belajar siswa.

Pada dasarnya LKS merupakan bahan ajar yang mempunyai unsur yang sederhana dibanding modul. Lembar kerja siswa memiliki enam komponen yaitu (1) petunjuk belajar berisi langkah-langkah bagi guru untuk menyampaikan materi dan langkah bagi siswa untuk memahami materi secara mandiri ; (2) kompetensi yang akan dicapai oleh siswa yang berisi kompetensi, kompetensi dasar dan indikator pencapaian yang harus dicapai oleh siswa ; (3) informasi tambahan berisi informasi yang dapat melengkapi bahan ajar yang akan membantu siswa mempermudah menguasai suatu materi ; (4) latihan berisi tugas yang diberikan kepada siswa untuk melatih kemampuannya setelah mempelajari materi ; (5) lembar kegiatan berisi langkah prosedural yang dilakukan siswa ; (6) evaluasi berisi pertanyaan yang diberikan pada siswa untuk mengukur kompetensi yang telah dikuasai setelah proses pembelajaran (Prastowo, 2007: 28). Menurut Trianto (2007:24) komponen-komponen LKS meliputi: judul, teori singkat tentang materi, alat dan bahan, prosedur, dan pengamatan serta pertanyaan dan kesimpulan untuk bahan diskusi. Indikator penilaian kevalidan LKS yang dikembangkan yaitu: (a) materi LKS sesuai dengan tuntutan RPP; (b) masalah sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran; (c) masalah dirumuskan dengan singkat dan jelas; (d) tuntutan dalam LKS sesuai dengan tingkat perkembangan siswa; (e) tuntutan LKS sesuai dengan langkah-langkah/komponen-komponen RBL dengan memperhatikan beban kognitif siswa; (f) pengorganisasiannya sistematis; (g) cakupan materi memadai; (h) peranannya mendorong siswa untuk menemukan dengan cara mereka sendiri konsep yang dipelajari; (i) bahasa yang digunakan

sudah baku dan tepat; (j) masalah tidak mengandung makna ganda; (k) kalimat pada masalah menggunakan bahasa yang mudah dipahami siswa.

LKS memiliki berbagai bentuk karena tipe materi yang berbeda-beda (Pastowo, 2015). Macam-macam LKS sebagai berikut :

- a) LKS membantu siswa menemukan konsep. Pada LKS bentuk ini menggunakan prinsip konstruktivisme sehingga LKS bentuk ini memuat sesuatu yang harus dilakukan oleh siswa yang meliputi melakukan, mengamati dan menganalisis.
- b) LKS membantu siswa menerapkan dan mengintegrasikan konsep yang telah ditemukan. Pada kegiatan pembelajaran siswa terlebih dahulu diberikan materi dan menemukan konsep suatu materi sehingga LKS bentuk ini akan melatih siswa menerapkan konsep yang dimilikinya dalam kehidupan sehari-hari.
- c) LKS sebagai penuntun siswa belajar. LKS bentuk ini berisi pertanyaan atau isian yang semua jawabannya ada di dalam buku siswa sehingga siswa perlu membaca buku terlebih dahulu. Fungsi utama dari LKS bentuk ini yaitu membantu siswa memahami materi yang telah dipelajarinya melalui buku.
- d) LKS berfungsi sebagai penguatan. LKS bentuk ini digunakan untuk pendalaman dan penerapan suatu materi pembelajaran yang terdapat pada buku pelajaran.
- e) LKS sebagai petunjuk praktikum. Dalam LKS sebagai petunjuk praktikum isi dari LKS ini yaitu petunjuk praktikum yang akan dilakukan siswa. LKS bentuk ini digunakan jika ada materi yang memerlukan praktikum.

### 2.2.2 Tes Hasil Belajar

Dalam dunia pendidikan tes hasil belajar merupakan kegiatan yang biasa dilakukan atau diberikan oleh guru setelah menyelesaikan materi. Penilaian atau tes hasil belajar berfungsi melihat perkembangan yang sudah dicapai oleh seseorang pada suatu program pengajaran. Biasanya tes hasil belajar digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui hasil belajar siswa. 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. 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 (Sudjana, 2009: 3). Sedangkan menurut Dimiyati, dkk (2006) menyatakan hasil belajar adalah hasil interaksi belajar sebagai puncak proses belajar dan mengajar sebagai akhir dari proses evaluasi hasil belajar. Berdasarkan uraian tersebut disimpulkan tes hasil belajar merupakan butir tes yang digunakan untuk mengetahui hasil perubahan tingkah laku siswa berdasarkan pengalaman siswa setelah melakukan proses belajar yang mencakup kognitif, afektif dan psikomotor.

Tujuan dilakukannya tes hasil belajar adalah memberikan informasi mengenai tingkat pencapaian dalam proses belajar sehingga nantinya bisa diputuskan hal yang harus dilakukan oleh guru terhadap hasil tes siswa. Ada beberapa fungsi dari tes hasil belajar antara lain sebagai alat pengukur perkembangan yang sudah dicapai oleh siswa setelah menyelesaikan proses pembelajaran, sebagai alat ukur keberhasilan suatu pembelajaran dan sebagainya.

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 pada 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 *conjecturing* mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa. Adapun indikator validasi tes hasil belajar yaitu:

- a) validasi isi terdiri dari dua hal yaitu: soal yang diberikan sesuai dengan indikator dan tujuan dari suatu pembelajaran, 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.

## 2.3 Conjecturing

### 2.3.1 Pengertian Konjektur

Karl Popper merintis penggunaan istilah "konjektur" di dalam filsafat ilmu. Beberapa ahli seperti Canadas & Castro (2005) menyatakan bahwa konjektur merupakan fakta empiris yang belum dapat divalidasi kebenarannya. Menurut Mason, dkk (2010) konjektur adalah pernyataan yang logis, tapi kebenarannya belum bisa dipastikan namun tidak memiliki contoh penyangkal. Fischbein (2002) menyatakan konjektur merupakan aktivitas mental untuk memecahkan permasalahan melalui pengetahuan dan pengalaman yang telah dimilikinya namun kebenarannya perlu dibuktikan. Berdasarkan pendapat beberapa ahli tersebut maka dapat disimpulkan bahwa konjektur merupakan pernyataan yang berdasarkan fakta empiris dan masuk akal namun belum dapat dibuktikan kebenarannya karena tidak memiliki contoh penyangkal.

Dalam teori bilangan terdapat sebuah teorema fermat atau disebut juga konjektur fermat yang menyatakan tidak ada tiga bilangan bulat positif  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  dapat memenuhi persamaan  $a^n + b^n = c^n$  untuk sembarang bilangan bulat positif yang  $n > 2$ . Pada tahun 1637 teorema ini pertama kali diungkapkan oleh Pieere de Fermat. Pieere mengatakan bahwa bukti yang telah dibuatnya terlalu panjang untuk dituliskan dibagian tepi salinan *arithmetic*. Namun pada tahun 1994 pembuktian pertama oleh Andrew Wiles berhasil diumumkan dan secara formal dipublikasikan pada tahun 1995 setelah lebih dari tiga abad para matematikawan berusaha memecahkan permasalahan tersebut. Contoh lain dari konjektur yang sudah dihasilkan oleh para ahli antara lain Euler (Polya, 1954) menghasilkan konjektur tentang  $1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \dots = \frac{\pi^2}{6}$  dan ternyata konjektur dari Euler tersebut benar. Berbeda halnya dengan konjektur Fermat (Polya, 1954) tentang mencari bilangan prima 5, 17, 257, 65537, ... dan menghasilkan konjektur berupa rumus umum bilangan prima tersebut adalah  $2^{2^n} + 1$  dengan nilai  $n = 1, 2, 3$ , dan 4.

### 2.3.2 Proses *Conjecturing*

Proses *conjecturing* muncul ketika individu menghadapi masalah yang tidak dikenal atau ketidakpastian. Proses *conjecturing* yang dilakukan berdasarkan pengalaman belajar atau keyakinan yang dimiliki oleh individu dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Proses *conjecturing* merupakan strategi penyelesaian yang didasari oleh teori belajar konstruktivisme. Teori konstruktivisme merupakan teori belajar yang lebih menekankan pada proses daripada hasil yang akan didapatkan. Salah satu teori yang berkaitan dengan teori konstruktivisme yaitu teori perkembangan dari Piaget. Piaget berpendapat pengetahuan yang dimiliki oleh anak dibangun dalam pikirannya melalui penyerapan informasi baru dan menyusun kembali struktur yang ada dipikirkannya karena adanya informasi baru. Menurut Piaget dalam Rahyubi (2012:144) pengetahuan tidak diperoleh secara pasif namun melalui interaksi dengan lingkungannya. Pengetahuan memerlukan interaksi dengan pengalaman dan lingkungan, jika tidak ada interaksi secara langsung dengan objek maka anak tidak dapat mengonstruksi pengetahuan yang dimilikinya.

Menurut Wheatly (1991: 12) ada dua prinsip utama pada pembelajaran dengan teori konstruktivisme. Prinsip yang pertama yaitu pengetahuan diperoleh secara aktif oleh struktur kognitif anak dan pengetahuan tersebut tidak dapat diperoleh secara pasif. Prinsip kedua yaitu fungsi kognitif bersifat adaptif dan membantu pengorganisasian pengetahuan melalui pengalaman yang dimiliki oleh anak. Fischbein (2002) menjelaskan konjektur merupakan aktivitas mental yang berguna untuk memecahkan masalah berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya namun kebenarannya masih perlu dibuktikan. Aktivitas mental yang dialami siswa merupakan proses yang terjadi di dalam pikirannya untuk menghasilkan konjektur. Sutarto, dkk (2016) menjelaskan proses untuk membangun konjektur disebut proses *conjecturing*.

Dalam kamus bahasa inggris *conjecturing* merupakan kata kerja yang memiliki arti memperkirakan atau menduga. Berarti proses *conjecturing* adalah proses menduga atau dengan kata lain aktivitas mental dalam membangun konjektur melalui tahap-tahap tertentu. Menurut Mason, dkk (2010) *conjecturing*

*conjecturing* adalah proses siklus yaitu : (1) mengartikulasikan konjektur (sambil membuat dan meyakini konjektur) ; (2) memeriksa konjektur yang mencakup semua kasus dan contoh-contoh yang dikenal ; (3) mencurigai konjektur untuk kemudian mencoba mencari contoh penyangkal ; (4) membuat prediksi yang dapat diperiksa ; (5) adanya perasaan mengapa konjektur tersebut benar atau bagaimana memodifikasi pada contoh baru (kembali ke tahap awal).

Menurut Canadas, dkk (2007) proses *conjecturing* terdapat lima tipe yang cukup familiar dalam pendidikan matematika terdiri dari :

1. Tipe induksi empiris dari bilangan berhingga kasus diskrit.

Konjektur yang dapat dibuat berdasarkan pengamatan dari bilangan berhingga kasus diskrit yang polanya konsisten. Biasanya konjektur tipe ini ditemukan pada masalah yang melibatkan angka tapi dalam beberapa keadaan tidak semua konjektur dapat dibuktikan dengan induksi matematika. Tahapan *conjecturing* tipe 1 yaitu mengamati kasus, mengorganisir kasus, mencari dan memperoleh pola, merumuskan konjektur, memvalidasi konjektur, menggeneralisasi konjektur dan yang terakhir membenarkan konjektur.

2. Tipe induksi empiris dari kasus dinamis

Tipe kedua yaitu tipe induksi empiris dari kasus dinamis merupakan konjektur yang dibuat dari aturan umum yang menggambarkan sifat dari serangkaian peristiwa yang saling terkait secara dinamis. Adapun tahapan pada *conjecturing* tipe 2 yaitu memanipulasi situasi dinamis melalui kasus yang kontinu, mengamati sifat yang berbeda dalam situasi tersebut, merumuskan konjektur bahwa sifat yang ada juga berlaku dalam kasus yang lain, memvalidasi konjektur, generalisasi konjektur, dan membenarkan generalisasi.

3. Tipe analogi

Konjektur tipe ketiga didapatkan dengan menganalogikan fakta yang telah diketahui. Tahapan konjektur tipe ketiga yaitu mengamati dua kasus, mencari kesamaan pada kasus-kasus tersebut, merumuskan konjektur berdasarkan kesamaan yang ada, memvalidasi konjektur, generalisasi konjektur dan membenarkan generalisasi yang telah dibuat.

#### 4. Tipe *abduction*

Konjektur yang dibuat dari aturan umum yang akan membantu untuk menjelaskan peristiwa yang tak bisa dijelaskan. Tahapan *conjecturing* tipe keempat yaitu mengamati kasus, mengamati ciri yang signifikan dari kasus tersebut, merumuskan konjektur bahwa ciri berlaku untuk kasus yang lain, memvalidasi konjektur, generalisasi konjektur, membenarkan konjektur dan membenarkan generalisasi.

#### 5. Tipe konjektur berdasarkan persepsi

Konjektur tipe ini dapat dibuat dari terjemahan persepsi dari pernyataannya atau representasi visual suatu masalah. Dasar dari *conjecturing* tipe kelima yaitu representasi yang teliti pada masalah konkret. Tahapan pada *conjecturing* tipe konjektur berdasar persepsi adalah menerjemahkan masalah menjadi representasi persepsi, membangun persepsi representasi ciri khusus, merumuskan konjektur berdasarkan pada representasi ciri khusus, menerjemahkan *justifying* atau *formalizing*, generalisasi konjektur, membenarkan generalisasi.

#### 2.3.3 Tipe induksi empiris dari bilangan berhingga kasus diskrit

Proses *conjecturing* pada tipe induksi empiris dari bilangan berhingga kasus diskrit didasari oleh beberapa penelitian misalnya Canadas, dkk (2005) menyatakan ada tujuh tahapan yang menggambarkan proses penalaran induktif antara lain mengamati kasus tertentu, mengamati pola yang ada, merumuskan konjektur untuk kasus yang umum, generalisasi, menggunakan generalisasi untuk membuktikan. Contohnya ada pada penelitian Reid (2002) tahun pertama masalah berupa menemukan banyaknya persegi pada gambar ukuran 4 kotak satuan kali 4 kotak satuan kemudian pada tahun kedua gambar persegi dengan ukuran 10 kotak satuan kali 10 kotak satuan dan kasus lainnya.

Kemudian Canadas, dkk (2005) mengatakan terdapat tujuh tahapan yang menggambarkan proses penalaran induktif yaitu : (1) *mengamati kasus* tertentu berupa pengalaman yang telah dialami dengan kasus-kasus tertentu ; (2) *mengorganisir kasus* dengan cara menggunakan strategi yang berbeda umumnya siswa menggunakan daftar atau tabel dalam kasus-kasus tertentu ; (3) *mencari dan*

*memprediksi pola* biasanya siswa berpikir tentang pola yang memungkinkan hanya untuk kasus yang sedang diamatinya ; (4) *merumuskan konjektur* berarti siswa membuat pernyataan tentang semua kemungkinan kasus berdasar dari fakta empiris tetapi tetap ada unsur keraguan ; (5) *memvalidasi konjektur* yaitu tahapan siswa untuk mencoba memvalidasi konjektur yang telah dimilikinya (hanya untuk kasus-kasus tertentu, tidak secara umum) ; (6) *generalisasi konjektur* biasanya setelah menggeneralisasi dan memvalidasi konjektur, siswa mungkin berhipotesis bahwa konjektur yang dimilikinya benar secara umum ; (7) *membenarkan generalisasi* diperlukan agar siswa mampu memberikan alasan yang menjelaskan konjektur untuk meyakinkan oranglain bahwa konjektur tersebut benar adanya.

Berdasarkan pedapat beberapa ahli dapat disimpulkan bahwa (1) aktivitas awal yang dilakukan pada proses *conjecturing* adalah mengamati kasus dari masalah yang diajukan ; (2) menggunakan strategi untuk mengorganisir kasus ; (3) mengamati situasi yang terus berulang dan teratur pada kasus tersebut dan membayangkan bahwa pola yang sama akan berlaku pada kasus yang tidak diketahui ; (4) merumuskan konjektur merupakan aktivitas membuat pernyataan berdasarkan fakta empiris tapi dengan unsur keraguan didalamnya ; (5) aktivitas berikutnya yaitu membenarkan konjektur yang telah dihasilkan tapi tidak secara umum ; (6) menggeneralisasi konjektur secara umum ; (7) membenarkan generalisasi dengan cara memberikan alasan yang bisa meyakinkan orang lain bahwa konjektur yang dihasilkan benar.

Tabel 2.2 Indikator Proses *Conjecturing*

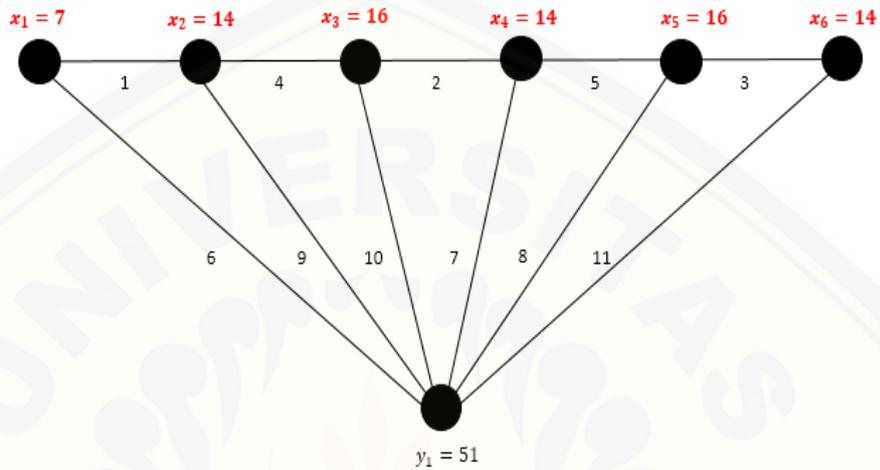
<b>Tahapan Proses Conjecturing</b>	<b>Indikator</b>
Mengamati Kasus	Aktivitas awal yang dilakukan terhadap kasus-kasus tertentu dari masalah yang diajukan;
Mengorganisir Kasus	Aktivitas yang melibatkan penggunaan strategi untuk mengatur objek secara sistematis dan

	memudahkan pekerjaan pada kasus-kasus tertentu;
Mencari dan Memprediksi pola	Aktivitas ketika mengamati situasi yang berulang dan teratur, dan membayangkan bahwa pola mungkin berlaku untuk kasus-kasus yang tidak diketahui berikutnya;
Merumuskan Konjektur	Aktivitas membuat pernyataan berdasar fakta empiris, tetapi dengan unsur keraguan;
Memvalidasi Konjektur	Aktivitas untuk membenarkan konjektur yang dihasilkan berdasar kasus tertentu tetapi tidak secara umum;
Menggeneralisasi Konjektur	Aktivitas tentang perubahan keyakinan terkait dengan konjektur yang dihasilkan, bahwa konjektur tersebut berlaku secara umum;
Membenarkan generalisasi	Aktivitas yang dilakukan untuk meyakinkan orang lain, bahwa konjektur yang dihasilkan adalah benar.

#### 2.4 Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring

Jika terdapat sebuah graf  $G$  yang saling terhubung maka terdapat  $V$  yang merupakan himpunan titik dari graf tersebut dan  $E$  adalah himpunan sisinya. *Local antimagic vertex dynamic coloring* merupakan penggabungan definisi *local antimagic* dan pewarnaan titik  $r$ -dinamis. *Local antimagic vertex dynamic coloring* memiliki definisi yaitu 1) untuk setiap dua titik yang berdekatan yaitu  $u$  dan  $v$  maka  $w(u) \neq w(v)$  dimana  $w(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$  himpunan sisi dipersekitaran  $u$  adalah  $E(u)$ ; 2) dikatakan pewarnaan titik  $r$ -dinamis jika  $\lfloor c(N(v)) \rfloor$

$\geq \min\{r, d(v)\}$  dan setiap titik yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Nilai minimum untuk  $k$  yang dibutuhkan untuk mewarnai graf  $G$  disebut bilangan kromatik, dinotasikan dengan  $\chi_r^{la}(G)$ .

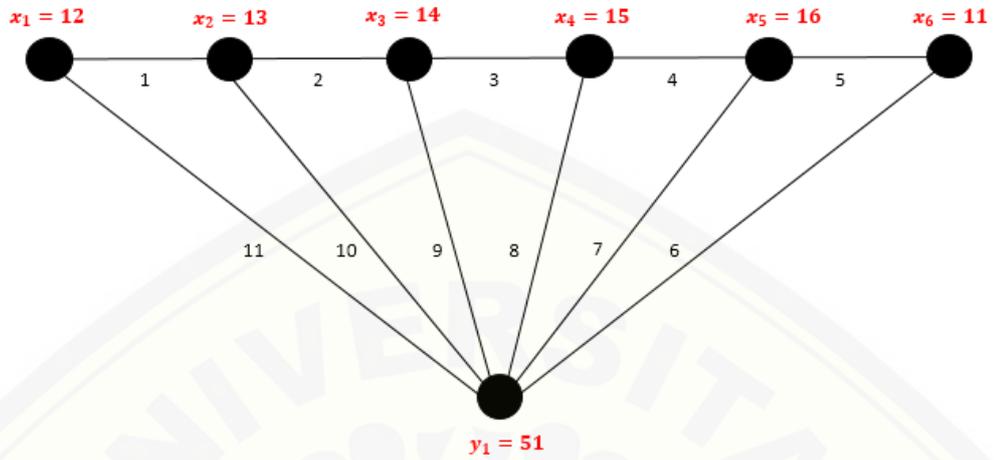


Gambar 2.3 Graf  $K_6$

Tabel 2.3 Bobot titik untuk graf  $K_6$  pada saat  $r = 1$

Mencari Bobot Titik	
$W(x_1)$	$0 + 1 + 6 = 7$
$W(x_2)$	$1 + 4 + 9 = 14$
$W(x_3)$	$4 + 2 + 10 = 16$
$W(x_4)$	$2 + 5 + 7 = 14$
$W(x_5)$	$5 + 3 + 8 = 16$
$W(x_6)$	$3 + 0 + 11 = 14$
$W(y_1)$	$6 + 9 + 10 + 7 + 8 + 11 = 51$

Jadi local antimagic vertex dynamic coloring untuk  $r = 1$  memiliki  $\chi_r^{la}(K_6) \leq 4$



Gambar 2.3 Graf  $K_6$

Tabel 2.4 Bobot Titik untuk graf  $K_6$  pada saat  $r = 2$

Mencari Bobot Titik	
$W(x_1)$	$0 + 1 + 11 = 12$
$W(x_2)$	$1 + 2 + 10 = 13$
$W(x_3)$	$2 + 3 + 9 = 14$
$W(x_4)$	$3 + 4 + 8 = 15$
$W(x_5)$	$4 + 5 + 7 = 16$
$W(x_6)$	$5 + 0 + 6 = 17$
$W(y_1)$	$6 + 9 + 10 + 7 + 8 + 11 = 51$

Jadi local antimagic vertex dynamic coloring untuk  $r = 2$  memiliki  $\chi_r^{la}(K_6) \leq 7 \rightarrow n + 1$

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut disajikan tabel 2.5 beberapa artikel atau jurnal yang membahas tentang *Research Based Learning* serta perbandingannya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti :

Tabel 2.5. Penelitian Terdahulu terkait *Research Based Learning*

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Slameto	Hassan Asy .S.	Putu Liana Wardani
1	Judul	Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Riset Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	Pengembangan perangkat pembelajaran research based learning untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif mahasiswa pada materi rainbow connection	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan <i>Conjecturing</i> Mahasiswa dalam Kajian <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i>
2	Variabel Penelitian	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir aras tinggi	Model <i>RBL</i> , kemampuan berpikir kreatif	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir <i>conjecturing</i>
3	Subjek Penelitian	Mahasiswa PGSD di Universitas Kristen Satya Wacana yang berjumlah 37 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember berjumlah 64 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Slameto	Hassan Asy Syaibani	Putu Liana Wardani
4	Pelajaran/ Materi	<i>Assesment</i> pembelajaran SD	Pewarnaan graf <i>rainbow connection</i>	<i>Local antimagic vertex dynamic coloring</i>
5	Metode Penelitian	<i>Research dan Development</i>	<i>Research dan Development</i>	<i>Mixed Method</i>
6	Hasil Penelitian	Perangkat Pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran didapat tingkat berfikir aras mahasiswa kategori rendah sebesar 12,8%, kategori sedang 55,3% dan tinggi sebesar 31,9%	Perangkat Pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran di dapat tingkat berfikir kretif mahasiswa level 2 sebesar 18,75%, level 3 sebesar 6,25% dan level 4 sebesar 75%. Dalam penerapan model RBL ini, juga didapat sebuah hasil temuan mahasiswa	Nantinya penelitian akan menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria praktis dan efektif. Kemudian penerapan model <i>RBL</i> nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> , dimana temuan dari mahasiswa

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Slameto	Hassan Asy Syaibani	Putu Liana Wardani
			berupa graf dengan pewarnaan rainbow connection, dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan dalam sebuah monograf.	tersebut akan dimasukkan dalam sebuah monograf.

Selain yang disebutkan diatas pada tabel 2.6 ada beberapa penelitian lain terkait konjektur :

Tabel 2.6. Beberapa penelitian lain terkait konjektur

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Sutarto, Intan Dwi Astuti	Sutarto, Toto Nusantara, Subanji, Sisworo	Putu Liana Wardani
1	Judul	<i>Conjecturing dalam Pemecahan Masalah Generalisasi Pola</i>	<i>Local Conjecturing Process in The Solving of Pattern Generalization Problem</i>	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan <i>Conjecturing</i> Mahasiswa dalam Kajian <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i>
2	Variabel Penelitian	<i>Conjecturing, Generalisasi Pola</i>	<i>Local Conjecturing, , generalisasi pola</i>	Model <i>RBL</i> , keterampilan <i>conjecturing</i>
3	Subjek Penelitian	Siswa kelas VII SMP 5 Malang	Siswa kelas VII I SMP 3 Malang	Mahasiswa S1 semester 3 Pendidikan Matematika, Universitas Jember
4	Pelajaran/ Materi	Pola diagonal pada bangun datar	Pengubinan	<i>Local antimagic vertex dynamic coloring</i>

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Sutarto, Intan Dwi Astuti	Sutarto, Toto Nusantara, Subanji, Sisworo	Putu Liana Wardani
5	Metode Penelitian	Kualitatif	Kualitatif	<i>Mixed Method</i>
6	Hasil Penelitian	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses berpikir siswa dalam menggeneralisasi pola berdasarkan teori APOS pada tahap enkapsulasi terdiri dari dua, yaitu enkapsulasi sempurna dan enkapsulasi tidak sempurna.</p> <p>Proses enkapsulasi sempurna adalah proses berpikir siswa dalam</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses <i>local conjecturing</i> dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu <i>local conjecturing</i> berdasarkan kedekatan dan <i>local conjecturing</i> berdasarkan perbedaan. Proses <i>local conjecturing</i> terjadi di tahap tindakan di mana subjek membangun <i>conjecturing</i> dengan</p>	<p>Nantinya penelitian akan menghasilkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria praktis dan efektif. Kemudian penerapan model <i>RBL</i> nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i>, dimana temuan dari mahasiswa</p>

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Sutarto, Intan Dwi Astuti	Sutarto, Toto Nusantara, Subanji, Sisworo	Putu Liana Wardani
		<p>menggeneralisasi pola dimana pada tahap enkapsulasi proses subjek menghasilkan generalisasi pola yang benar, sedangkan proses enkapsulasi tidak sempurna adalah proses berpikir siswa dalam menggeneralisasi pola dimana pada tahap enkapsulasi proses subjek tidak menghasilkan generalisasi pola yang benar.</p>	<p>mengamati dan menghitung jumlah kotak terpisah. Pada tahap proses, objek dan skema dilakukan dengan sempurna.</p>	

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Definisi Operasional

Penelitian ini memiliki tiga variabel antara lain :

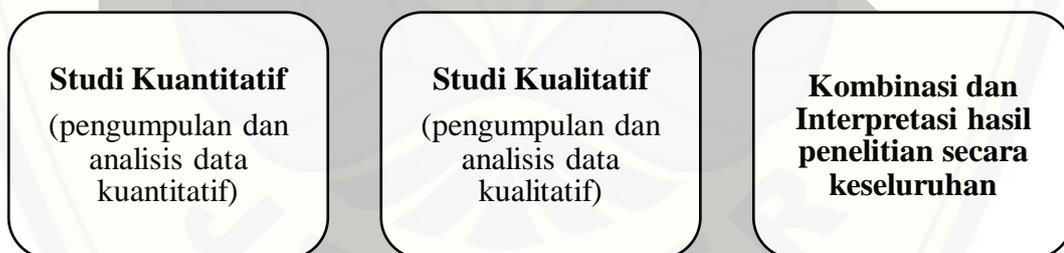
1. Keterampilan *conjecturing* merupakan kompetensi yang dicapai siswa yang meliputi aspek: a) mengamati kasus ; b) mengorganisir kasus ; c) mencari dan memprediksi pola ; d) merumuskan konjektur ; e) memvalidasi konjektur ; f) menggeneralisasi konjektur ; dan g) membenarkan generalisasi pola.
2. Pembelajaran *research based learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa sehingga peserta didik dapat mengembangkan kemampuannya dalam menemukan. Adapun sintaks pada pembelajaran RBL yaitu: a) pengayaan kurikulum dengan mengintegrasikan hasil riset; b) mahasiswa berperan aktif dalam pelaksanaan riset c) pembelajaran menggunakan instrumen riset; d) pengembangan konteks riset secara inklusif.
3. Perangkat pembelajaran adalah sekumpulan sumber belajar meliputi satuan acara perkuliahan (SAP) lembar kerja siswa (LKS), dan post tes yang di dalamnya terdapat aktivitas riset dan tujuh indikator *conjecturing* yaitu mengamati kasus, mengorganisir kasus, mencari dan memprediksi pola, merumuskan konjektur, memvalidasi konjektur, menggeneralisasi konjektur, membenarkan generalisasi.

#### 3.2. Jenis Penelitian

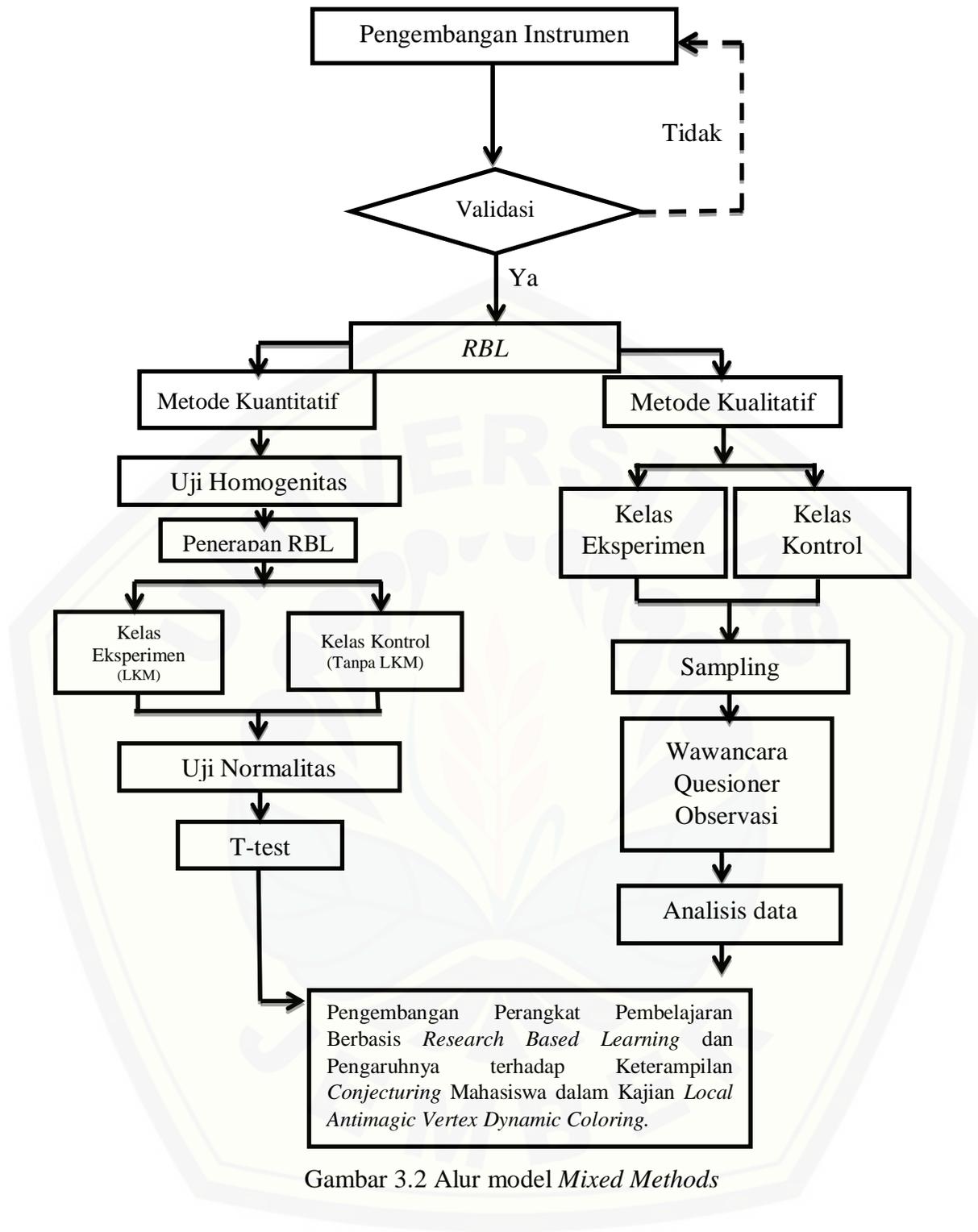
Penelitian ini merupakan jenis penelitian *mix method* yaitu pendekatan multimetode. Multimetode merupakan gabungan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Metode yang digunakan *sequential exploratory*. Design merupakan penelitian kombinasi memiliki pengumpulan dan analisis data kualitatif pada 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 *research based learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa lembar kerja mahasiswa (LKM) dan post tes 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 *research and development (R&D)*, detail dari penelitian pengembangan R&D disajikan pada gambar 3.3. Pengembangan perangkat pada penelitian ini berdasarkan teori *research based learning*. Produk pendidikan yang dikembangkan pada penelitian ini adalah lembar kerja mahasiswa (LKM) dan post tes yang di dalamnya mencakup keterampilan *conjecturing*.



Gambar 3.1 Desain *Sequential Explanatory* (Creswell dan Clark, 2007)



Gambar 3.2 Alur model *Mixed Methods*

Keterangan :

□ : Jenis kegiatan

→ : Urutan Kegiatan

◇ : Keputusan

- - - → : Siklus yang mungkin dilaksanakan

### 3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2018/2019 tepatnya di semester ganjil. 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 *research based learning* dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*. 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 perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), tahap penyebaran (*disseminate*).

#### 3.4.1 Desain atau Rancangan 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 perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), tahap penyebaran (*disseminate*).

##### 1. Tahap Pendefinisian

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 *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan menggunakan model pembelajaran *research based learning*. Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap keterampilan *conjecturing* mahasiswa.

- 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 RBL. Dalam penelitian ini subyek yang diujicoba adalah mahasiswa S1 Pendidikan Matematika, Universitas Jember yang menempuh mata kuliah pemodelan.
- 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 design (perencanaan)

Tahap ini bertujuan merancang perangkat pembelajaran yang akan digunakan sehingga diperoleh contoh perangkat pembelajaran (prototipe). Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *local antimagic vertex dynamic coloring*, yang berbasis RBL guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan *conjecturing*. 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 *local antimagic vertex dynamic coloring* . 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 develop (pengembangan)

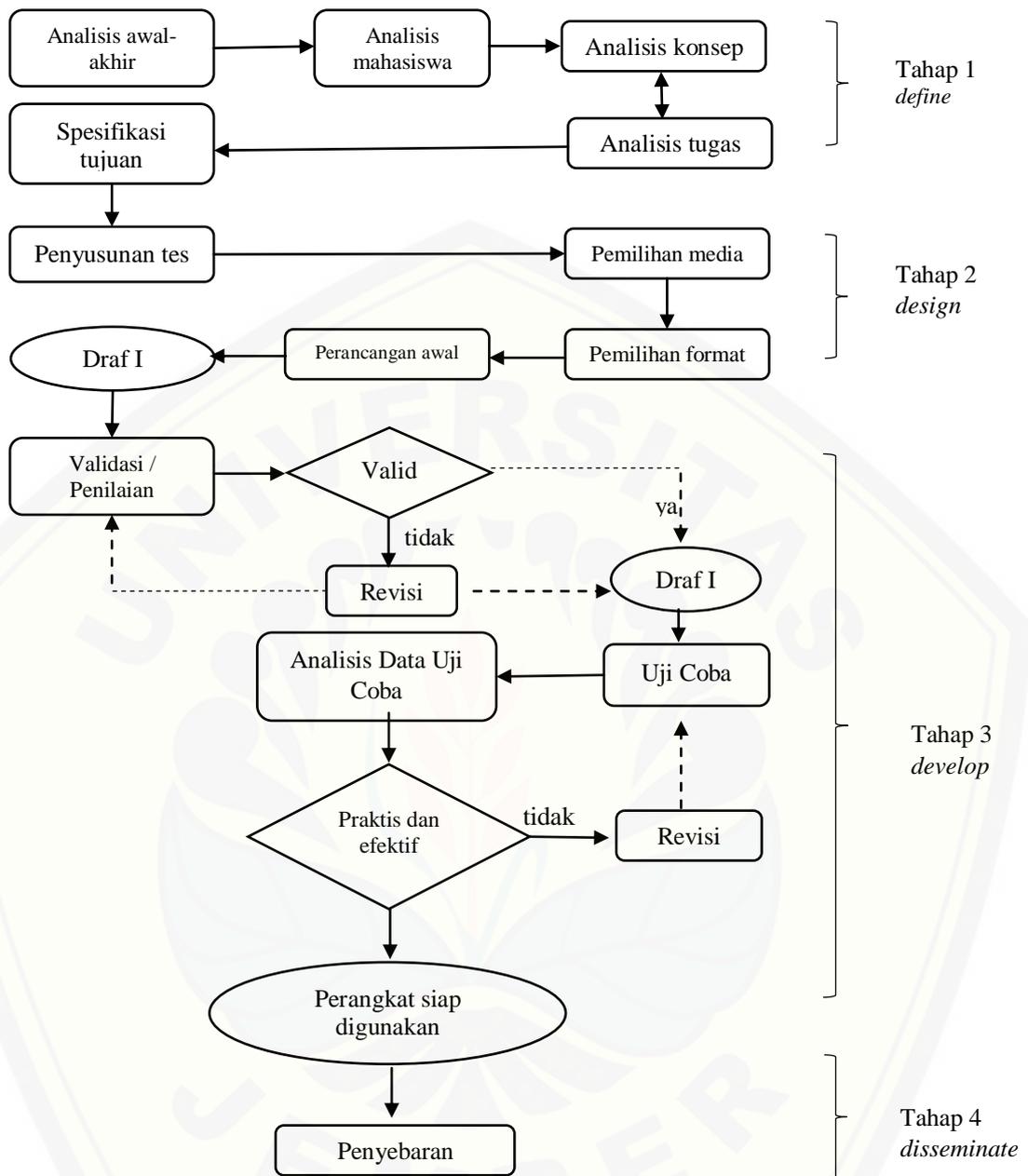
Tahap pengembangan bertujuan menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni: (1) penilaian ahli (*expert*

*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 disseminate (penyebaran)

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 3.3 Tahapan Model Penelitian Pengembangan

**Keterangan :**

- : urutan kegiatan
- ◻ : jenis kegiatan
- ◇ : kotak keputusan
- - - - -▶ : siklus yang mungkin di laksanakan
- ◉ : 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 *conjecturing*.

#### 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 (Riduwan, 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 ( $\checkmark$ ) 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 pembelajara yang telah dikembangkan.

## c) Metode Tes

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

## 3.4.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data bertujuan mengukur keefektifan dan kevalidan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Penelitian ini adapun data yang akan dikumpulkan sebagai berikut :

## a) Analisis Data Validasi Perangkat Pembelajaran

Menurut Hobri (2010) teknik analisis data yang diperoleh dapat dijabarkan sebagai berikut. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari lembar kerja mahasiswa (LKM) dan post tes yang divalidasi oleh tiga validator yaitu dosen pendidikan matematika. Langkah-langkah penentuan nilai rata-rata total aspek kevalidan perangkat pembelajaran adalah sebagai berikut:

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

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji} \text{ (data validator ke } - j \text{ terhadap indikator ke } - i)}{n \text{ (banyaknya validator)}}$$

- Menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus

$$A_i \text{ (rerata nilai untuk aspek ke } - i) = \frac{\sum_{i=1}^m V_{ij} \text{ (rerata nilai indikator } i \text{ ke } j)}{m \text{ (banyak indikator)}}$$

- Menentukan nilai  $V_a$  atau nilai rata-rata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus:

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \text{ (rerata nilai untuk aspek ke } - i)}{n \text{ (banyak aspek)}}$$

Keterangan :

$V_a$  = nilai rerata total untuk setiap aspek

Selanjutnya nilai  $V_a$  atau nilai rata-rata total ini dirujuk pada interval penentuan kriteria kevalidan pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Nilai $Va$	Interpretasi
$Va = 4,00$	Sangat Valid
$3,25 \leq Va < 4,00$	Valid
$2,50 \leq Va < 3,25$	Cukup Valid
$1,75 \leq Va < 2,50$	Kurang Valid
$1,00 \leq Va < 1,75$	Tidak Valid

(Hobri, 2010:52)

Tabel 3.1 Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Keterangan :  $Va$  adalah nilai penentuan kevalidan

b) Analisis Data Kepraktisan Perangkat

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

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

*Skor rata – rata*

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

- Membuat kesimpulan dari hasil analisis observasi aktivitas dosen. Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria presentase rata-rata hasil observasi sehingga dapat disajikan pada tabel 3.2 :

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

Cahyanti(2016)

Tabel 3.2 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen

## c) Analisis Data Keefektifan Perangkat

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

- Analisis Data Hasil Belajar

Data yang diperoleh akan dianalisis dan digunakan sebagai acuan untuk menilai tercapai tidaknya pengembangan perangkat pembelajaran yang efektif serta untuk merevisi perangkat post tes jika terdapat hal yang perlu diperbaiki. Jenis tes yang digunakan adalah jenis tes keterampilan conjecturing mahasiswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada definisi operasional. Interval skor penentuan siswa penguasaan siswa ditetapkan sebagai berikut (Hobri, 2010:58)

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

Keterangan : TPS = Tingkat Penguasaan Siswa

Adapun langkah-langkah untuk menganalisis hasil belajar sebagai berikut:

- Melakukan rekapitulasi skor masing-masing mahasiswa
- 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

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

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

Keterangan :

Ps = presentase keaktifan skor rata-rata hasil observasi

As = jumlah skor yang diperoleh observer

N = jumlah skor maksimal

Skor aktivitas mahasiswa terdiri dari skor 1 sampai dengan 4 yang terbagi menjadi empat interval. Adapun kriteria sebagai berikut :

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

Cahyanti (2016)

Tabel 3.3. Skor Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

### 3.5. Penelitian Eksperiman

Penelitian eksperimen digunakan untuk menganalisis pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan *conjecturing*. Desain penelitian eksperimen menggunakan dua kelas yaitu kelas

eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas menggunakan perangkatan pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis riset. Kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model pembelajaran RBL namun tidak menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Pada penelitian eksperimen ini akan membandingkan keterampilan *conjecturing* 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 perangkatan pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis riset sedangkan kelas kontrol hanya akan menggunakan pembelajaran RBL namun tidak menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

### 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 pra-tes untuk mengetahui kemampuan awal dari mahasiswa dikelas tersebut. Kemudian pada kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang berbasis riset dan kelas kontrol kegiatan pembelajaran menggunakan pembelajaran RBL namun tidak menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. 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.

Tabel 3.4. Skema Desain Penelitian

Kelas eksperimen	$R_1$	$X$	$R_2$
Kelas control	$R_3$	-	$R_4$

(Sugiyono, 2017:118)

Keterangan :

 $R_1, R_3$  : Pre-test $R_2, R_4$  : Post-test

$X$  : Perlakuan pada kelas eksperimen berupa perangkat pembelajaran berbasis riset

Penelitian eksperimen menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah perangkat pembelajaran yang berbasis riset, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu keterampilan *conjecturing* mahasiswa.

### 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 *conjecturing* mahasiswa. Teknik dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian sebagai berikut.

#### 1. Data Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa

##### a. Indikator

Adapun kompetensi yang dicapai siswa yang meliputi aspek: mengamati kasus, mengorganisir kasus, mencari dan memprediksi pola, merumuskan konjektur, memvalidasi konjektur, menggeneralisasi konjektur, dan membenarkan generalisasi pola. Indikator keterampilan *conjecturing* dalam penelitian ini disajikan pada tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5. Indikator keterampilan *conjecturing*

No	Indikator	Sub Indikator
1	Mengamati Kasus (LV 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggambar (1A)</li> <li>▪ Menamai (1B)</li> </ul>
2	Mengorganisir Kasus (LV 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memberi label (2A)</li> <li>▪ Memperkirakan (2B)</li> </ul>
3	Mencari dan memprediksi pola (LV 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggali (3A)</li> <li>▪ Mempelakan (3B)</li> </ul>
4	Merumuskan konjektur (LV 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan (4A)</li> <li>▪ Mengklasifikasikan (4B)</li> </ul>
5	Memvalidasi konjektur (LV 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menguji (5)</li> </ul>
6	Menggeneralisasikan konjektur (LV 6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan (6)</li> </ul>
7	Membenarkan konjektur (LV 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membenarkan (7A)</li> <li>▪ Membandingkan (7B)</li> </ul>

b. Metode

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan *conjecturing* 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 *conjecturing* 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 *local antimagic vertex dynamic coloring* 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 *conjecturing* 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.

### 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

Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas yang diuji dalam penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran berbasis riset sedangkan variabel terikat yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu keterampilan *conjecturing* mahasiswa. Jika data dalam penelitian ini berdistribusi normal dan homogen maka menggunakan teknik analisis data yang berupa uji t-tes. Akan tetapi jika data tidak terdistribusi normal

atau tidak homogen maka menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Mann-Whitney*. Analisis data menggunakan SPSS 22.0 for windows

a. Uji Prasyarat Analisis

▪ Uji Reliabilitas Perangkat

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

Tabel 3.6. Tolak ukur dari instrumen

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

▪ Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui data dari masing-masing kelompok sampel yang digunakan mempunyai varians yang sama atau tidak sehingga dapat ditentukan rumus *t-test* yang akan digunakan untuk pengujian hipotesis. Uji homogenitas varian menggunakan SPSS, jika nilai signifikansi  $> 0.05$  maka dapat disimpulkan bahwa varian dari kelompok data adalah sama sehingga uji homogenitas varian menggunakan rumus berikut :

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

- Uji Normalitas

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

- Uji Hipotesis dengan Uji T-test

Uji *paired samplet-test* dalam penelitian ini menggunakan SPSS dengan memasukkan data *pre-tes* dan *post test* kelas yang digunakan eksperimen. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pasangan hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Dengan kriteria pengujian terima  $H_0$  jika nilai 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.

$H_0$  : tidak ada pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan *conjecturing* mahasiswa

$H_1$  : ada pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan *conjecturing* mahasiswa

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *research based learning* untuk mengukur keterampilan *conjecturing* mahasiswa pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring* dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Proses pengembangan perangkat pembelajaran ini menggunakan model Thiagarajan atau dikenal dengan *four-D*. Tahap-tahap yang dilakukan meliputi:
  - 1) Tahap pendefinisian yaitu kegiatan analisis awal-akhir meliputi, analisis mahasiswa untuk mengetahui karakteristik mahasiswa, analisis konsep materi, analisis tugas, dan analisis tujuan pembelajaran yang ingin dicapai
  - 2) Tahap perancangan yaitu merancang perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan, meliputi penyusunan rencana pembelajaran, LKM dan post tes dengan menggunakan indikator *conjecturing* di dalamnya dan materi yang dibahas adalah *local antimagic vertex dynamic coloring*. Pada tahap ini diperoleh perangkat pembelajaran yaitu *Draft I*.
  - 3) Tahap pengembangan. Pada tahap ini perangkat pembelajaran akan divalidasi oleh validator untuk uji kevalidan dari proses yang didapat yaitu *draft 2*. Selanjutnya akan dilakukan uji keterbacaan yang menghasilkan *draft 3* dan perangkat pembelajaran *draft 3* ini selanjutnya dilakukan uji coba lapangan. Hasil uji coba lapangan dianalisis dan dilakukan revisi sehingga menghasilkan perangkat final.
  - 4) Tahap penyebaran, dalam penelitian ini tahap penyebaran dilakukan pada S1 Pendidikan Matematika Universitas Jember.
- b. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran dengan model *research based learning* untuk membangun keterampilan *conjecturing* mahasiswa pada

kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*, meliputi rencana pembelajaran, LKM, dan post tes. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Kriteria tersebut dijabarkan sebagai berikut.

- 1) Perangkat yang dikembangkan memenuhi kategori valid ditunjukkan dengan koefisien validitas rencana pembelajaran 3,79; LKM sebesar 3.83 dan post tes sebesar 3,83 dengan demikian perangkat dikatakan valid.
  - 2) Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas dosen, aktivitas dosen pada pertemuan pertama 3,66 dengan persentase 92% baik dan pada pertemuan kedua mencapai 3,89 dengan persentase 97% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran dapat dikatakan praktis karena persentase aktivitas dosen mencapai  $\geq 80\%$ .
  - 3) Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan persentase aktivitas mahasiswa, hasil penilaian pos-tes, dan hasil respon mahasiswa menunjukkan kategori baik, seperti uraian berikut ini.
    - Persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 3,5 dengan persentase 87,5% dengan kategori baik dan pada pertemuan kedua mencapai 3,61 dengan persentase 90,25% dengan kategori baik. Dalam hal ini menunjukkan mahasiswa aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning*.
    - Hasil post tes pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran model *research based learning* memperoleh hasil 13% mahasiswa dengan keterampilan kurang *conjecturing*, 24% mahasiswa dengan keterampilan cukup *conjecturing*, 36% mahasiswa dengan keterampilan *conjecturing* (sedang), dan 27% mahasiswa dengan keterampilan sangat *conjecturing*.
- c. Berdasarkan hasil analisis keterampilan *conjecturing* mahasiswa melalui post tes diperoleh data keseluruhan tingkat keterampilan *conjecturing* mahasiswa

di kelas kontrol sebanyak 25 mahasiswa memperoleh nilai diatas 70 dan 80 memperoleh nilai dibawah 18. Hal ini berarti 55% mahasiswa dikelas kontrol telah memenuhi kriteria ketuntasan belajar. Sedangkan dikelas eksperimen terdapat 31 mahasiswa memperoleh nilai diatas 70 dan 13 memperoleh nilai dibawah 80. Maka 72 % mahasiswa dikelas eksperimen telah memenuhi kriteria ketuntasan belajar.

- d. Potret fase keterampilan *conjecturing* yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan keterampilan kurang *conjecturing*, cukup, sedang dan tinggi serta kombinasi potret fase dari ke delapan mahasiswa tersebut. Mahasiswa dikatakan sangat *conjecturing* apabila mampu menemukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari suatu graf atau mampu sampai indikator 7B, mahasiswa dikatakan *conjecturing* apabila mampu menyelesaikan permasalahan namun tidak bisa menemukan fungsi umum hanya sampai pada mengekspan graf atau hanya sampai indikator 4A. Sedangkan cukup *conjecturing* apabila mahasiswa hanya mampu menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring* namun tidak bisa menentukan ekspannya atau hanya sampai indikator 3B. Mahasiswa dikatakan kurang *conjecturing* jika mahasiswa hanya mampu menentukan kardinalitas dari graf atau hanya sampai indikator 2B.
- e. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti dan mahasiswa berupa *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf caterpillar, graf sapu, graf *double broom* dan graf matahari.

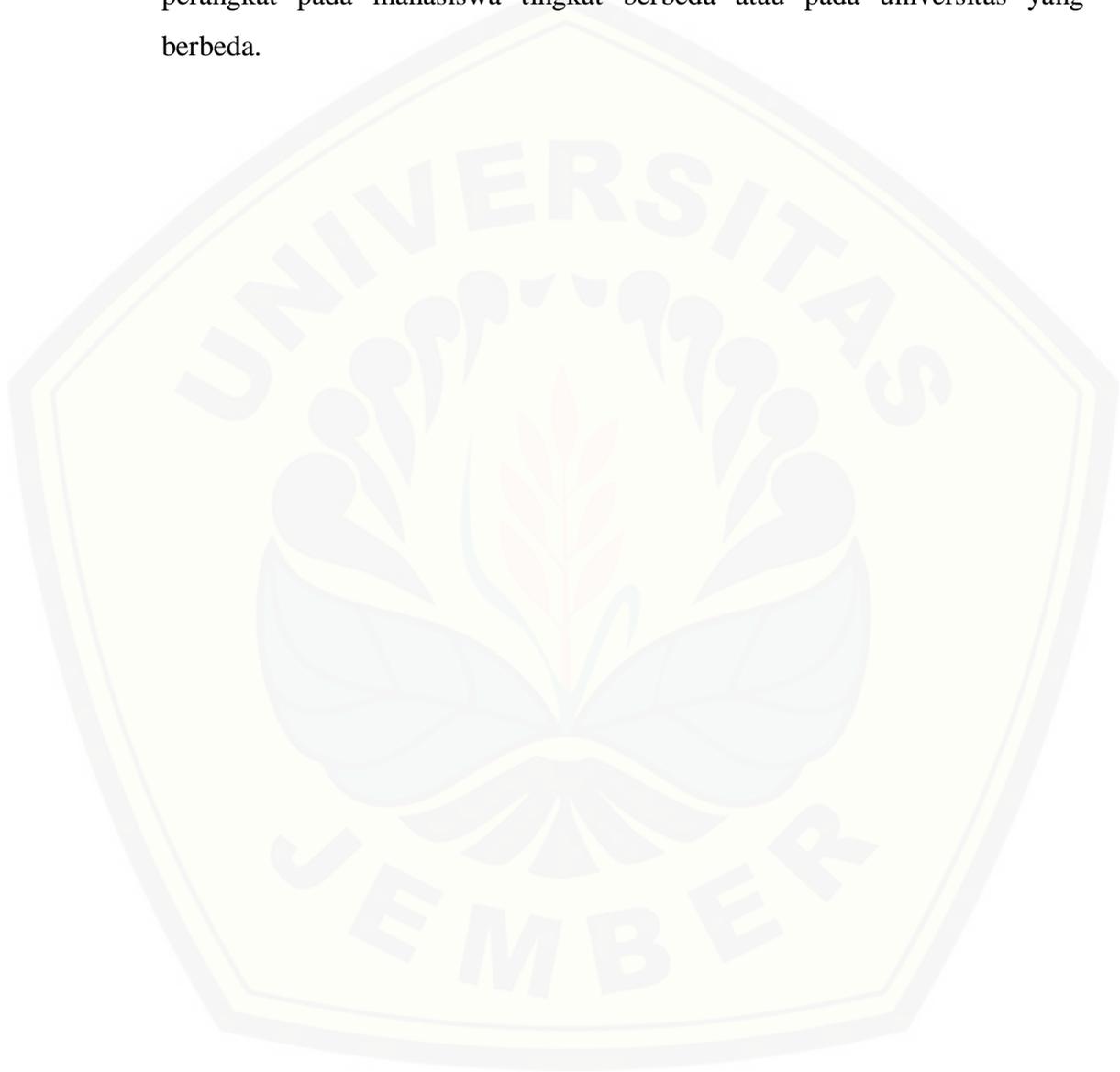
## 5.2 Saran

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

- 1) Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning* pada kajian *local antimagic vertex dynamic coloring*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain selain untuk membantu

pemahaman konsep juga sebagai syarat memperkenalkan teknik penelitian pada tugas akhir nanti.

- 2) Untuk mengetahui lebih lanjut baik atau tidaknya perangkat yang telah dikembangkan ini, maka disarankan pada peneliti untuk menguji cobakan perangkat pada mahasiswa tingkat berbeda atau pada universitas yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, S., Ghanbari, M., Jahanbekam, S. 2010. *On the dynamic chromatic number of graphs*. *Comband Grapgs*, in: *Contemp Math - American Mathematical Society* (531) hal.11-18.
- Akbari, S., Ghanbari, M., Jahanbekam, S. 2014. *On the dynamic coloring of cartesian product graphs*. *Ars Combinatoria* (114) hal.161-167.
- Ali, Taherkhani. 2016. *On r-dynamic chromatic number of graphs*. *Discrete Appl. Math*, hal. 201.
- Andi, P. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoretis dan Praktik*. Jakarta: Kencana, hal. 270.
- Andi, P. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Arika, I.K. 2017. *On r-dynamic Chromatic Number of the coronation of path and severalgraphs*. *International Journal of Advanced Engineering, Research and Science* (04: 04) hal. 96-101.
- Arumugam S, Premalatha K, Baca M and Semanicova-Fenovcikova A. 2017. *Local AntimagicVertex Coloring of a Graph*. *Graphs and Combinatorics* (33) 275-285.
- 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.
- Cañadas, M.C. & Castro, E. 2005. *A Proposal of Categorisation For Analysing Inductive Reasoning*. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the CERME 4 International Conference*, (hal.401-408). Sant Feliu de Guíxols, Spain.
- Dafik, Meganingtyas, D.E.W., Purnomo, K.D, Tarmidzi, M.D, and Agustin, I.H. 2017. *Several classes of graphs and their r-dynamic chromatic numbers*, *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 855 012011.
- Dafik. 2015. *Handbook for the Implementation of RBL (Research-Based Learning) in the Courses*. Jember : Universitas Jember.

- Dahar, R.W. 2011. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineke Cipta
- Fatimah I.S., Anas, A.K. 2018. *Incorporating Research in Chemistry Courses: Research Data-Based Learning*. International Journal of Engineering & Technology 7 (229) hal. 476-479.
- Fischbein, E. 2002. *Intuition and Schemata in Mathematical Reasoning*. Educational Studies In Mathematics Vol.38. Netherland: Kluwer Academic Publishers graphs, Ars Combinatoria (114). hal.161-167.
- Hadas, N. & Hershkowitz, R. 2002. *Activity Analysis at The Service of Task Design*. In A.D. Cockburn & E. Nardi (Eds.), Proceedings of the 26th International Conference on the Psychology of Mathematics Education (Vol. 3, hal. 49-56). Norwich, UK.
- Hidayah, Isti dan Sugiarto. 2006. *Workshop Pendidikan Matematika 2*. Semarang: Jurusan Matematika FMIPA UNNES.
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila.  
<https://preprint.math.uni-hamburg.de/public/papers/hbam/hbam2011-09.pdf>
- Hobri, Dafik, Hossain, A. 2018. *The Implementation of Learning Together in Improving Students' Mathematical Performance*. International Journal of Instruction 11(2) hal.483-496 .
- Jahanbekam, S., Kimb, J., Suil, O., Douglas, B. 2016. *On r-dynamic Coloring of Graphs*. Discrete Applied Mathematics (206) hal.65-72.
- Kang, T. Muller, Douglas B. West. 2015. *On r-dynamic coloring of grids*. Discrete Appl. Math.(186) 286-290.
- Khamdit, Sinthawa. 2014. *Research-Based Learning (RBL) in Higher Education*.

- Lai, H.J., Montgomery, B. 2002. *Dynamic coloring of graph*, *Departement of Mathematics*. West Virginia Unyversity.
- Lai, H.J., Montgomery, B., Poon, H. 2003. *Upper bounds of dynamic chromatic number*. *Ars Combin*. 68 hal. 193-201.
- M. Alishahi. 2012. *Dynamic chromatic number of regular graphs*. *Discrete Appl. Math*. 160.
- M. Alishahi. 2011. *On the dynamic coloring of graphs*. *Discrete Appl. Math*. 159.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. 2010. *Thinking Mathematically Second Edition*. Pearson Education Limited.
- Masriyah, Rahayu, Endah, B. 2007. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Universitas Terbuka.
- Montgomery B. 2001. *Dynamic coloring of graphs*. (Ph.D Dissertation). West Virginia University.
- Nana Sudjana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nasution. 2010. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Rahyubi, Heri. 2012. *Teori-Teori Belajar dan Aplikasi Pembelajaran Motorik*. Majalengka: Referens.
- Suchada Poonpan. 2007. *Indicators of Research - Based Learning Instructional Process: A Case Study of Best Practice in a Primary School* (Disertasi: Department of Research and Psychology in Education, Faculty of Education, Chulalongkorn University).
- Schapper, J., & Mayson, S.E. 2010. *Research-led Teaching: Moving from a Fractured Engagement to a Marriage of Convenience*. *Higher Education Research & Development* 29 hal.641-651.
- Schunk, D.H. 2012. *Learning Theories and Educational Perspective Sixth Edition (6th Edition of Learning: Perspective)*. Yogyakarta: Student Literature.

- Suherman, Erman dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Suherman, Erman. 2003. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA. UPI
- Suntusia, Dafik, Hobri. 2019. *The Effectiveness Research Based Learning in Improving Students Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems*. Internasional Journal of Instruction 12 Issue (1).
- Supratman. 2016. *Penalaran Analogi Saat Conjecturing dalam Mengonstruksi Persamaan Irisan Kerucut*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Sutarto & Subanji. 2014. *Proses conjecturing dalam pemecahan Masalah matematika*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Exchange of Experiences TEQIP, UM, Malang.
- Sutarto N, Subanji T, & Sisworo. 2015 *Indicator of Conjecturing Process in a Problem Solving of The Pattern Generalization*. Proceeding International Conference on Educational Research and Development (ICERD) UNESA Surabaya 32-45.
- Sutarto, N., Subanji, T., & Sisworo. 2015. *Local Conjecturing Process in The Solving of Pattern Generalization Problem*. Educational Research and Reviews 11(8) 732-742 DOI:10.5897/ERR2016.2719.
- Sutarto, S., Nusantara, T., Subanji, S., Dwi, H., Dafik. 2018. *Global Conjecturing Process in Pattern Generalization Problem*. Journal of Physic: Conference Series 1008(1).
- Tim UGM. 2010. *Handbook Research Based Learning*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Tohir, Abidin, Z., Dafik, D., Hobri, H. 2018. *Student Creative Thinking Skills in Solving Two Dimensional Arithmetic Series Through Research-Based Learning*. Journal of Physic: Conference Series 1008(1).
- Yasin, S. 2012. *Metode Belajar dan Pembelajaran yang Efektif*. Jurnal Adabiyah. 12(1) hal.1-9.

## MATRIKS PENELITIAN

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode Penelitian
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan <i>Conjecturing</i> Mahasiswa dalam Kajian <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</i>	1. Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> dalam kajian <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> ?	1. Keterampilan <i>Conjecturing</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengamati Kasus</li> <li>• Mengorganisir Kasus</li> <li>• Mencari dan Memprediksi Pola</li> <li>• Merumuskan Konjektur</li> <li>• Memvalidasi Konjektur</li> <li>• Menggeneralisasi Konjektur</li> <li>• Membenarkan Konjektur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LKM</li> <li>• Post Tes</li> <li>• Wawancara</li> <li>• Uji Statistik</li> </ul>	Mixed Method
	2. Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> terhadap keterampilan <i>conjecturing</i> mahasiswa	2. <i>Research Based Learning</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Exposure Stage</i></li> <li>• <i>Experience Stage</i></li> <li>• <i>Capstone Stage</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perangkat Pembelajaran</li> </ul>	

	<p>dalam kajian <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i>?</p> <p>3. Adakah pengaruh penerapan <i>research based learning</i> dalam kajian <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i>?</p> <p>4. Bagaimana potret fase keterampilan conjecturing pada kajian <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i>?</p> <p>5. Bagaimana monograf berbasis <i>research based learning</i> dalam kajian <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i>?</p>	<p>3. <i>Local antimagic Vertex Dynamic Coloring</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jurnal</li> <li>• LKM</li> </ul>	<p>Mixed Method</p>
--	---	--	--	---	---------------------

## Lampiran 1. SAP

### SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

**Fakultas/Prodi** : Keguruan dan Ilmu Pendidikan / Pendidikan Matematika

**Mata Kuliah** : Kombinatorika

**Semester** : 3

**SKS** : 2

**Dosen Pengampu** : Saddham Husein, S.Pd., M.Pd

**Bahan Kajian** : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*

**Pertemuan ke** : 1 - 2

**Kemampuan Akhir** : Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari suatu graf

**Sub Bahan Kajian** : Kardinalitas, bilangan kromatik, fungsi bilangan kromatik

**Sumber Pembelajaran** : Buku dan Jurnal Penelitian terkait

**Media Pembelajaran** : LKM

**Pendekatan/metode** : Penemuan berbasis riset

**Skenario Pembelajaran :**

- **Pertemuan ke 1:** Kardinalitas dan *local antimagic vertex dynamic coloring*

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
<b>Kegiatan Pendahuluan</b>		<b>15'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
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. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf	5'
<b>Kegiatan Inti</b>		<b>75'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
<b>Exposure Stage</b>		
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai jurnal tersebut	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
<b>Kegiatan Inti</b>		<b>75'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
<b>Experience Stage</b>		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	<b>30</b>
<b>Capstone Stage</b>		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
<b>Kegiatan Penutup</b>		<b>10'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

- **Pertemuan ke 2: local antimagic vertex dynamic coloring**

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
<b>Kegiatan Pendahuluan</b>		<b>15'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucapkan salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> pada suatu graf	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. Meminta mahasiswa mengingat kembali materi sebelumnya	3. Mengingat kembali materi sebelumnya	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang fungsi bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> pada suatu graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang fungsi bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic coloring</i> pada suatu graf	5'
<b>Kegiatan Inti</b>		<b>75'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
<b>Exposure Stage</b>		
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai jurnal tersebut	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'
<b>Experience Stage</b>		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	<b>30</b>
<b>Capstone Stage</b>		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'

Kegiatan Penutup		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

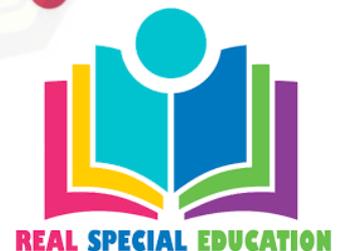
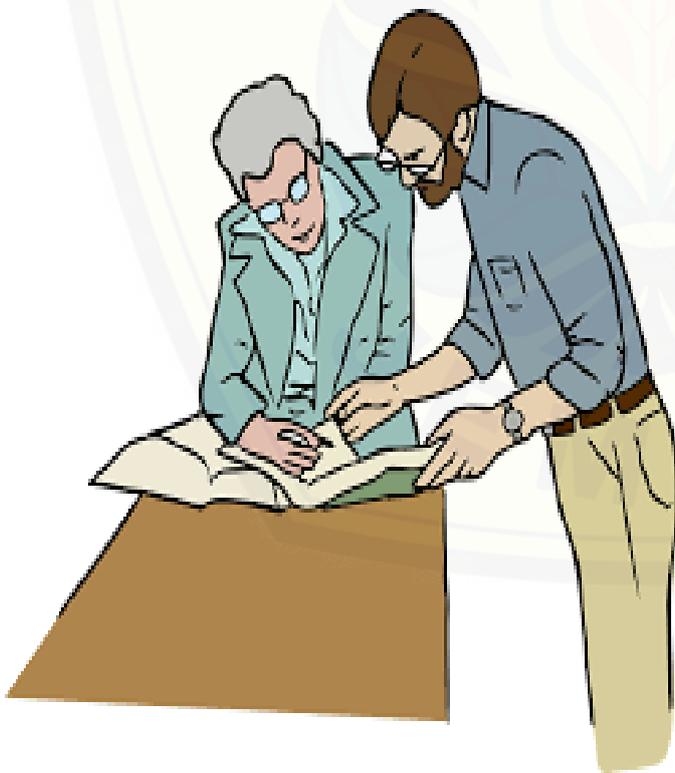
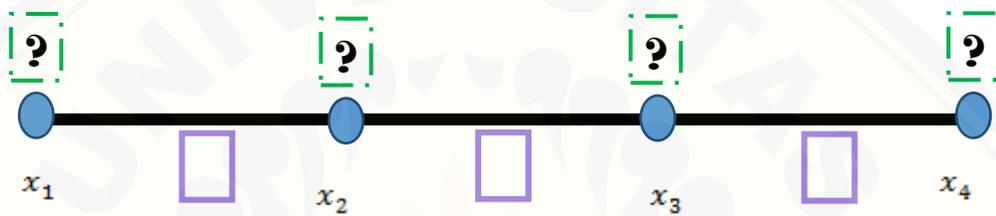
## Penilaian Hasil Belajar:

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



# LEMBAR KERJA MAHASISWA

## Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring



MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER

# TES KETERAMPILAN CONJECTURING

## INDIKATOR :

- ✚ Memahami *local antimagic vertex dynamic coloring* suatu graf (sesuai definisi yang berlaku)
- ✚ Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*



- ⇒ Berdoa sebelum mengerjakan
- ⇒ Tulis nama dan NIM
- ⇒ Bacalah permasalahan dengan baik dan cermat
- ⇒ Kerjakan permasalahan pada kolom yang disediakan

**NAMA / NIM :**

## KETERANGAN :

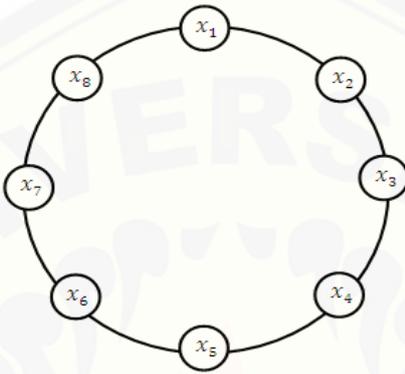
$V(G)$  = himpunan titik dari suatu graf  
 $E(G)$  = himpunan sisi dari suatu graf  
 $|V(G)|$  = jumlah titik dari suatu graf  
 $|E(G)|$  = jumlah sisi dari suatu graf  
 $r$  = parameter  
 $\chi_r^{la}$  = bilangan kromatik  
 $d(v)$  = derajat titik  
 $w(v)$  = bobot titik

## KETERANGAN :

$|c(N(x_i))|$  = banyak warna yang bertetangga  
 $d(x_i)$  = derajat atau cabang dari titik atau sisi  
 $\chi_r^{la}$  = bilangan kromatik



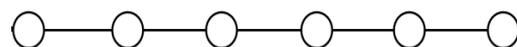
**PENELITIAN TERDAHULU**  
 terkait *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*

No	Graf Khusus	Hasil	Keterangan
1	Graf Lingkaran	 <p>Bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic</i> pada graf lintasan :</p> $\chi_r^{la}(C_n) \leq \begin{cases} 3, & \text{if } r = 1 \\ n, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n = 3, 4, 5 \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 2, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 1, 2, 3 \pmod{6} \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 0, 4, 5 \pmod{6} \end{cases}$	(Kristiana dkk, 2018)

**TUGAS ANDA!**



Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf lintasan pada gambar 1 serta tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!



Gambar 1

# Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring

## A. Definisi Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring



### DEFINISI

Misal  $v$  dan  $u$  merupakan titik dari graf  $G$  maka :

1.  $|C(N(v))| \geq \min\{r, d(v)\}$
2.  $W(u) \neq W(v)$
3.  $W(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$
4.  $f(e) : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, m\}$

### PETUNJUK :

1. Banyaknya warna yang bertetangga lebih dari atau sama dengan  $\min\{r, d(v)\}$  ;
2. Dua titik yang saling bertetangga **tidak boleh** memiliki warna yang sama ;
3. Bobot titik pada persekitarannya merupakan jumlah dari sisi yang bertetangga ;
4.  $f(e)$  merupakan fungsi yang memetakan  $E(G)$  ke anggota bilangan asli sejumlah  $m$  (sejumlah titik).

## RISET 1

### KETERANGAN :

- $V$  :himpunan tak kosong dari simpul-simpul atau titik
- $E$  :himpunan sisi (edge)
- $|V(G)|$  :jumlah titik pada suatu graf
- $|E(G)|$  :jumlah sisi pada suatu graf
- $d(v_i)$  :banyak titik yang bertetangga
- $|C(N(v_i))|$ :banyak warna yang bertetangga
- $W(u)$  : bobot titik  $u$
- $\chi_r^{la}$  :bilangan kromatik local antimagic vertex dynamic coloring



Gambar 1.1

- ❖  $V(G) = 4$
- ❖ Sehingga graf tersebut dinamakan graf  $P_4$
- ❖ Pelabelan titik dan sisi pada graf tersebut :  
 $V = \dots$   
 $E = \dots$
- ❖ Maka fungsi label titik dan sisi pada graf tersebut :  
 $V = \dots$  sehingga  $|V| = \dots$   
 $E = \dots$  sehingga  $|E| = \dots$



## RISET 2

**Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf lintasan!**

**Petunjuk :** Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.1 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 1$  !



Gambar 2.1

Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$3 + 0 = 3$
$W(x_2)$	$3 + 1 = 4$
$W(x_3)$	$\dots + 2 = 3$
$W(x_4)$	$\dots + \dots = 2$

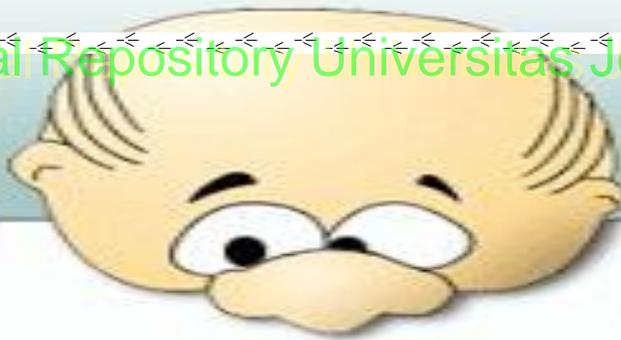
Tabel 1

**Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis (syarat definisi ke- 1) !**

**Untuk  $r = 1$**

$v_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{1, 1}	1	YA
$x_2$	2	2	{1, 2}	...	YA
$x_3$	2	2	{1, ...}	...	...
$x_4$	...	1	...	...	...

**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 1$  adalah ...**



Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.2 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 2$  !



**Mencari Bobot titik**

$W(x_1)$	$\dots + 0 = 2$
$W(x_2)$	$\dots + 3 = \dots$
$W(x_3)$	$3 + \dots = 4$
$W(x_4)$	$\dots + 0 = \dots$

Gambar 2.2

Tabel 2

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 2$  !

Untuk  $r = 2$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	$\{2, 1\}$	1	YA
$x_2$	2	2	$\{2, 2\}$	...	...
$x_3$	2	2	...	...	...
$x_4$	...	...	...	...	...

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 2$  adalah ...

Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.3 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 3$  !



Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_2)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_3)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_4)$	$\dots + \dots = \dots$

Gambar 2.3

Tabel 3

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 3$  !

Untuk  $r = 3$

$v_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	...	...	...	...	...
$x_2$	...	...	...	...	...
$x_3$	...	...	...	...	...
$x_4$	...	...	...	...	...

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 3$  adalah ...

Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.4 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 4$  dan  $r = 5$  !



Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_2)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_3)$	$\dots + \dots = \dots$
$W(x_4)$	$\dots + \dots = \dots$

Gambar 2.4

Tabel 4

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 4$  !

Untuk  $r = 4$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	...	...	...	...	...
$x_2$	...	...	...	...	...
$x_3$	...	...	...	...	...
$x_4$	...	...	...	...	...

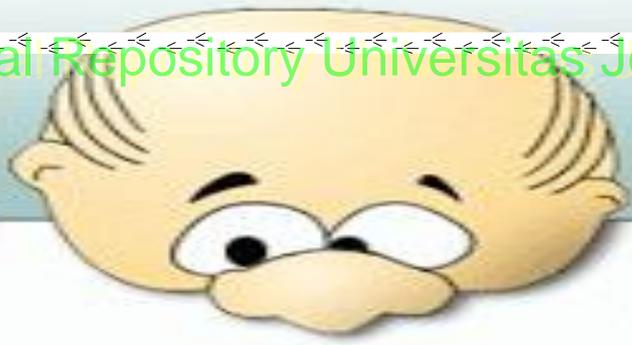
Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 4$  adalah ...

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan juga telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 5$  !

Untuk  $r = 5$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	...	...	...	...	...
$x_2$	...	...	...	...	...
$x_3$	...	...	...	...	...
$x_4$	...	...	...	...	...

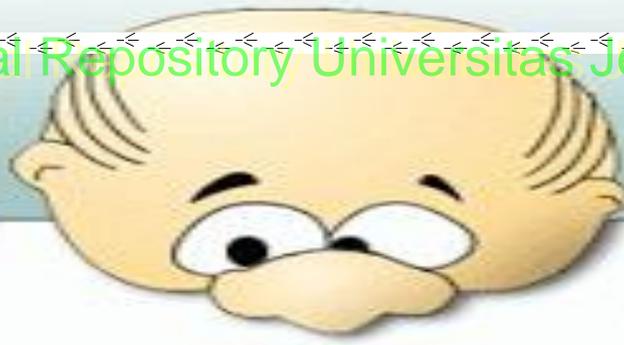
Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 5$  adalah ...



## RISET 3

*Sekarang, coba cari bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf  $P_3$  sampai dengan  $P_{25}$ !*





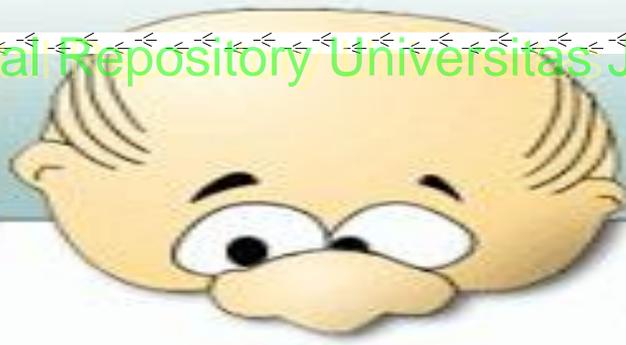
## RISET 4

Daftarlah bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) sebanyak banyaknya dari graf lintasan kemudian tuliskan pada tabel 4!

Tabel 4. Daftar Bilangan Kromatik *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring* ( $\chi_r^{la}$ )

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$	$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	3	$P_{14}$	..
$P_4$	...	$P_{15}$	...
$P_5$	...	$P_{16}$	...
$P_6$	5	$P_{17}$	7
$P_7$	...	$P_{18}$	9
$P_8$	5	$P_{19}$	...
$P_9$	...	$P_{20}$	...
$P_{10}$	6	$P_{21}$	...
$P_{11}$	5	$P_{22}$	10
$P_{12}$	...	$P_{23}$	9
$P_{13}$	7	$P_{24}$	...





## RISET 5

Kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatika dari graf lintasan !

o Untuk  $n = 3,4$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	...
$P_4$	...

o Untuk  $n = 5$

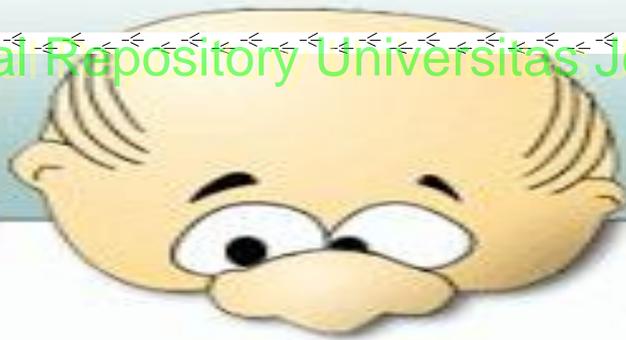
$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_5$	..

o Untuk  $n = \dots$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
...	...
$P_9$	6
...	...
...	...
...	...
$P_{21}$	10
$P_{24}$	11

o Untuk  $n = \dots$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_7$	5
...	...
...	...
...	...
$P_{19}$	9
$P_{22}$	10
...	...



## RISET 5

Kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatika dari graf lintasan!

o Untuk  $n = 2 \pmod 6$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_8$	5
...	...
...	...

o Untuk  $n = 5 \pmod 6$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
...	...
...	...
$P_{23}$	9

## RISET 6

Carilah fungsi  $\chi_r^{la}$  untuk graf lintasan!

• untuk  $n = \dots$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$f(\chi_r^{la})$	$(\chi_r^{la})$
$P_6$	$\frac{6+9}{3}$	5
$P_9$	$\frac{9+9}{3}$	...
$P_{12}$	$\frac{\dots+9}{3}$	7
$P_{15}$	$\frac{\dots+9}{3}$	...
$P_{18}$	$\frac{\dots+\dots}{3}$	9
$P_{21}$	$\frac{\dots+\dots}{3}$	10
$P_{24}$	$\frac{24+9}{3}$	11
$P_n$	$\frac{n+9}{3}$	$\frac{n+9}{3}$

o untuk  $n = \dots$

$P_n$	$f(\chi_r^{la})$	$(\chi_r^{la})$
$P_7$	$\frac{7+8}{3}$	...
$P_{10}$	$\frac{\dots+8}{3}$	6
$P_{13}$	$\frac{13+8}{3}$	7
$P_{16}$	$\frac{\dots+8}{3}$	...
$P_{19}$	$\frac{\dots+\dots}{3}$	...
$P_{22}$	$\frac{\dots+\dots}{3}$	...
$P_{25}$	$\frac{25+8}{3}$	...
$P_n$	$\frac{\dots+\dots}{3}$	$\frac{\dots+\dots}{3}$



## RISET 6

Carilah fungsi  $\chi_r^{la}$  untuk graf lintasan!

o Untuk  $n = 2 \text{ mod } 6$

o Untuk  $n = 5 \text{ mod } 6$

$P_n$	$(\chi_r^{la})$	$f(\chi_r^{la})$
$P_8$	5	$\frac{8+7}{3}$
$P_{14}$	7	$\frac{14+7}{3}$
$P_{20}$	9	$\frac{20+7}{3}$
..		
..		
..		
$P_n$	$\frac{\dots + \dots}{3}$	$\frac{\dots + \dots}{3}$

$P_n$	$(\chi_r^{la})$	$f(\chi_r^{la})$
$P_{11}$	5	$\frac{11+4}{3}$
$P_{17}$	7	$\frac{17+4}{3}$
$P_{23}$	9	$\frac{23+4}{3}$
$P_n$	$\frac{n+4}{3}$	$\frac{n+4}{3}$

## RISET 7

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

o untuk  $n = 0 \text{ mod } 3, n \neq 3; f(\chi_r^{la}) = \frac{n+9}{3}$ :

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 6 \text{ maka } : \frac{6+9}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

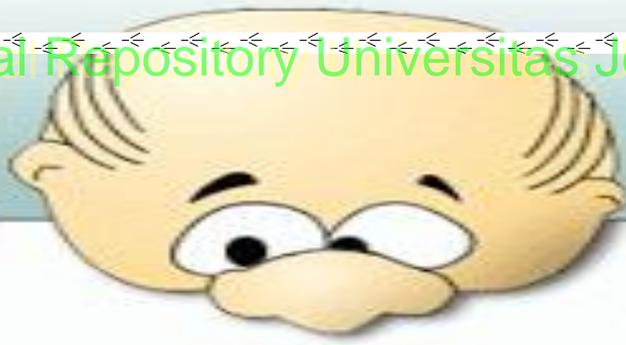
$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 9 \text{ maka } : \frac{\dots+9}{3} = \frac{18}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 12 \text{ maka } : \frac{\dots+\dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 15 \text{ maka } : \frac{\dots+\dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 18 \text{ maka } : \frac{\dots+\dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 21 \text{ maka } : \frac{\dots+\dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$



## RISET 7

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

o untuk  $n = 1 \pmod 3$  ;  $f(\chi_r^{la}) = \frac{\dots + \dots}{3}$  :

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 7 \text{ maka : } \frac{7+8}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 10 \text{ maka } \frac{\dots+8}{3} = \frac{18}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 13 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 16 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 10 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 13 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 16 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 24 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

o untuk  $n = 2 \pmod 6$  ;  $f(\chi_r^{la}) = \frac{\dots + \dots}{3}$  :

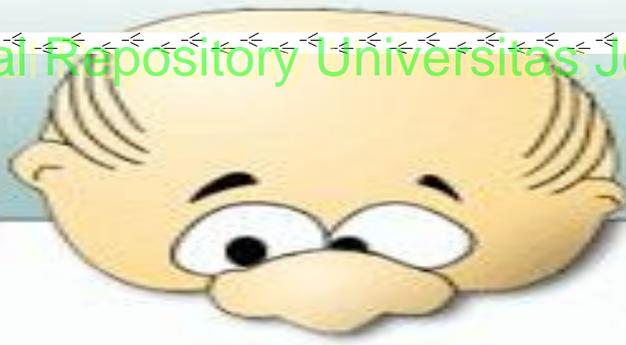
$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 8 \text{ maka : } \frac{8+7}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 14 \text{ maka } \frac{\dots + 7}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 20 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 26 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 24 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (... ..)}$$



## RISET 7

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

o untuk  $n = 5 \text{ mod } 6$  ;  $f(\chi_r^{la}) = \frac{n+4}{3}$  :

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 11 \text{ maka } : \frac{\dots + 4}{3} = \frac{\dots}{3} = \dots \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 17 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{\dots} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ (... ..)}$$

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 23 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{\dots} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ (... ..)}$$

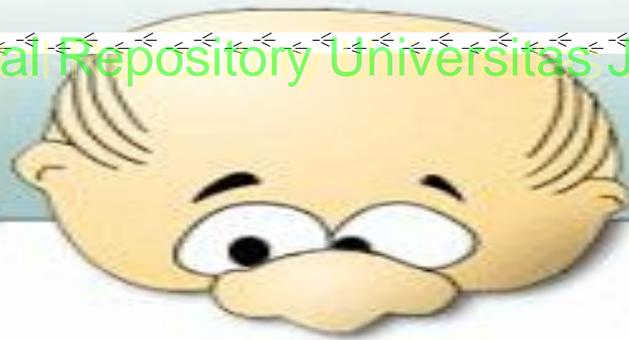
## RISET 8

Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!

$$f(\chi_r^{la}) = \begin{cases} n ; n = 3, 4 \\ 4 ; n = 5 \\ \frac{\dots + \dots}{3} ; n = \dots \end{cases}$$

## RISET 9

Coba substitusikan fungsi yang telah kamu buat pada sembarang  $n$  kemudian coba pastikan kebenaran  $\chi_r^{la}$  sesuai riset 1 dan 2!



## KESIMPULAN



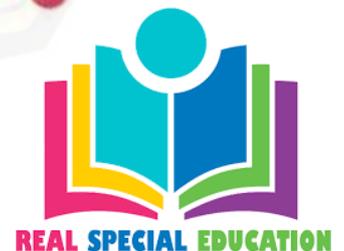
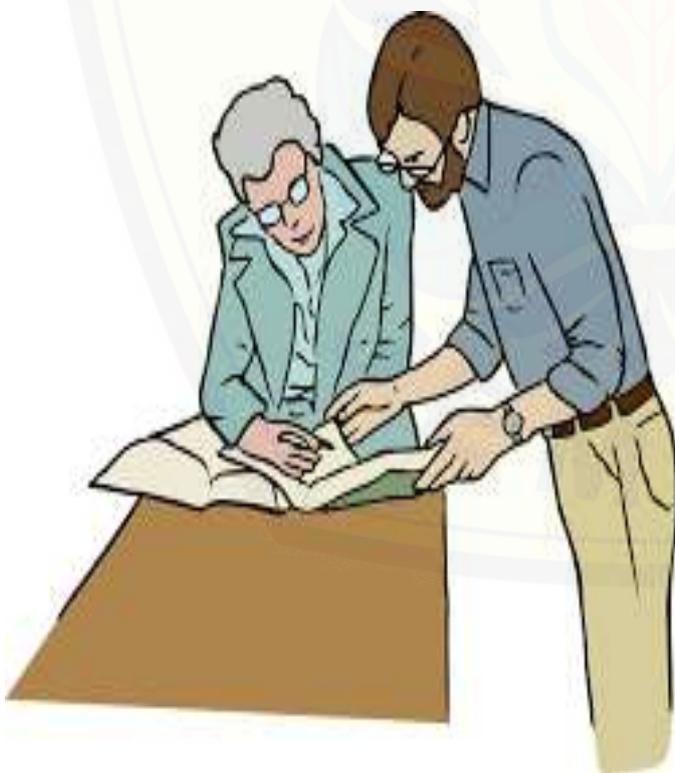
**MARI TEMUKAN HASIL PENELITIANMU !**



Buatlah graf berbeda yang sederhana, konektif, dan tak berarah kemudian tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* serta fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!

# LEMBAR KERJA MAHASISWA

## Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring



MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER

# TES KETERAMPILAN CONJECTURING

## INDIKATOR :

- ✚ Memahami *local antimagic vertex dynamic coloring* suatu graf (sesuai definisi yang berlaku)
- ✚ Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*



- ⇒ Berdoa sebelum mengerjakan
- ⇒ Tulis nama dan NIM
- ⇒ Bacalah permasalahan dengan baik dan cermat
- ⇒ Kerjakan permasalahan pada kolom yang disediakan

**NAMA / NIM :**

## KETERANGAN :

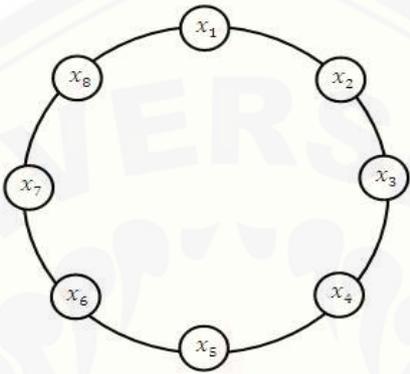
$V(G)$  = himpunan titik dari suatu graf  
 $E(G)$  = himpunan sisi dari suatu graf  
 $|V(G)|$  = jumlah titik dari suatu graf  
 $|E(G)|$  = jumlah sisi dari suatu graf  
 $r$  = parameter  
 $\chi_r^{la}$  = bilangan kromatik  
 $d(v)$  = derajat titik  
 $w(v)$  = bobot titik

## KETERANGAN :

$|c(N(x_i))|$  = banyak warna yang bertetangga  
 $d(x_i)$  = derajat atau cabang dari titik atau sisi  
 $\chi_r^{la}$  = bilangan kromatik



**PENELITIAN TERDAHULU**  
terkait *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*

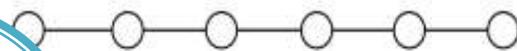
No	Graf Khusus	Hasil	Keterangan
1	Graf Lingkaran	 <p>Bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic</i> pada graf lintasan :</p> $\chi_r^{la}(C_n) \leq \begin{cases} 3, & \text{if } r = 1 \\ n, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n = 3, 4, 5 \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 2, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 1, 2, 3 \pmod 6 \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 0, 4, 5 \pmod 6 \end{cases}$	<p>Aktivitas RBL</p> <p><b>Mengenalkan Masalah</b></p> <p>(Kristiana dkk, 2018)</p>

**TUGAS ANDA!**

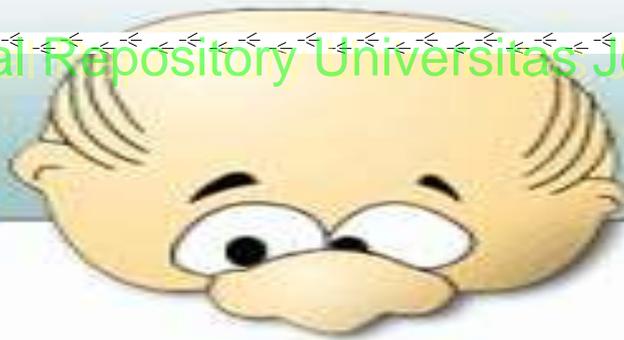


Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf lintasan pada gambar 1 serta tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!

Aktivitas RBL  
**Mengidentifikasi Masalah**



Gambar 1



# Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring

## A. Definisi Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring



### DEFINISI

Misal  $v$  dan  $u$  merupakan titik dari graf  $G$  maka :

1.  $|C(N(v))| \geq \min\{r, d(v)\}$
2.  $W(u) \neq W(v)$
3.  $W(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$
4.  $f(e) : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, m\}$

### PETUNJUK :

1. Banyaknya warna yang bertetangga lebih dari atau sama dengan  $\min\{r, d(v)\}$  ;
2. Dua titik yang saling bertetangga **tidak boleh** memiliki warna yang sama ;
3. Bobot titik pada persekitarannya merupakan jumlah dari sisi yang bertetangga ;
4.  $f(e)$  merupakan fungsi yang memetakan  $E(G)$  ke anggota bilangan asli sejumlah  $m$  (sejumlah titik).

Aktivitas RBL  
Mengumpulkan  
Data

RISET 1



### KETERANGAN :

- $V$  :himpunan tak kosong dari simpul-simpul atau titik
- $E$  :himpunan sisi (edge)
- $|V(G)|$  :jumlah titik pada suatu graf
- $|E(G)|$  :jumlah sisi pada suatu graf
- $d(v_i)$  :banyak titik yang bertetangga
- $|C(N(v_i))|$ :banyak warna yang bertetangga
- $W(u)$  : bobot titik  $u$
- $\chi_r^{la}$  :bilangan kromatik local antimagic vertex dynamic coloring



Gambar 1.1

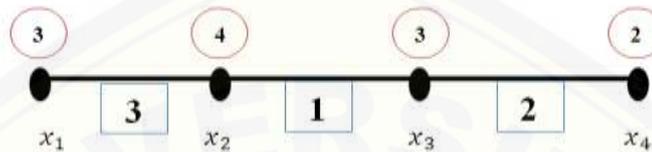
- ❖  $V(G) = 4$
- ❖ Sehingga graf tersebut dinamakan graf  $P_4$
- ❖ Pelabelan titik dan sisi pada graf tersebut :  
 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$   
 $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4\}$
- ❖ Maka fungsi label titik dan sisi pada graf tersebut :  
 $V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\}$  sehingga  $|V| = n$   
 $E = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$  sehingga  $|E| = n - 1$



## RISET 2

Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf lintasan!

**Petunjuk** : Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.1 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 1$  !



Mengamati Kasus

Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$3 + 0 = 3$
$W(x_2)$	$3 + 1 = 4$
$W(x_3)$	$1 + 2 = 3$
$W(x_4)$	$2 + 0 = 2$

Mengorganisir kasus

Aktivitas RBL  
Mengumpulkan Data

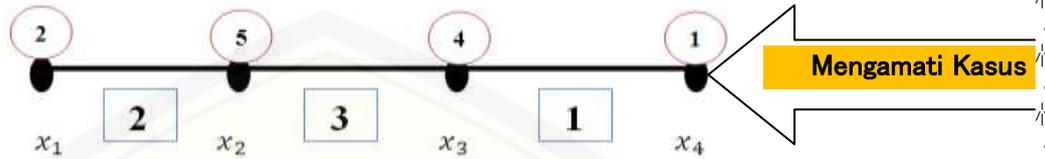
Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis (syarat definisi ke- 1) !

Untuk  $r = 1$

$v_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{1,1}	1	YA
$x_2$	1	2	{1,2}	1	YA
$x_3$	2	2	{1,2}	1	YA
$x_4$	1	1	{1,1}	1	YA

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 1$  adalah 3

Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.2 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 2$  !



Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$2 + 0 = 2$
$W(x_2)$	$2 + 3 = 5$
$W(x_3)$	$3 + 1 = 4$
$W(x_4)$	$1 + 0 = 1$

Mengorganisir kasus

Aktivitas RBL  
Mengumpulkan Data

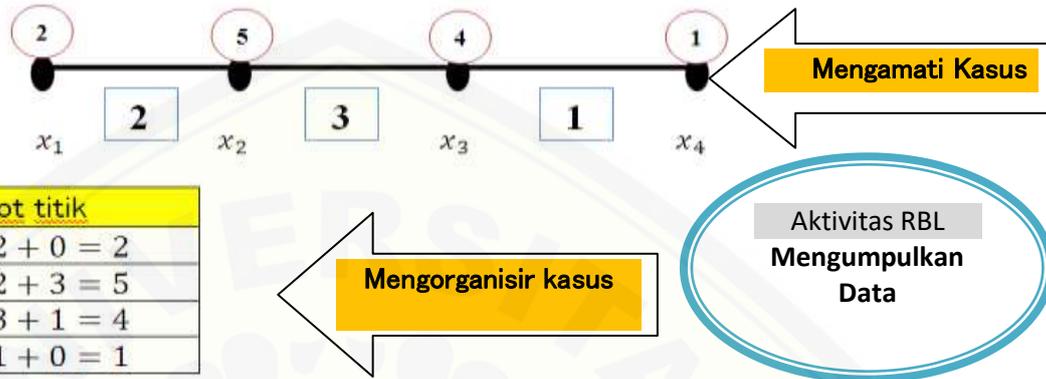
Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 2$  !

Untuk  $r = 2$

$v_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{2, 1}	1	YA
$x_2$	2	2	{2, 2}	2	YA
$x_3$	2	2	{2, 2}	2	YA
$x_4$	1	1	{2, 1}	1	YA

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 2$  adalah 4

Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.3 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 3$  !



Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$2 + 0 = 2$
$W(x_2)$	$2 + 3 = 5$
$W(x_3)$	$3 + 1 = 4$
$W(x_4)$	$1 + 0 = 1$

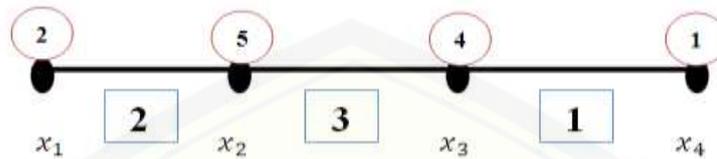
Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 3$  !

Untuk  $r = 3$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{3,1}	1	YA
$x_2$	2	2	{3,2}	2	YA
$x_3$	2	2	{3,2}	2	YA
$x_4$	1	1	{3,1}	1	YA

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 3$  adalah ...

Berilah label sisi pada graf lintasan pada gambar 2.4 sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 4$  dan  $r = 5$  !



Mengamati Kasus

Mencari Bobot titik	
$W(x_1)$	$2 + 0 = 2$
$W(x_2)$	$2 + 3 = 5$
$W(x_3)$	$3 + 1 = 4$
$W(x_4)$	$1 + 0 = 1$

Mengorganisir kasus

Aktivitas RBL  
Mengumpulkan Data

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 4$  !

Untuk  $r = 4$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{4, 1}	1	YA
$x_2$	2	2	{4, 2}	2	YA
$x_3$	2	2	{4, 2}	2	YA
$x_4$	1	1	{4, 1}	1	YA

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 4$  adalah 4

Cobalah cek apakah *local antimagic vertex dynamic coloring* yang Anda temukan juga telah memenuhi syarat pewarnaan  $r$ -dinamis untuk  $r = 5$  !

Untuk  $r = 5$

$V_i$	$ C(N(v_i)) $	$d(v_i)$	$\{r, d(v_i)\}$	$\min\{r, d(v_i)\}$	$ C(N(v_i))  \geq \min\{r, d(v_i)\}$
$x_1$	1	1	{5, 1}	1	YA
$x_2$	2	2	{5, 2}	2	YA
$x_3$	2	2	{5, 2}	2	YA
$x_4$	1	1	{5, 1}	1	YA

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* untuk  $r = 5$  adalah 4



Aktivitas RBL  
Mengumpulkan  
Data

## RISET 3

Sekarang, coba cari bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf  $P_3$  sampai dengan  $P_{25}$ !

Mencari dan memprediksi  
pola

Aktivitas RBL  
Mengumpulkan  
Data

## RISET 4

Daftarlah bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) sebanyak banyaknya dari graf lintasan kemudian tuliskan pada tabel 4!

Mencari dan memprediksi pola

Tabel 4. Daftar Bilangan Kromatik *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring* ( $\chi_r^{la}$ )

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$	$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	3	$P_{14}$	7
$P_4$	4	$P_{15}$	8
$P_5$	4	$P_{16}$	8
$P_6$	5	$P_{17}$	7
$P_7$	5	$P_{18}$	9
$P_8$	5	$P_{19}$	9
$P_9$	6	$P_{20}$	9
$P_{10}$	6	$P_{21}$	10
$P_{11}$	5	$P_{22}$	10
$P_{12}$	7	$P_{23}$	9
$P_{13}$	7	$P_{24}$	11



Aktivitas RBL

Menganalisis

## RISET 5

Kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatika dari graf lintasan!

Merumuskan *conjecturing*

o Untuk  $n = 3,4$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	3
$P_4$	4

o Untuk  $n = 5$

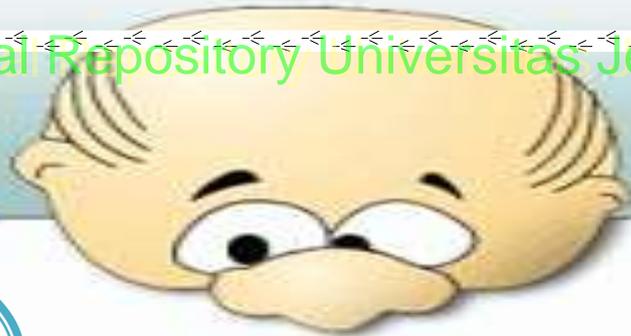
$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_5$	4

o Untuk  $n = 0 \pmod 3$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_6$	5
$P_9$	6
$P_{12}$	7
$P_{15}$	8
$P_{18}$	9
$P_{21}$	10
$P_{22}$	11

o Untuk  $n = 1 \pmod 3$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_7$	5
$P_{10}$	6
$P_{13}$	7
$P_{16}$	8
$P_{19}$	9
$P_{22}$	10
$P_{25}$	11



Aktivitas RBL

Menganalisis

## RISET 5

Kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatika dari graf lintasan!

Merumuskan conjecturing

o Untuk  $n = 2 \pmod 6$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_8$	5
$P_{14}$	7
$P_{20}$	9

o Untuk  $n = 5 \pmod 6$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_{11}$	5
$P_{17}$	7
$P_{23}$	9

Aktivitas RBL

Menganalisis

## RISET 6

Carilah fungsi  $\chi_r^{la}$  untuk graf lintasan!

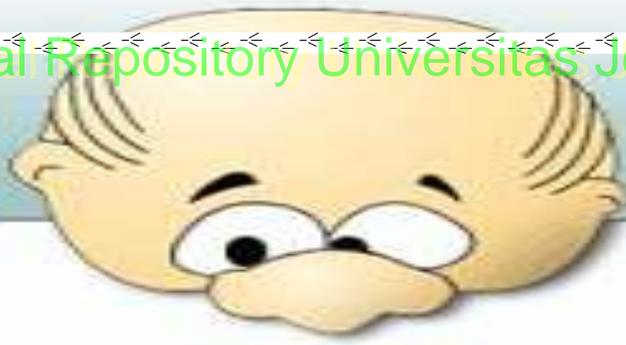
Merumuskan conjecturing

• untuk  $n = 0 \pmod 3$

o untuk  $n = 1 \pmod 6$

$P_n$ untuk $n = \dots$	$f(\chi_r^{la})$	$(\chi_r^{la})$
$P_6$	5	$\frac{6+9}{3}$
$P_9$	6	$\frac{9+9}{3}$
$P_{12}$	7	$\frac{12+9}{3}$
$P_{15}$	8	$\frac{15+9}{3}$
$P_{18}$	9	$\frac{18+9}{3}$
$P_{21}$	10	$\frac{21+9}{3}$
$P_{24}$	11	$\frac{24+9}{3}$
$P_n$	$\frac{n+9}{3}$	$\frac{n+9}{3}$

$P_n$	$f(\chi_r^{la})$	$(\chi_r^{la})$
$P_7$	5	$\frac{7+8}{3}$
$P_{10}$	6	$\frac{10+8}{3}$
$P_{13}$	7	$\frac{13+8}{3}$
$P_{16}$	8	$\frac{16+8}{3}$
$P_{19}$	9	$\frac{19+8}{3}$
$P_{22}$	10	$\frac{22+8}{3}$
$P_{25}$	11	$\frac{25+8}{3}$
$P_n$	$\frac{n+8}{3}$	$\frac{n+8}{3}$



Aktivitas RBL

Menganalisis

RISET 6

Carilah fungsi  $\chi_r^{la}$  untuk graf lintasan!

Merumuskan *conjecturing*

o Untuk  $n = 2 \pmod 6$

o Untuk  $n = 5 \pmod 6$

$P_n$	$(\chi_r^{la})$	$f(\chi_r^{la})$
$P_8$	5	$\frac{8+7}{3}$
$P_{14}$	7	$\frac{14+7}{3}$
$P_{20}$	9	$\frac{20+7}{3}$
..		
..		
..		
$P_n$	$\frac{n+7}{3}$	$\frac{n+7}{3}$

$P_n$	$(\chi_r^{la})$	$f(\chi_r^{la})$
$P_{11}$	5	$\frac{11+4}{3}$
$P_{17}$	7	$\frac{17+4}{3}$
$P_{23}$	9	$\frac{23+4}{3}$
$P_n$	$\frac{n+4}{3}$	$\frac{n+4}{3}$

Aktivitas RBL

Menganalisis

RISET 7

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

o untuk  $n = 0 \pmod 3, n \neq 3; f(\chi_r^{la}) = \frac{n+9}{3}$ :

Memvalidasi *conjecturing*

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 6 \text{ maka } \frac{6+9}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 9 \text{ maka } \frac{9+9}{3} = \frac{18}{3} = 6 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 12 \text{ maka } \frac{12+9}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 15 \text{ maka } \frac{15+9}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 18 \text{ maka } \frac{18+9}{3} = \frac{27}{3} = 9 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 21 \text{ maka } \frac{21+9}{3} = \frac{30}{3} = 10 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 24 \text{ maka } \frac{24+9}{3} = \frac{33}{3} = 11 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+9}{3} \rightarrow \text{jika } n = 24 \text{ maka } \frac{\dots + \dots}{\dots} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ (... ..)}$$

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

- o untuk  $n = 1 \pmod 3, n \neq 4; f(\chi_r^{la}) = \frac{n+8}{3}$  :

Memvalidasi *conjecturing*

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 7 \text{ maka : } \frac{7+8}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 10 \text{ maka } \frac{10+8}{3} = \frac{18}{3} = 6 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 13 \text{ maka } \frac{13+8}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 16 \text{ maka } \frac{16+8}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 10 \text{ maka } \frac{10+8}{3} = \frac{18}{3} = 6 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 13 \text{ maka } \frac{13+8}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+8}{3} \rightarrow \text{jika } n = 16 \text{ maka } \frac{16+8}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ (benar)}$$

- o untuk  $n = 2 \pmod 6; f(\chi_r^{la}) = \frac{n+7}{3}$  :

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 8 \text{ maka : } \frac{8+7}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 14 \text{ maka } \frac{14+7}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 20 \text{ maka } \frac{20+7}{3} = \frac{27}{3} = 9 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+7}{3} \rightarrow \text{jika } n = 26 \text{ maka } \frac{26+7}{3} = \frac{33}{3} = 11 \text{ (benar)}$$



**Aktivitas RBL**  
**Menganalisis**

**RISET 7**

Periksalah kembali fungsi bilangan kromatik yang Anda temukan, dengan cara mensubstitusikannya pada  $n$  yang telah ditentukan!

o untuk  $n = 5 \text{ mod } 6, n \neq 5; f(\chi_r^{la}) = \frac{n+4}{3}$  :

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 11 \text{ maka } : \frac{11+4}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 17 \text{ maka } \frac{17+4}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ (benar)}$$

$$\frac{n+4}{3} \rightarrow \text{jika } n = 23 \text{ maka } \frac{23+4}{3} = \frac{27}{3} = 9 \text{ (benar)}$$

Memvalidasi *conjecturing*

**Aktivitas RBL**  
**Menyelesaikan Seluruh**  
**Proses Generalisasi**

**RISET 8**

Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!

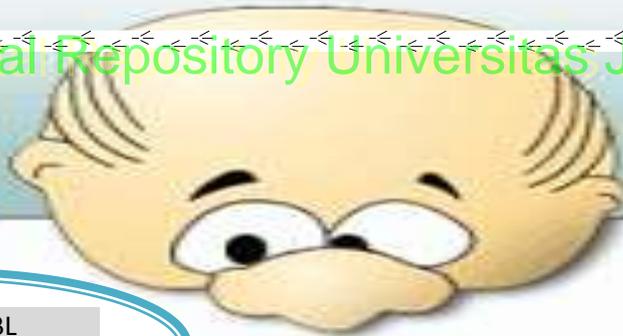
Menggeneralisasi  
*conjecturing*

$$f(\chi_r^{la}) = \begin{cases} n; n = 3, 4 \\ 4; n = 5 \\ \frac{n+9}{3}; n = 0 \text{ mod } 3; n \neq 3 \\ \frac{n+8}{3}; n = 1 \text{ mod } 3; n \neq 4 \\ \frac{n+7}{3}; n = 2 \text{ mod } 6 \\ \frac{n+4}{3}; n = 5 \text{ mod } 6; n \neq 5 \end{cases}$$

MEMBENARKAN  
*conjecturing*

**RISET 9**

Coba substitusikan fungsi yang telah kamu buat pada sembarang  $n$  kemudian coba pastikan kebenaran  $\chi_r^{la}$  sesuai riset 1 dan 2!



Aktivitas RBL  
Menuliskan Kesimpulan

KESIMPULAN

$$Jadi f(\chi_r^{la}(P_n)) = \begin{cases} n; n = 3, 4 \\ 4; n = 5 \\ \frac{n+9}{3}; n = 0 \pmod{3}; n \neq 3 \\ \frac{n+8}{3}; n = 1 \pmod{3}; n \neq 4 \\ \frac{n+7}{3}; n = 2 \pmod{6} \\ \frac{n+4}{3}; n = 5 \pmod{6}; n \neq 5 \end{cases}$$



MARI TEMUKAN HASIL PENELITIANMU !

Aktivitas RBL  
Mencari Hasil Temuan Baru



Buatlah graf berbeda yang sederhana, konektif, dan tak berarah kemudian tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* serta fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*!

## Lampiran 4. Pre Tes

**Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring**

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 MENGERJAKAN**

1. Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!
2. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf tersebut!
3. Tentukan ekspansi dari graf tersebut!
4. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari hasil ekspansi graf!
5. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!



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**



5. Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!

Jawab :

- ❖  $V(G) = 4$
- ❖ Sehingga graf tersebut dinamakan graf  $P_4$
- ❖ Pelabelan titik dan sisi pada graf tersebut :

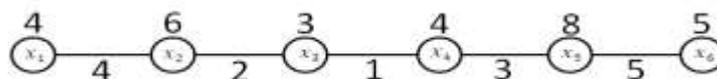
$$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

$$E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4\}$$

- ❖ Maka fungsi label titik dan sisi pada graf tersebut :

$$V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \quad \text{sehingga} \quad |V| = n$$

$$E = \{x_ix_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\} \quad \text{sehingga} \quad |E| = n-1$$



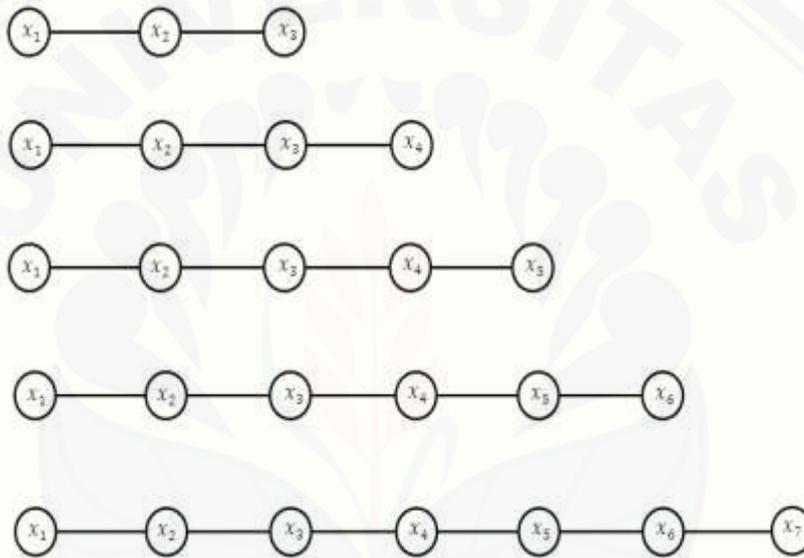
**SELAMAT MENGERJAKAN**

2. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf tersebut!

Jawab :  $(\chi_r^{la}) = 5$

3. Tentukan ekspan dari graf tersebut!

Jawab :



4. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari hasil ekspan graf!

Jawab :

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$	$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	3	$P_{14}$	7
$P_4$	4	$P_{15}$	8
$P_5$	4	$P_{16}$	8
$P_6$	5	$P_{17}$	7
$P_7$	5	$P_{18}$	9
$P_8$	5	$P_{19}$	9
$P_9$	6	$P_{20}$	9
$P_{10}$	6	$P_{21}$	10
$P_{11}$	5	$P_{22}$	10
$P_{12}$	7	$P_{23}$	9
$P_{13}$	7	$P_{24}$	11

**SELAMAT MENGERJAKAN**

5. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!

Jawab :

$$f(\chi_r^{la}) = \begin{cases} n; n = 3, 4 \\ 4; n = 5 \\ \frac{n+9}{3}; n = 0 \pmod{3}; n \neq 3 \\ \frac{n+8}{3}; n = 1 \pmod{3}; n \neq 4 \\ \frac{n+7}{3}; n = 2 \pmod{6} \\ \frac{n+4}{3}; n = 5 \pmod{6}; n \neq 5 \end{cases}$$

## Lampiran 6. Post Tes



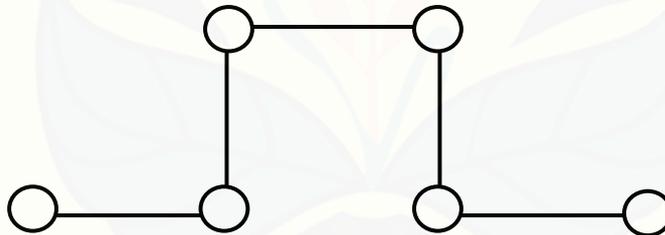
Nama :

## 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.

Alokasi Waktu : 90 menit

## SELAMAT MENGERJAKAN



1. Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!
2. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf tersebut!
3. Tentukan ekspan dari graf tersebut!
4. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari hasil ekspan graf!
5. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!

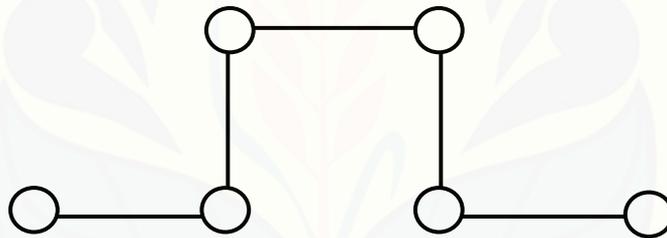


Nama :

**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 MENGERJAKAN**



1. Tentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!

Jawab :

- ❖  $V(G) = 4$
- ❖ Sehingga graf tersebut dinamakan graf  $P_4$
- ❖ Pelabelan titik dan sisi pada graf tersebut :

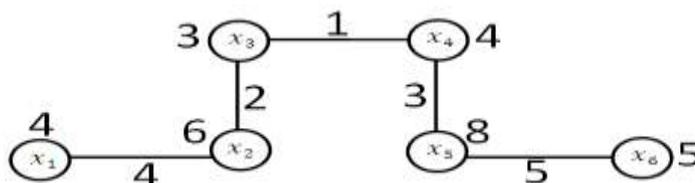
$$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

$$E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4\}$$

- ❖ Maka fungsi label titik dan sisi pada graf tersebut :

$$V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \quad \text{sehingga} \quad |V| = n$$

$$E = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\} \quad \text{sehingga} \quad |E| = n - 1$$



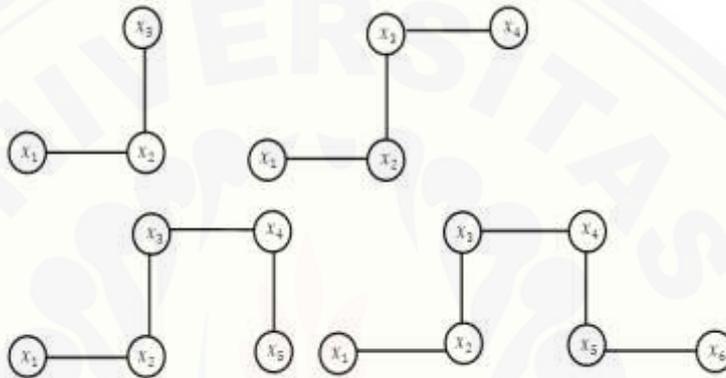
**SELAMAT MENGERJAKAN**

2. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari graf tersebut!

Jawab :  $(\chi_r^{la}) = 5$

3. Tentukan ekspansi dari graf tersebut!

Jawab :



4. Tentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) dari hasil ekspansi graf!

Jawab :

$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$	$P_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$P_3$	3	$P_{14}$	7
$P_4$	4	$P_{15}$	8
$P_5$	4	$P_{16}$	8
$P_6$	5	$P_{17}$	7
$P_7$	5	$P_{18}$	9
$P_8$	5	$P_{19}$	9
$P_9$	6	$P_{20}$	9
$P_{10}$	6	$P_{21}$	10
$P_{11}$	5	$P_{22}$	10
$P_{12}$	7	$P_{23}$	9
$P_{13}$	7	$P_{24}$	11

**SELAMAT MENGERJAKAN**

5. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari graf tersebut!

Jawab :

$$f(\chi_r^{la}) = \begin{cases} n; n = 3, 4 \\ 4; n = 5 \\ \frac{n+9}{3}; n = 0 \pmod{3}; n \neq 3 \\ \frac{n+8}{3}; n = 1 \pmod{3}; n \neq 4 \\ \frac{n+7}{3}; n = 2 \pmod{6} \\ \frac{n+4}{3}; n = 5 \pmod{6}; n \neq 5 \end{cases}$$

## Lampiran 8.

### LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

Hari / tanggal observasi : Rabu, 14 November 2018  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
<b>Exposure Stage</b>					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
<b>Experience Stage</b>					
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melaluidiskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
<b>Capstone Stage</b>					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No.	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>III. PENUTUP</b>					
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 OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN

Hari / tanggal observasi : Jumat, 16 November 2018  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
<b>Exposure Stage</b>					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
<b>Experience Stage</b>					
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melaluidiskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
<b>Capstone Stage</b>					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No.	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>III. PENUTUP</b>					
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 9. Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa

### LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

#### A. Petunjuk

- Berilah tandacentang ( √ ) 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				
Experience Stage					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
Capstone Stage					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				

Jember, .....

Observer / Pengamat

(.....)

## Lampiran 10. Angket Respon Mahasiswa Terhadap Kegiatan Pembelajaran

### ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN

Dalam rangka pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis riset di kelas, kami mohon tanggapan saudara/saudari mahasiswa terhadap proses pembelajaran menggunakan model *Research Based Learning* sub pokok *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring* 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.

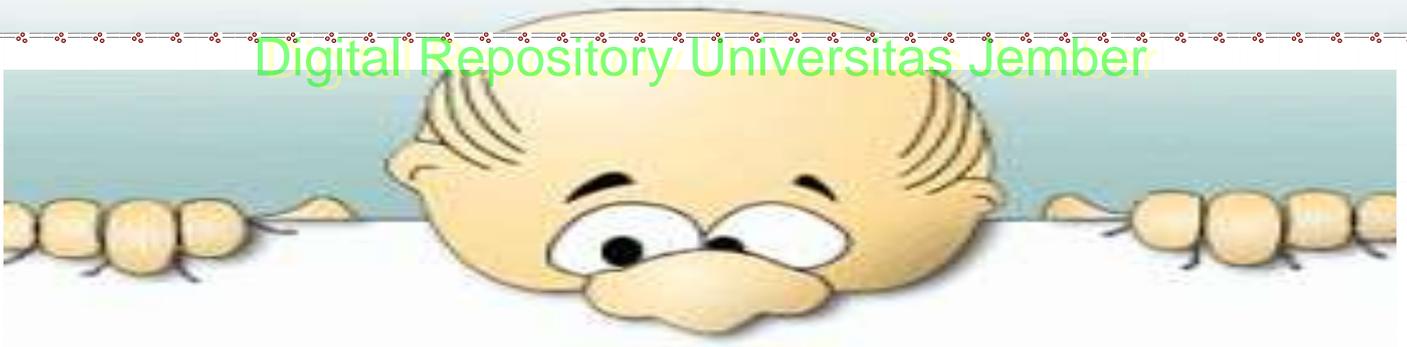
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
2.	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
3.	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			
	Lembar soal tes akhir riset			

NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
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, ..... 2018

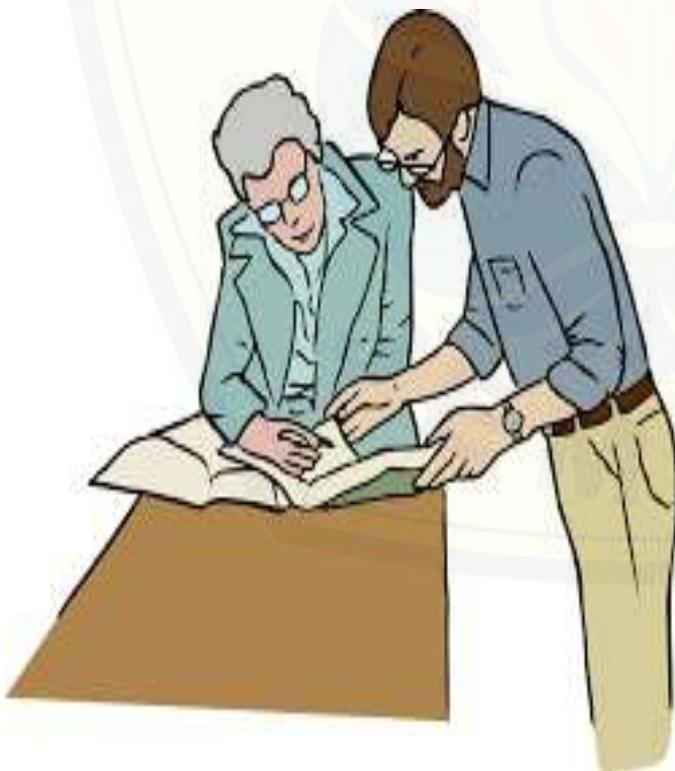
Mahasiswa,

(.....)



# MD NOGRAPH

## Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring



MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan YME atas limpahan rahmat dan karunianya sehingga Monograf tentang *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring* dapat diselesaikan. Monograf ini berisi rangkuman hasil penelitian *local antimagic vertex dynamic coloring* baik yang sudah ditemukan oleh beberapa peneliti terdahulu maupun hasil penemuan penulis sendiri.

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 penulis sehingga monograf dapat diselesaikan dengan baik.

Kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam monograf ini untuk itu kritik dan saran terhadap penyempurnaan monograf sangat diharapkan. Semoga monograf dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Penulis

# LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING

- ✚ Konsep Dasar Graf
- ✚ *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*
- ✚ Penemuan Terdahulu
- ✚ Pembuktian Teorema

## KONSEP DASAR GRAF

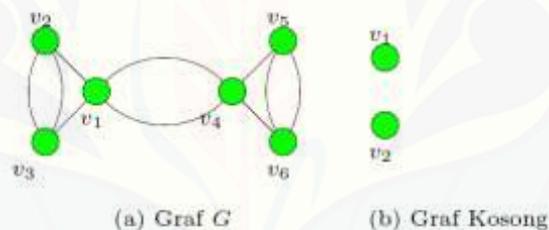
Graf  $G$  adalah pasangan himpunan  $(V(G); E(G))$  yang ditulis dengan notasi  $G = (V; E)$ .  $V(G)$  merupakan himpunan tak berhingga tak kosong dari elemen yang disebut titik (*vertex*).  $E(G)$  sebuah himpunan yang mungkin kosong dari pasangan tak terurut  $u; v$  dari titik  $u, v \in V(G)$  disebut sisi (*edge*). Sebuah graf  $G$  tidak harus memiliki sebuah sisi namun minimal memiliki satu titik (Slamin, 2009: 11-12). Anggota dari  $V$  adalah titik dari  $G$  dan anggota dari  $E$  adalah sisi dari  $G$ . Jadi  $V$  adalah titik dari  $G$  dan  $E$  adalah sisi dari  $G$ . Titik atau simpul pada sebuah graf dapat dinomori dengan huruf, misalnya  $a; b; c; \dots, v; w; \dots$ , dinomori dengan bilangan asli  $1; 2; 3; \dots$  atau dinomori dengan gabungan antara huruf dan bilangan asli. Sisi yang menghubungkan simpul  $u$  dan simpul  $v$  dapat dinyatakan dengan pasangan  $(u; v)$  atau dinyatakan dengan lambang  $e_1; e_2, \dots$  (Munir, 2012: 356).

Sebuah graf  $G$  merupakan pasangan himpunan  $(V(G); E(G))$  adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen yang disebut titik dan  $E(G)$  adalah sebuah himpunan (mungkin kosong) dari pasangan terurut  $\{u; v\}$  dari titik  $u; v \in V(G)$  yang disebut sisi. Berdasarkan definisi graf yang telah disebutkan di atas dapat dimungkinkan adanya graf yang tidak memiliki sisi tetapi hanya berupa titik.

## KONSEP DASAR GRAF

Titik-titik yang berkelompok dan membentuk suatu himpunan titik tanpa sisi maka disebut (*null graph*) atau graf kosong. Graf kosong (*null graph* atau *empty graph*) dinotasikan dengan  $N_n$ , dimana  $n$  adalah jumlah titik pada graf.

Sebuah graf  $G$  mungkin mengandung *loop* yaitu sisi yang berbentuk  $u, v$  dan sisi ganda, yaitu sisi yang menghubungkan sepasang titik yang lebih dari satu. Untuk menyederhanakan notasi sebuah sisi  $u; v$  sering dinotasikan dengan  $uv$ . Ordo dari sebuah graf  $G$  adalah banyaknya titik pada  $G$ . Misalkan  $u$  dan  $v$  merupakan titik titik dari graf  $G$ .  $u$  dikatakan bertetangga dengan  $v$ . Sebuah sisi  $e$  yang menghubungkan  $u$  dan  $v$  maka  $e = uv$ . Selanjutnya kita sebut  $v$  tetangga dari  $u$ . Himpunan semua tetangga dari  $u$  disebut ketetanggaan dari  $u$  dan dinotasikan dengan  $N(u)$  (Slamin, 2009).



Berdasarkan jumlah simpul pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis:

1. Graf berhingga (*finite graf*) adalah graf yang jumlah simpulnya  $n$  berhingga.
2. Graf tak-berhingga (*unfinite graf*) adalah graf yang jumlah simpulnya,  $n$  tidak berhingga banyaknya disebut graf tak berhingga.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas dua jenis:

1. Graf tak-berarah (*undirected graf*) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah.
2. Graf berarah (*directed graf atau digraf*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah

## LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING

Jika terdapat sebuah graf  $G$  yang saling terhubung maka terdapat  $V$  yang merupakan himpunan titik dari graf tersebut dan  $E$  adalah himpunan sisinya. *Local antimagic vertex dynamic coloring* merupakan penggabungan definisi *local antimagic* dan pewarnaan titik  $r$ -dinamis. *Local antimagic vertex dynamic coloring* memiliki definisi yaitu :



### DEFINISI

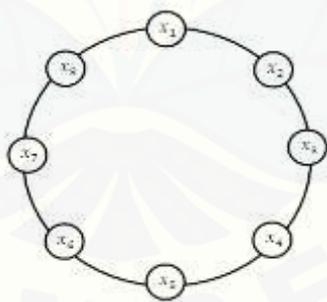
Misal  $v$  dan  $u$  merupakan titik dari graf  $G$  maka

1.  $|c(N(v))| \geq \min \{r, d(v)\}$
2.  $W(u) \neq W(v)$
3.  $W(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$
4.  $f(e); E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, m\}$

Berdasarkan definisi tersebut maka : (1) banyaknya warna yang bertetangga lebih dari atau sama dengan  $\{r, d(v)\}$  ; (2) dua titik yang saling bertetangga **tidak boleh** memiliki warna yang sama ; (3) dimana bobot titik  $u$  ( $W(u)$ ) pada persekitaran nya merupakan jumlah dari sisi yang bertetangga ; (4)  $f(e)$  merupakan anggota bilangan asli sejumlah  $m$ .

## PENELITIAN TERDAHULU



No	Graf Khusus	Hasil	Keterangan
1	Graf Lintasan	 <p>Bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic</i> pada graf lintasan :</p> $\chi_r^{la}(P_n) \leq \begin{cases} 3, & \text{if } r = 1 \\ 4, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n = 5 \\ n, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n = 3, 4 \\ \frac{n+4}{3}, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 5 \pmod{6}, n \neq 5 \\ \frac{n+7}{3}, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 2 \pmod{6} \\ \frac{n+8}{3}, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 1 \pmod{3}, n \neq 4 \\ \frac{n+9}{3}, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 0 \pmod{3}, n \neq 3 \end{cases}$	(Kristiana dkk, 2018)
2	Graf Lingkaran	 <p>Bilangan kromatik <i>local antimagic vertex dynamic</i> pada graf lingkaran :</p> $\chi_r^{la}(C_n) \leq \begin{cases} 3, & \text{if } r = 1 \\ n, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n = 3, 4, 5 \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 2, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 1, 2, 3 \pmod{6} \\ \lceil \frac{n}{3} \rceil + 1, & \text{if } r \geq 2 \text{ and } n \equiv 0, 4, 5 \pmod{6} \end{cases}$	(Kristiana dkk, 2018)

## LANGKAH-LANGKAH RISET

Adapun langkah-langkah riset dalam kajian *local antimagic vertex dynamic coloring* pada suatu graf sebagai berikut :

1. Menentukan graf khusus sebagai objek riset
2. Menentukan kardinalitas
3. Menentukan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*
4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah-langkah riset diatas lebih dijelaskan dalam contoh *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf *caterpillar* :

### 1. Menentukan graf

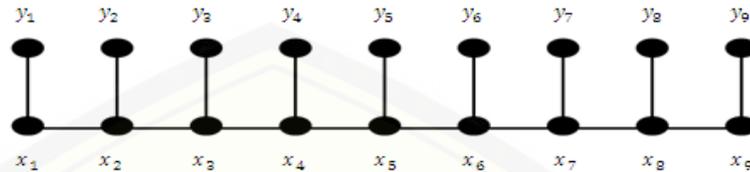
Langkah pertama yaitu menentukan graf khusus yang akan dijadikan objek penelitian. Graf juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengumpulkan data. Berdasar notasi pada graf *caterpillar* sehingga kardinalitas yang terbentuk sebagai berikut :



### 2. Menentukan kardinalitas

Langkah kedua yaitu menentukan kardinalitas. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengumpulkan data. Mahasiswa diminta untuk mencari banyak titik dan banyak sisi pada graf lintasan kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu graf. Kegiatan ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa notasi yang diberikan pada graf akan mempengaruhi dalam penulisan himpunan titik dan himpunan sisinya.

## LANGKAH-LANGKAH RISET



$$V(P_n \supseteq P_2) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_n\} \cup \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, \dots, y_n\}$$

$$V(P_n \supseteq P_2) = \{x_i; y_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V(P_n \supseteq P_2)| = 2n$$

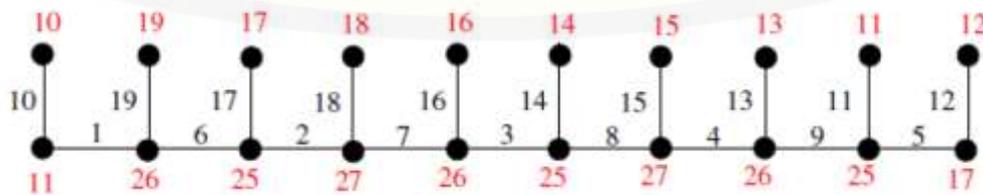
$$V(P_n \supseteq P_2) = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, \dots, x_nx_{n+1}\} \cup \{y_1y_2, y_2y_3, y_3y_4, \dots, y_{n+1}\}$$

$$V(P_n \supseteq P_2) = \{x_ix_{i+1}; y_iy_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\}$$

$$|V(P_n \supseteq P_2)| = 2n - 1$$

### 3. Menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring*

Kemudian menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan cara mencari bobot titik, namun sebelumnya harus mencari label pewarnaan sisi sedemikian hingga bobot titik pada graf minimal. Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada riset 2 bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengumpulkan data.



**LANGKAH-LANGKAH RISET****4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring***

Langkah yang terakhir yaitu menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu menganalisis data, menggeneralisasikan pola serta menulis laporan riset. Mahasiswa mencoba untuk mendaftar bilangan kromatik sebanyak-banyaknya dari graf untuk memudahkan dalam menemukan pola kemudian kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatik. Buatlah fungsi umum dari bilangan kromatik pada graf.

Pola bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* membentuk sebuah barisan aritmatika. Adapun fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang terbentuk sebagai berikut :

$$\chi_r^{la}(P_n \cong P_2) = \begin{cases} n + 2 ; n = 3 \\ n + 3 ; n \geq 4 \end{cases}$$

## TEOREMA 1

Untuk setiap  $n \geq 3$  pada graf *caterpillar*  $(C_{n,1})$  maka bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*  $(\chi_r^{la})$  berlaku :

$$\chi_r^{la}((C_{n,1})) \leq \begin{cases} n+2; & n = 3 \\ n+3; & n \geq 4 \end{cases}$$

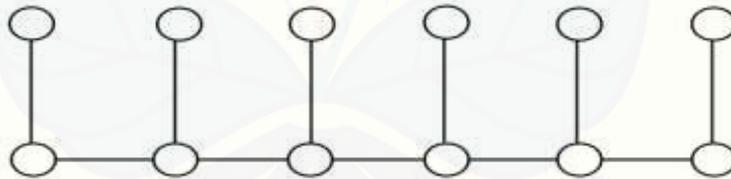


### Bukti :

#### 1. Menentukan graf

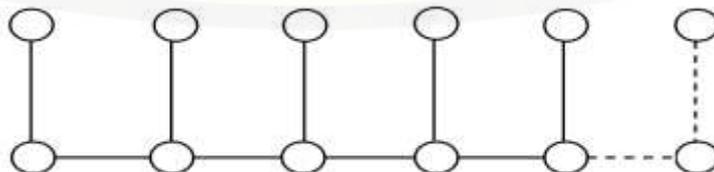
Langkah pertama yaitu menentukan graf khusus yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang dipilih sederhana, konektif, dan tak berarah juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi.

✚ Graf khusus yang dipilih yaitu  $(C_{6,1})$



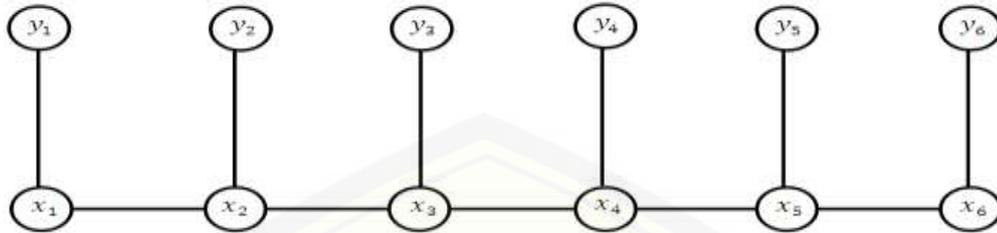
Langkah berikutnya yaitu mengekspan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Ekspan graf sesuai dengan kebutuhan.

✚ Graf  $(C_{n,1})$  jika akan diekspan



2. Menentukan kardinalitas

Langkah ketiga yaitu mencari banyak titik dan banyak sisi pada graf kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu 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 pada graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi.

**Kardinalitas titik pada graf (C<sub>n,1</sub>)**

$$V(G) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \cup \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$$

$$V(G) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i; 1 \leq j \leq n\}$$

$$|V(G)| = 6 + 6 \rightarrow |V(G)| = 2.6 = 2n$$

**Kardinalitas sisi pada graf (C<sub>n,1</sub>)**

$$E(G) = \{x_1x_2, x_2x_3, \dots, x_nx_{n+1}\} \cup \{x_1y_1, \dots, x_ny_n\}$$

$$E(G) = \{x_ix_{i+1}; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_iy_i; 1 \leq i \leq n\}$$

$$|E(G)| = 5 + 6 \rightarrow |V(G)| = (n - 1) + n = 2n - 1$$

**Kardinalitas pada graf (C<sub>n,1</sub>) :**

$$V(G) = \{x_i, y_i; 1 \leq i \leq n\}$$

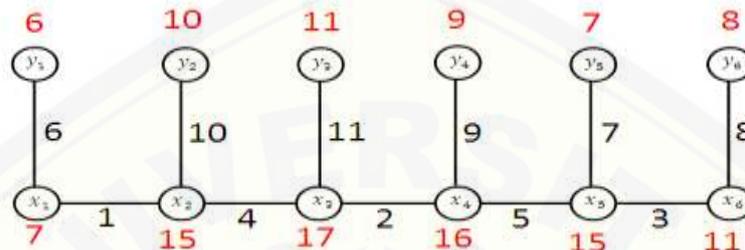
$$E(G) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i; 1 \leq j \leq n\}$$

$$|V(G)| = 2n$$

$$|E(G)| = 2n - 1$$

3. Menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah keempat yaitu menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan cara mencari bobot titik, namun sebelumnya harus mencari label pewarnaan sisi sedemikian hingga bobot titik pada graf minimal. Awalnya berilah label pewarnaan sisi pada graf sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring*.



Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf  $(C_{6,1}) \leq 9$

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspansi graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

$(C_{n,1})$	$(\chi_r^{la})$	$(C_{n,1})$	$(\chi_r^{la})$
$(C_{3,1})$	5	$(C_{14,1})$	17
$(C_{4,1})$	7	$(C_{15,1})$	18
$(C_{5,1})$	8	$(C_{16,1})$	19
$(C_{6,1})$	9	$(C_{17,1})$	20
$(C_{7,1})$	10	$(C_{18,1})$	21
$(C_{8,1})$	11	$(C_{19,1})$	22
$(C_{9,1})$	12	$(C_{20,1})$	23
$(C_{10,1})$	13	$(C_{21,1})$	24
$(C_{11,1})$	14	$(C_{22,1})$	25
$(C_{12,1})$	15	$(C_{23,1})$	26
$(C_{13,1})$	16	$(C_{24,1})$	27

4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah yang terakhir yaitu menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*. Cobalah untuk mendaftar bilangan kromatik sebanyak-banyaknya dari graf untuk memudahkan dalam menemukan pola. Kemudian kelompokkan bilangan kromatik ( $\chi_r^{la}$ ) yang membentuk pola aritmatik.

✚ Adapun bilangan kromatik yang *local antimagic vertex dynamic coloring* membentuk pola aritmatika :

Saat $n = 3$	
$(C_{3,1})$	5

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(C_{n,1})) \leq n + 2$$

untuk  $n = 3$

Saat $n \geq 4$			
$(C_{4,1})$	7	$(C_{15,1})$	18
$(C_{5,1})$	8	$(C_{16,1})$	19
$(C_{6,1})$	9	$(C_{17,1})$	20
$(C_{7,1})$	10	$(C_{18,1})$	21
$(C_{8,1})$	11	$(C_{19,1})$	22
$(C_{9,1})$	12	$(C_{20,1})$	23
$(C_{10,1})$	13	$(C_{21,1})$	24
$(C_{11,1})$	14	$(C_{22,1})$	25
$(C_{12,1})$	15	$(C_{23,1})$	26
$(C_{13,1})$	16	$(C_{24,1})$	27
$(C_{14,1})$	17	$(C_{25,1})$	28

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola aritmatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(C_{n,1})$  pada saat  $n \geq 4$  sebagai berikut :

Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :

$$\chi_r^{la}(C_{n,1}) \leq n + 3$$

untuk  $n \geq 4$

JADI FUNGSI UMUM BILANGAN KROMATIK *LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING* PADA GRAF  $C_{n,1}$  :

$$\chi_r^{la}(C_{n,1}) \leq \begin{cases} n + 2; & n = 3 \\ n + 3; & n \geq 4 \end{cases}$$

## TEOREMA 2

Untuk setiap  $n \geq 3$  pada graf matahari ( $M_n$ ) maka bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) berlaku :

$$\chi_r^{la}(\{M_n\}) \leq \begin{cases} 2n & ; 3 \leq n \leq 4 \\ n+4 & ; n = \text{odd} ; n = 5, 6 \\ n+5 & ; n = \text{even} ; n = 7 \end{cases}$$



### Bukti :

#### 1. Menentukan graf

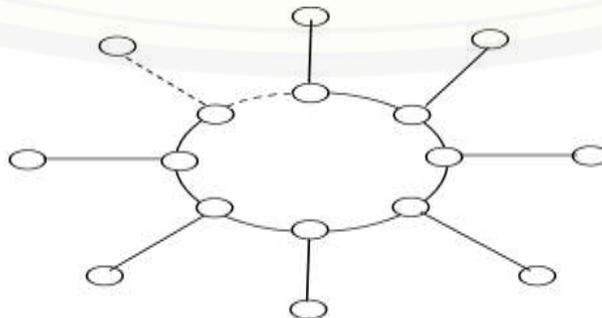
Langkah pertama yaitu menentukan graf khusus yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang dipilih sederhana, konektif, dan tak berarah juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi.

✚ Graf khusus yang dipilih yaitu ( $M_8$ )



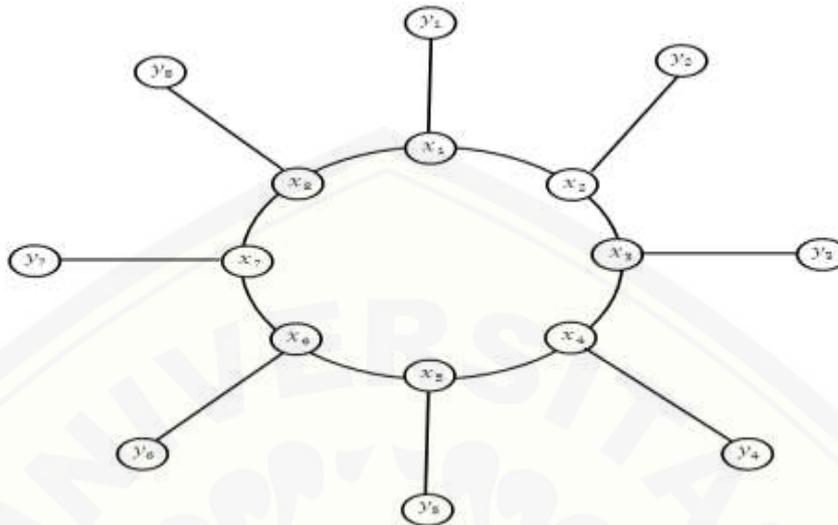
Langkah berikutnya yaitu mengekspan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Ekspan graf sesuai dengan kebutuhan.

✚ Graf ( $M_n$ ) jika akan diekspan



2. Menentukan kardinalitas

Langkah ketiga yaitu mencari banyak titik dan banyak sisi pada graf kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu 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 pada graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi.

**Kardinalitas titik pada graf ( $M_n$ )**

$$V(G) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \cup \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$$

$$V(G) = \{x_i ; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j ; 1 \leq j \leq m\}$$

$$|V(G)| = 8 + 8 \rightarrow |V(G)| = n + m$$

**Kardinalitas sisi pada graf ( $M_n$ )**

$$E(G) = \{x_1x_2, x_2x_3, \dots, x_nx_{n+1}\} \cup \{x_1y_1, \dots, x_ny_m\} \cup \{x_1x_n\}$$

$$E(G) = \{x_ix_{i+1} ; 1 \leq i \leq n - 1\} \cup \{x_iy_j ; 1 \leq i \leq n ; 1 \leq j \leq m\} \cup \{x_1x_n\}$$

$$|E(G)| = 7 + 8 + 1 \rightarrow |E(G)| = (n - 1) + n + 1 = 2n$$

**Kardinalitas pada graf ( $M_n$ ) :**

$$V(G) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j; 1 \leq j \leq m\}$$

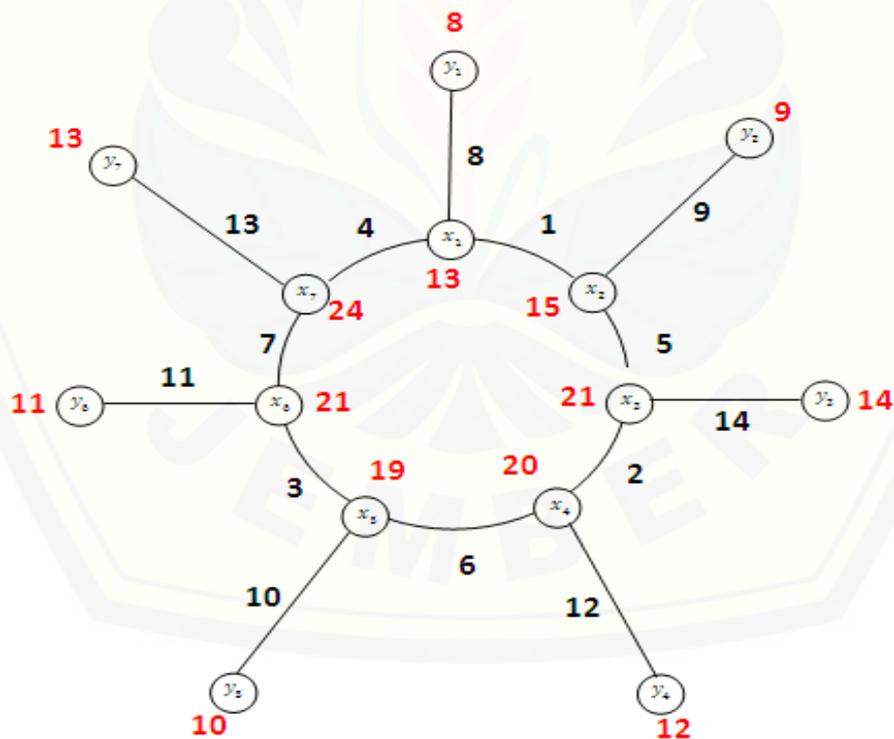
$$E(G) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\} \cup \{x_i y_j; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq m\} \cup \{x_1 x_n\}$$

$$|V(G)| = n + m$$

$$|E(G)| = 2n$$

**3. Menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring***

Langkah keempat yaitu menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan cara mencari bobot titik, namun sebelumnya harus mencari label pewarnaan sisi sedemikian hingga bobot titik pada graf minimal. Awalnya berilah label pewarnaan sisi pada graf sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring*.



**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf  $M_n \leq 12$**

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspan graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

$M_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$	$M_n$ untuk $n = \dots$	$(\chi_r^{la})$
$M_3$	6	$M_{14}$	19
$M_4$	7	$M_{15}$	19
$M_5$	8	$M_{16}$	21
$M_6$	10	$M_{17}$	21
$M_7$	12	$M_{18}$	23
$M_8$	13	$M_{19}$	23
$M_9$	13	$M_{20}$	25
$M_{10}$	15	$M_{21}$	25
$M_{11}$	15	$M_{22}$	27
$M_{12}$	17	$M_{23}$	27
$M_{13}$	17	$M_{24}$	28

#### 4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah yang terakhir yaitu menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*. Cobalah untuk mendaftar bilangan kromatik sebanyak-banyaknya dari graf untuk memudahkan dalam menemukan pola. Kemudian kelompokkan bilangan kromatik  $(\chi_r^{la})$  yang membentuk pola aritmatik.

✚ Adapun ilangan kromatik yang membentuk pola aritmatika

Saat $n = 3,4$	
$M_3$	8
$M_4$	8

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(M_n)) \leq 2n$$

untuk  $n = 3$  dan  $4$

Saat $n = 5,6$ dan $n = \text{ganjil}$	
$M_5$	9
$M_6$	10
$M_7$	7
$M_9$	13
$M_{11}$	15
$M_{13}$	17
$M_{15}$	19
$M_{17}$	21
$M_{19}$	23
$M_{21}$	25
$M_{23}$	27

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf ( $M_n$ ) pada saat  $n = \text{ganjil}$  dan  $n = 6$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$\chi_r^{la}(M_n) \leq n + 4$$

untuk  $n = \text{ganjil}$  dan  $n = 6$

Saat $n = 7$ dan $n = \text{genap}$	
$M_7$	7
$M_{14}$	19
$M_{16}$	21
$M_{18}$	23
$M_{20}$	25
$M_{22}$	27
$M_{24}$	28

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf ( $M_n$ ) pada saat  $n = \text{genap}$  dan  $n = 7$  sebagai berikut :

Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :

$$\chi_r^{la}(M_n) \leq n + 5$$

untuk  $n = \text{genap}$  dan  $n = 7$

**JADI FUNGSI UMUM BILANGAN KROMATIK LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING PADA GRAF  $M_n$  :**

$$\chi_r^{la}(\{M_n\}) \leq \begin{cases} 2n ; 3 \leq n \leq 4 \\ n + 4 ; n = \text{odd} ; n = 5, 6 \\ n + 5 ; n = \text{even} ; n = 7 \end{cases}$$

## TEOREMA 3

Untuk setiap  $n \geq 3$  pada graf broom  $(Br_{\{n,m\}})$  maka bilangan kromatik local antimagic vertex dynamic coloring  $(\chi_r^{la})$  berlaku :

$$\chi(Br_{\{n,m\}}) = \begin{cases} n + m ; & 3 \leq n \leq 4 \\ \frac{2m+n+5}{2} ; & n = \text{odd} \\ \frac{2m+n+4}{2} ; & n = 2 \text{ mod } 4 \\ \frac{2m+n+2}{2} ; & n = 0 \text{ mod } 4 \end{cases}$$

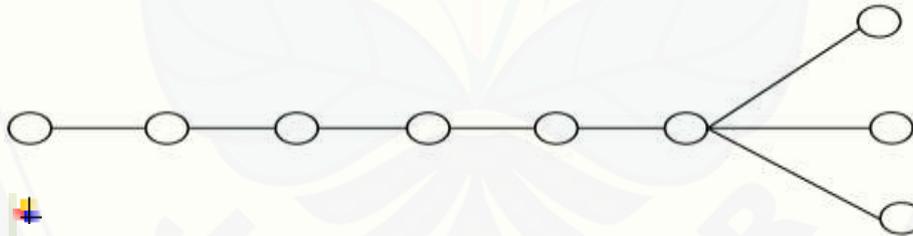


### Bukti :

#### 1. Menentukan graf

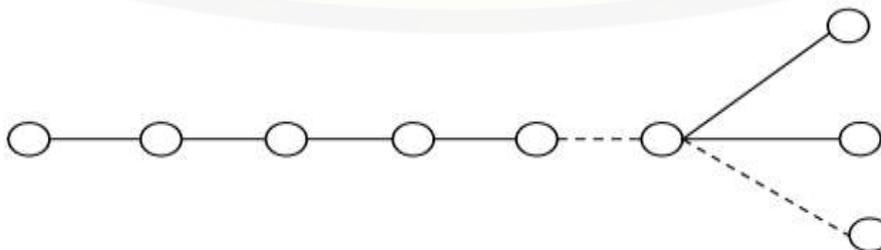
Langkah pertama yaitu menentukan graf khusus yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang dipilih sederhana, konektif, dan tak berarah juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi.

✚ Graf khusus yang dipilih yaitu  $(Br_{\{n,m\}})$



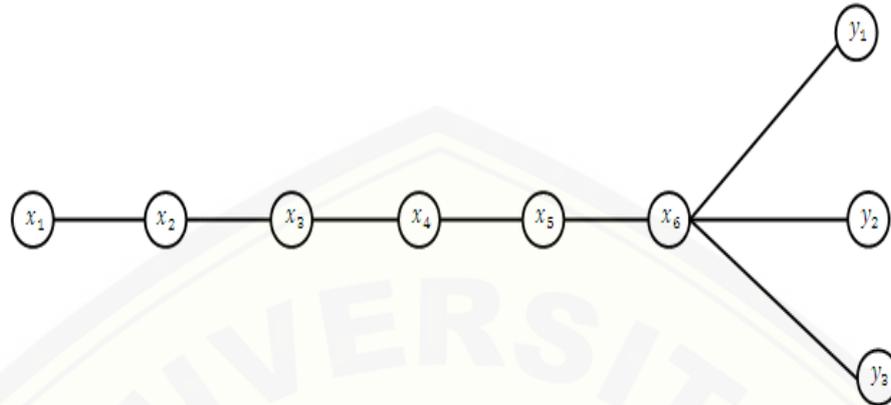
Langkah berikutnya yaitu mengekspan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Ekspan graf sesuai dengan kebutuhan.

✚ Graf  $(Br_{\{n,m\}})$  jika akan diekspan



## 2. Menentukan kardinalitas

Langkah ketiga yaitu mencari banyak titik dan banyak sisi pada graf kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu 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 pada graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi.

### Kardinalitas titik pada graf ( $Br_{\{n,m\}}$ )

$$V(G) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \cup \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$$

$$V(G) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j; 1 \leq j \leq m\}$$

$$|V(G)| = 6 + 3 \rightarrow |V(G)| = n + m$$

### Kardinalitas sisi pada graf ( $Br_{\{n,m\}}$ )

$$E(G) = \{x_1x_2, x_2x_3, \dots, x_nx_{n+1}\} \cup \{x_ny_1, x_ny_2, \dots, x_ny_m\}$$

$$E(G) = \{x_ix_{i+1}; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_ny_j; 1 \leq j \leq m\}$$

$$|E(G)| = 5 + 3 \rightarrow |V(G)| = (n - 1) + m = n + m - 1$$

**Kardinalitas pada graf ( $Br_{\{n,m\}}$ ) :**

$$V(G) = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j; 1 \leq j \leq m\}$$

$$E(G) = \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_n y_j; 1 \leq j \leq m\}$$

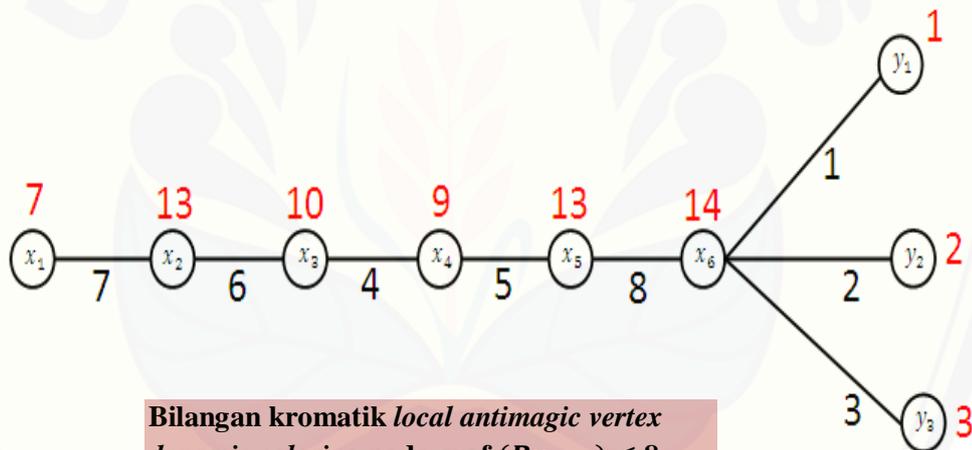
$$|V(G)| = n + m$$

$$|E(G)| = n + m - 1$$

**3. Menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring***

Langkah keempat yaitu menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan cara mencari bobot titik, namun sebelumnya harus mencari label pewarnaan sisi sedemikian hingga bobot titik pada graf minimal. Awalnya berilah label pewarnaan sisi pada graf sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring*

✚ Saat  $m = 3$



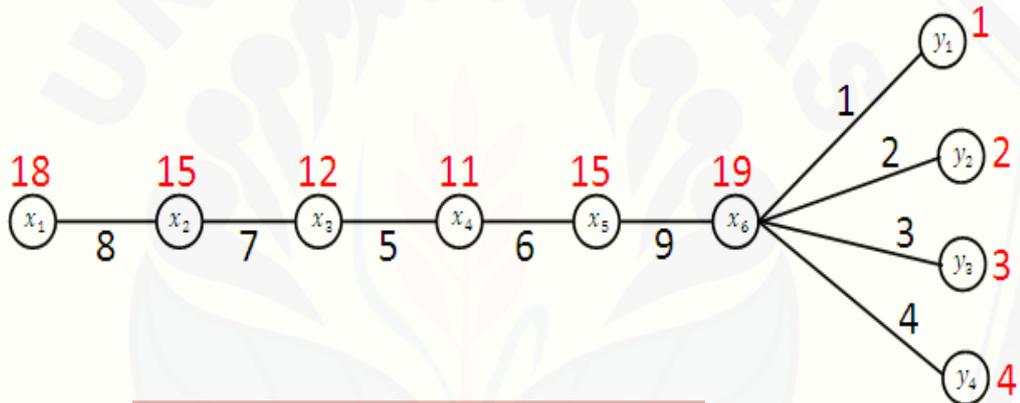
**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf ( $Br_{\{6,3\}}$ )  $\leq 8$**

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspansi graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

Pada saat $m = 3$			
$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(Br_{\{3,m\}})$	6	$(Br_{\{12,m\}})$	10
$(Br_{\{4,m\}})$	7	$(Br_{\{13,m\}})$	12
$(Br_{\{5,m\}})$	8	$(Br_{\{14,m\}})$	12
$(Br_{\{6,m\}})$	8	$(Br_{\{15,m\}})$	13
$(Br_{\{7,m\}})$	9	$(Br_{\{16,m\}})$	12
$(Br_{\{8,m\}})$	8	$(Br_{\{17,m\}})$	14
$(Br_{\{9,m\}})$	10	$(Br_{\{18,m\}})$	14
$(Br_{\{10,m\}})$	10	$(Br_{\{19,m\}})$	15
$(Br_{\{11,m\}})$	11	$(Br_{\{20,m\}})$	14

✚ Saat  $m = 4$



**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf  $(Br_{\{6,4\}}) \leq 9$**

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspansi graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

✚ Saat  $m = 4$

Pada saat $m = 4$			
$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(Br_{\{3,m\}})$	7	$(Br_{\{12,m\}})$	11
$(Br_{\{4,m\}})$	8	$(Br_{\{13,m\}})$	13
$(Br_{\{5,m\}})$	9	$(Br_{\{14,m\}})$	13
$(Br_{\{6,m\}})$	9	$(Br_{\{15,m\}})$	14
$(Br_{\{7,m\}})$	10	$(Br_{\{16,m\}})$	13
$(Br_{\{8,m\}})$	9	$(Br_{\{17,m\}})$	15
$(Br_{\{9,m\}})$	11	$(Br_{\{18,m\}})$	15
$(Br_{\{10,m\}})$	11	$(Br_{\{19,m\}})$	16
$(Br_{\{11,m\}})$	12	$(Br_{\{20,m\}})$	15

#### 4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah yang terakhir yaitu menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*. Cobalah untuk mendaftar bilangan kromatik sebanyak-banyaknya dari graf untuk memudahkan dalam menemukan pola. Kemudian kelompokkan bilangan kromatik  $(\chi_r^{la})$  yang membentuk pola aritmatik.

✚ Adapun bilangan kromatik yang membentuk pola aritmatika

➤ Pada saat  $n = 3,4$

Saat $n = 3,4$ dan $m =$ ganjil	
$(Br_{\{3,m\}})$	6
$(Br_{\{4,m\}})$	7
Saat $n = 3,4$ dan $m =$ genap	
$(Br_{\{3,m\}})$	7
$(Br_{\{4,m\}})$	8

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola aritmatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(Br_{\{n,m\}})$  pada saat untuk  $m =$  ganjil maupun genap dan  $n = 3,4$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(Br_{\{n,m\}})) \leq n + m$$

untuk  $n = 3,4$  dan  $m = \text{ganjil, genap}$

➤ Pada saat  $n = \text{ganjil}$

Pada saat $n = \text{ganjil}, m = 3$			
$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(Br_{\{5,m\}})$	8	$(Br_{\{13,m\}})$	12
$(Br_{\{7,m\}})$	9	$(Br_{\{15,m\}})$	13
$(Br_{\{9,m\}})$	10	$(Br_{\{17,m\}})$	14
$(Br_{\{11,m\}})$	11	$(Br_{\{19,m\}})$	15
Pada saat $n = \text{ganjil}, m = 4$			
$(Br_{\{5,m\}})$	9	$(Br_{\{13,m\}})$	13
$(Br_{\{7,m\}})$	10	$(Br_{\{15,m\}})$	14
$(Br_{\{9,m\}})$	11	$(Br_{\{17,m\}})$	15
$(Br_{\{11,m\}})$	12	$(Br_{\{19,m\}})$	16

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(Br_{\{n,m\}})$  pada saat  $n = \text{ganjil}$  dan  $m = \text{ganjil}; \text{genap}$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(Br_{\{n,m\}})) \leq \frac{2m + n + 5}{2}$$

untuk  $n = \text{ganjil}$

➤ Pada saat  $n = 2 \pmod 4$

Pada saat $n = 2 \pmod 4, m = 3$			
$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(Br_{\{6,m\}})$	8	$(Br_{\{14,m\}})$	12
$(Br_{\{10,m\}})$	10	$(Br_{\{20,m\}})$	14
Pada saat $n = 2 \pmod 4, m = 4$			
$(Br_{\{6,m\}})$	9	$(Br_{\{14,m\}})$	13
$(Br_{\{10,m\}})$	11	$(Br_{\{18,m\}})$	15

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(Br_{\{n,m\}})$  pada saat  $n = 2 \pmod 4$  dan  $m = \text{ganjil}; \text{genap}$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(Br_{\{n,m\}})) \leq \frac{2m + n + 4}{2}$$

untuk  $n = 2 \pmod 4$

➤ Pada saat  $n = 0 \pmod 4$

Pada saat $n = 0 \pmod 4; n \neq 4, m = 3$			
$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(Br_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(Br_{\{8,m\}})$	9	$(Br_{\{16,m\}})$	12
$(Br_{\{12,m\}})$	10	$(Br_{\{18,m\}})$	14
Pada saat $n = 0 \pmod 4; n \neq 4, m = 4$			
$(Br_{\{8,m\}})$	9	$(Br_{\{16,m\}})$	13
$(Br_{\{12,m\}})$	11	$(Br_{\{20,m\}})$	15

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(Br_{\{n,m\}})$  pada saat  $n = 0 \pmod 4 ; n \neq 4$  dan  $m = \text{ganjil}; \text{genap}$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$\chi_r^{la}(Br_{\{n,m\}}) \leq \frac{2m + n + 2}{2}$$

untuk  $n = 0 \pmod 4 ; n \neq 4$

**JADI FUNGSI UMUM BILANGAN KROMATIK LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING PADA GRAF  $(B_{\{n,m\}})$  :**

$$\chi(Br_{\{n,m\}}) = \begin{cases} n + m ; 3 \leq n \leq 4 \\ \frac{2m+n+5}{2} ; n = \text{odd} \\ \frac{2m+n+4}{2} ; n = 2 \pmod 4 \\ \frac{2m+n+2}{2} ; n = 0 \pmod 4 \end{cases}$$

## TEOREMA 4

Untuk setiap  $n \geq 3$  pada graf *double broom* ( $DBr_{\{n,m\}}$ ) maka bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* ( $\chi_r^{la}$ ) berlaku :

$$\chi_r^{la}(DBr_{n,m}) \leq \begin{cases} \frac{4m+n+3}{2}; & n = \text{odd}; n \geq 3 \\ \frac{4m+n+2}{2}; & n = \text{even}; n \geq 3 \end{cases}$$

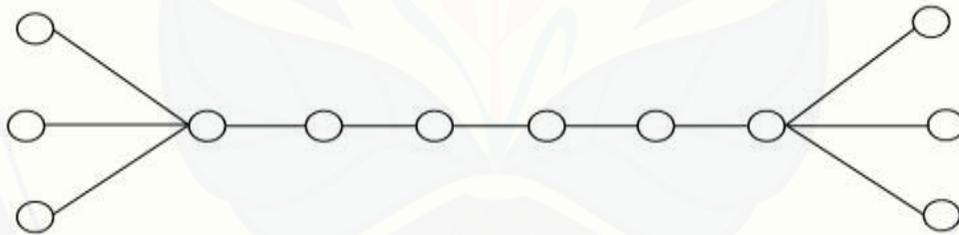


### Bukti :

#### 1. Menentukan graf

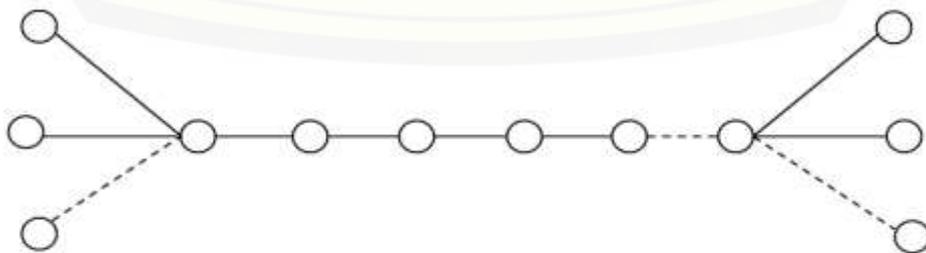
Langkah pertama yaitu menentukan graf khusus yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang dipilih sederhana, konektif, dan tak berarah juga bisa berupa graf khusus maupun graf operasi.

✚ Graf khusus yang dipilih yaitu ( $DBr_{\{n,m\}}$ )



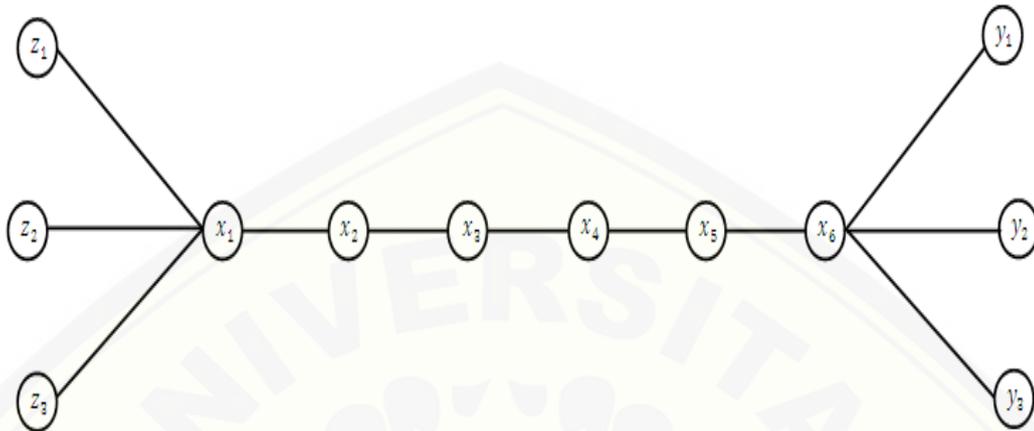
Langkah berikutnya yaitu mengekspan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Ekspan graf sesuai dengan kebutuhan.

✚ Graf ( $DBr_{\{n,m\}}$ ) jika akan diekspan



2. Menentukan kardinalitas

Langkah ketiga yaitu mencari banyak titik dan banyak sisi pada graf kemudian menamai setiap titik yang ada pada graf dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label sisi dan label titik dari suatu 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 pada graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi.

**Kardinalitas titik pada graf ( $DBr_{\{n,m\}}$ )**

$$V(G) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \cup \{y_1, y_2, \dots, y_m\} \cup \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$$

$$V(G) = \{x_i ; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j ; 1 \leq j \leq m\} \cup \{z_k ; 1 \leq k \leq p\}$$

$$|V(G)| = 6 + 3 + 3 \rightarrow |V(G)| = n + m + p$$

**Kardinalitas sisi pada graf ( $DBr_{\{n,m\}}$ )**

$$E(G) = \{x_1x_2, x_2x_3, \dots, x_nx_{n+1}\} \cup \{x_n y_1, x_n y_2, \dots, x_n y_m\} \cup \{x_1 z_1, x_1 z_2, \dots, x_1 z_p\}$$

$$E(G) = \{x_i x_{i+1} ; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_n y_j ; 1 \leq j \leq m\} \cup \{x_1 z_k ; 1 \leq k \leq p\}$$

$$|E(G)| = 5 + 3 \rightarrow |V(G)| = (n - 1) + m + p = n + m + p - 1$$

**Kardinalitas pada graf ( $DBr_{\{n,m\}}$ ) :**

$$V(G) = \{x_i ; 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_j ; 1 \leq j \leq m\} \cup \{z_k ; 1 \leq k \leq p\}$$

$$E(G) = \{x_i x_{i+1} ; 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_n y_j ; 1 \leq j \leq m\} \cup \{x_1 z_k ; 1 \leq k \leq p\}$$

$$|V(G)| = 6 + 3 + 3 \rightarrow |V(G)| = n + m + p$$

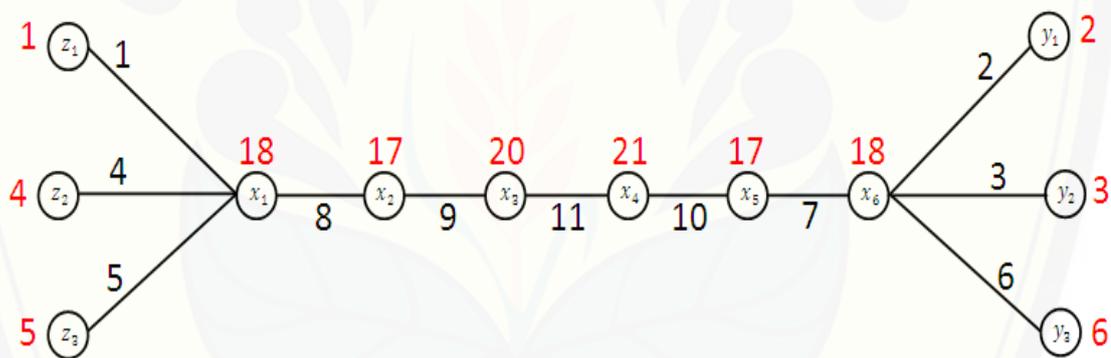
$$|E(G)| = 5 + 3 \rightarrow |V(G)| = (n - 1) + m + p = n + m + p - 1$$

**3. Menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring***

Langkah keempat yaitu menentukan *local antimagic vertex dynamic coloring* dengan cara mencari bobot titik, namun sebelumnya harus mencari label pewarnaan sisi sedemikian hingga bobot titik pada graf minimal. Awalnya berilah label pewarnaan sisi pada graf sedemikian hingga memenuhi definisi *local antimagic vertex dynamic coloring*

Saat  $m = 3$

S



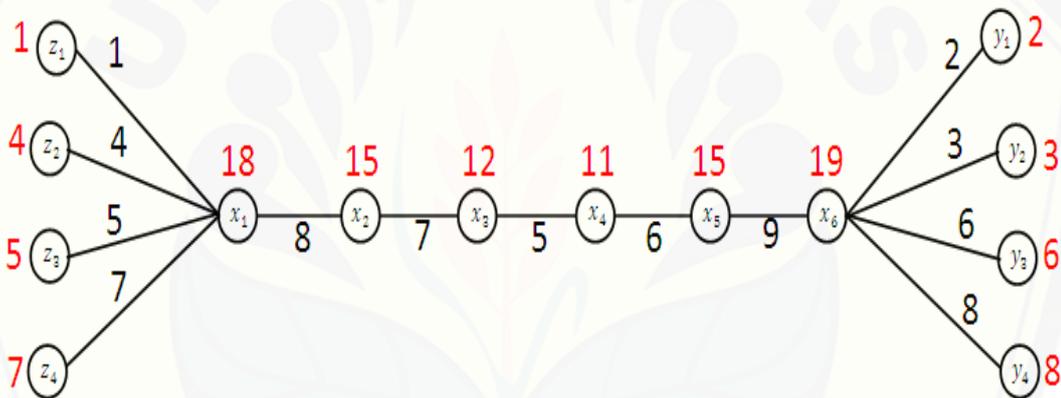
**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf ( $DBr_{\{6,3\}}$ )  $\leq 10$**

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspansi graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

Pada saat $m = 3$			
$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(DBr_{\{3,m\}})$	9	$(DBr_{\{12,m\}})$	13
$(DBr_{\{4,m\}})$	9	$(DBr_{\{13,m\}})$	14
$(DBr_{\{5,m\}})$	10	$(DBr_{\{14,m\}})$	14
$(DBr_{\{6,m\}})$	10	$(DBr_{\{15,m\}})$	15
$(DBr_{\{7,m\}})$	11	$(DBr_{\{16,m\}})$	16
$(DBr_{\{8,m\}})$	11	$(DBr_{\{17,m\}})$	16
$(DBr_{\{9,m\}})$	12	$(DBr_{\{18,m\}})$	17
$(DBr_{\{10,m\}})$	12	$(DBr_{\{19,m\}})$	17
$(DBr_{\{11,m\}})$	13	$(DBr_{\{20,m\}})$	18

✚ Saat  $m = 4$



**Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf  $(DBr_{\{6,3\}}) \leq 12$**

Setelah menemukan *local antimagic vertex dynamic coloring*, mahasiswa mengecek apakah pewarnaan yang ditemukannya telah memenuhi syarat atau belum. Kegiatan pada ini bertujuan menunjukkan pada mahasiswa bahwa label pewarnaan sisi berpengaruh pada bobot titik suatu graf.

Langkah berikutnya, carilah bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dari hasil ekspansi graf. Kemudian coba daftarkan bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* dan tulis pada tabel yang tersedia.

✚ Saat  $m = 4$

Pada saat $m = 4$			
$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(DBr_{\{3,m\}})$	11	$(DBr_{\{12,m\}})$	15
$(DBr_{\{4,m\}})$	11	$(DBr_{\{13,m\}})$	16
$(DBr_{\{5,m\}})$	12	$(DBr_{\{14,m\}})$	16
$(DBr_{\{6,m\}})$	12	$(DBr_{\{15,m\}})$	17
$(DBr_{\{7,m\}})$	13	$(DBr_{\{16,m\}})$	17
$(DBr_{\{8,m\}})$	13	$(DBr_{\{17,m\}})$	18
$(DBr_{\{9,m\}})$	14	$(DBr_{\{18,m\}})$	18
$(DBr_{\{10,m\}})$	14	$(DBr_{\{19,m\}})$	19
$(DBr_{\{11,m\}})$	15	$(DBr_{\{20,m\}})$	19

Bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* pada graf  $(DBr_{\{6,4\}}) \leq 12$

#### 4. Menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*

Langkah yang terakhir yaitu menentukan fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring*. Cobalah untuk mendaftar bilangan kromatik sebanyak-banyaknya dari graf untuk memudahkan dalam menemukan pola. Kemudian kelompokkan bilangan kromatik  $(\chi_r^{la})$  yang membentuk pola aritmatik.

✚ Adapun bilangan kromatik yang membentuk pola aritmatika

➤ Pada saat  $n = \text{ganjil}$

Pada saat $m = 3$			
$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(DBr_{\{3,m\}})$	9	$(DBr_{\{13,m\}})$	14
$(DBr_{\{5,m\}})$	10	$(DBr_{\{15,m\}})$	15
$(DBr_{\{7,m\}})$	11	$(DBr_{\{17,m\}})$	16
$(DBr_{\{9,m\}})$	12	$(DBr_{\{19,m\}})$	17
$(DBr_{\{11,m\}})$	13	$(DBr_{\{21,m\}})$	18
Pada saat $m = 4$			
$(DBr_{\{3,m\}})$	11	$(DBr_{\{13,m\}})$	16
$(DBr_{\{5,m\}})$	12	$(DBr_{\{15,m\}})$	17
$(DBr_{\{7,m\}})$	13	$(DBr_{\{17,m\}})$	18
$(DBr_{\{9,m\}})$	14	$(DBr_{\{19,m\}})$	19
$(DBr_{\{11,m\}})$	15	$(DBr_{\{21,m\}})$	20

➤ Pada saat  $n = \text{ganjil}$

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(DBr_{\{n,m\}})$  pada saat untuk  $m = \text{ganjil}$  maupun genap dan  $n = \text{ganjil}$  sebagai berikut :

**Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :**

$$(\chi_r^{la}(DBr_{\{n,m\}})) \leq \frac{4m + n + 3}{2}$$

untuk  $n = \text{ganjil}; n \geq 3$

➤ Pada saat  $n = \text{genap}$

Pada saat $m = 3$			
$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$	$(DBr_{\{n,m\}})$	$(\chi_r^{la})$
$(DBr_{\{4,m\}})$	9	$(DBr_{\{14,m\}})$	14
$(DBr_{\{6,m\}})$	10	$(DBr_{\{16,m\}})$	15
$(DBr_{\{8,m\}})$	11	$(DBr_{\{18,m\}})$	16
$(DBr_{\{10,m\}})$	12	$(DBr_{\{20,m\}})$	17
$(DBr_{\{12,m\}})$	13	$(DBr_{\{22,m\}})$	19
Pada saat $m = 4$			
$(DBr_{\{4,m\}})$	9	$(DBr_{\{14,m\}})$	14
$(DBr_{\{6,m\}})$	10	$(DBr_{\{16,m\}})$	15
$(DBr_{\{8,m\}})$	11	$(DBr_{\{18,m\}})$	16
$(DBr_{\{10,m\}})$	12	$(DBr_{\{20,m\}})$	17
$(DBr_{\{12,m\}})$	13	$(DBr_{\{22,m\}})$	19

Berdasarkan daftar bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* yang sudah terdaftar pada tabel dan telah dikelompokkan berdasarkan pola arimatik maka akan dapat menemukan pola dengan mudah. Sehingga fungsi bilangan kromatik pada graf  $(DBr_{\{n,m\}})$  pada saat untuk  $m = \text{ganjil}$  maupun genap dan  $n = \text{genap}$  sebagai berikut :

Fungsi bilangan kromatik *local antimagic vertex dynamic coloring* :

$$\chi_r^{la}(DBr_{\{n,m\}}) \leq \frac{4m + n + 2}{2}$$

untuk  $n = \text{genap}; n \geq 3$

**JADI FUNGSI UMUM BILANGAN KROMATIK LOCAL ANTIMAGIC VERTEX DYNAMIC COLORING PADA GRAF  $(DBr_{\{n,m\}})$  :**

$$\chi_r^{la}(DBr_{n,m}) \leq \begin{cases} \frac{4m+n+3}{2}; & n = \text{odd}; n \geq 3 \\ \frac{4m+n+2}{2}; & n = \text{even}; n \geq 3 \end{cases}$$

**DAFTAR PUSTAKA**

- Akbari, S., Ghanbari M., Jahanbekam, S. 2014. *On The Dynamic Coloring of Cartesian Product Graphs*. Ars Combinatoria Conf. Series 114 161-167
- Ali, T. 2016. *On r-Dynamic Chromatic Number of Graphs*. Discrete Appl. Math: Conf. Series 201 222-227.
- Alishahi, M. 2012. *Dynamic Chromatic Number of Regular Graphs*. Discrete Appl. Math Conf. Series 160 2098-2103.
- Alishahi, M. 2011. *On The Dynamic Coloring of Graphs*. Discrete Appl. Math Conf. Series 159 152-156.
- Arumugam, S., Premalatha, K., Baca, M., and Semanicova-Fenovcikova. 2007. *Local Antimagic Vertex Coloring of a Graph*. Graphs and Combinatorics: Conf. Series 33 275-285.
- Dafik, Meganingtyas, D.E.W., Purnomo, K.D., Tarmidzi, M.D., and Agustin, I.H. 2017. *Several Classes of Graphs and Their R-Dynamic Chromatic Numbers*. Journal of Physics: Conf. Series 855 012011.
- Jahanbekam, S., Kimb, J., Suil, O., Douglas, B. 2016. *On R-Dynamic Coloring of Graphs Discrete*. Applied Mathematics Conf. Series 206 65-72.
- Kang, R., Muller, T., Douglas, B. 2015. *On r-dynamic coloring of grids Discrete*. Appl. Math: Conf. Series 186 286-290.
- Kristiana, A.I. 2017. *On R-Dynamic Chromatic Number of The Coronation of Path and Several Graphs*. International Journal of Advanced Engineering. Research and Science: Conf. Series 04 96-101.
- Kristiana, A.I., Utoyo, M.I., Dafik, Alfarisi. R., Agustin, I.H. *Local Antimagic R-dynamic Coloring of Graph*. International Journal of Engineering of Graph in press.
- Lai, H.J., Montgomery, B. 2002. *Dynamic Coloring of Graph*. Departement of Mathematics West Virginia University.
- Lai, H.J., Montgomery, B., Poon, H. 2003. *Upper Bounds of Dynamic Chromatic Number*. Ars Combin: Conf. Series 68 193-201.
- Montgomery, B. 2001. *Dynamic Coloring of Graphs*. Ph.D Dissertation. West Virginia University.

**Lampiran 12.**

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS RISET MAHASISWA**

**A. Petunjuk**

- Berilah tandacentang ( √ ) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas riset.

No	Aspek yang dinilai	Sikap Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Memahami masalah dan mengidentifikasi masalah				
2.	Mengidentifikasi masalah				
3.	Analisis pola				
4.	Menyelesaikan seluruh proses generalisasi suatu masalah				
5.	Menulis laporan RBL				

Jember, .....

Observer,

(.....)

Lampiran 13. Hasil Validasi

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

A. Petunjuk

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang ( ✓ ) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Anda!

Keterangan skala penilaian :

1 : berarti "tidak baik"

3 : berarti "cukup baik"

2 : berarti "kurang baik"

4 : berarti "baik"

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. FORMAT</b>					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
<b>II. BAHASA</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				✓
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				
<b>III. ISI LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis			✓	
2.	Kebenaran konsep / materi				✓
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				✓
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan <i>conjecturing</i> mahasiswa *			✓	
6.	Penyajian LKM menarik			✓	

\*) Karakteristik keterampilan *conjecturing* yang muncul pada LKM

C. Penilaian Umum

Kesimpulan penilaian secara umum (\*\*):

a. Lembar kerja mahasiswa (LKM) ini :

- 1 : Tidak Baik
- 2 : Kurang Baik
- 3 : Cukup Baik
- 4 : Baik

b. Lembar kerja mahasiswa (LKM) ini :

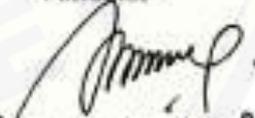
- 1 : belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2 : dapat digunakan dengan banyak revisi
- ③ dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4 : dapat digunakan tanpa revisi

D. Komentar dan Saran, Perbaikan :

sebaiknya gambar semua berupa grafik lingkaran  
color of line agar lebih kreatif.

Jember, 3 - 9 - 2018

Validator

  
Dr. Susanto, M.Pd.  
(.....)

## LEMBAR VALIDASI

## SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : Matematika Diskrit  
 Materi : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 Kelas/Semester :  
 Nama Validator :

## A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan model pembelajaran *research based learning* untuk meningkatkan keterampilan *conjecturing* mahasiswa.

## B. Petunjuk

Berikan tanda centang ( $\checkmark$ ) pada kolom yang sesuai dengan pendapat anda.

Keterangan skala penilaian:

- 1: berarti "tidak cukup"
- 2: berarti "cukup baik"
- 3: berarti "baik"
- 4: berarti "sangat baik"

## C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

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

No.	Aspek yang dinilai	Skala penilaian			
		1	2	3	4
<b>II. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
<b>III. Waktu</b>					
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 anda

**E. Komentar dan saran perbaikan**

Rincian untuk "Research base learning"  
belum lengkap jelas!

Jember, 3-9-2018

Validator

  
(Dr. Susanto, M.Pd.)

LEMBAR VALIDASI POST TES

**A. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* ( ✓ ) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Anda!

**B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek**

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. FORMAT</b>					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes				✓
<b>II. ISI</b>					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</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 <i>conjecturing</i> mahasiswa			✓	
<b>III. BAHASA DAN TULISAN</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				✓

**C. Penilaian Umum**

Kesimpulan penilaian secara umum (\*\*):

a. Post tes ini :

- 1 : Tidak Baik
- 2 : Kurang Baik
- 3 : Cukup Baik

④ 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

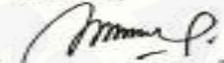
\*\*Lingkariilah nomor/angka sesuai penilaian Anda

D. Komentar dan saran perbaikan :

1. Pada lembar ts, belum tercantum alokasi waktu.
2. Sebaiknya Pembahasan yang diberikan tetap di batasi rumus / cara berapa titik (Vertikal).

Jember, 3 - 9 - 2018

Validator,

  
(Dr. Susanto, M.Pd)

**LEMBAR VALIDASI POST TES**

**A. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda *check* (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Anda!

**B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek**

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. FORMAT</b>					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes				✓
<b>II. ISI</b>					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring</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 <i>conjecturing</i> mahasiswa				✓
<b>III. BAHASA DAN TULISAN</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				✓

**C. Penilaian Umum**

Kesimpulan penilaian secara umum \*\*: :

a. Post tes ini :

1 : Tidak Baik

2 : Kurang Baik

3 : Cukup Baik

4 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

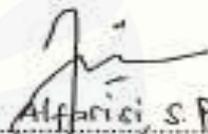
*\*\*Lingkarkanlah nomor/angka sesuai penilaian Anda*

**D. Komentar dan saran perbaikan :**

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

Jember, 04-09 - 2018

Validator,

  
(Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Pi.)

**LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**

**A. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang ( ✓ ) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Anda!

*Keterangan skala penilaian :*

1 : berarti "tidak baik"

3 : berarti "cukup baik"

2 : berarti "kurang baik"

4 : berarti "baik"

**B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek**

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. FORMAT</b>					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
<b>II. BAHASA</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				✓
<b>III. ISI LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep / materi				✓
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				✓
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan <i>conjecturing</i> mahasiswa *				✓
6.	Penyajian LKM menarik				✓

\*) Karakteristik keterampilan *conjecturing* yang muncul pada LKM

**C. Penilaian Umum**

Kesimpulan penilaian secara umum (\*\*):

a. Lembar kerja mahasiswa (LKM) ini :

- 1 : Tidak Baik
- 2 : Kurang Baik
- 3 : Cukup Baik
- 4 : Baik

b. Lembar kerja mahasiswa (LKM) 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

**D. Komentar dan Saran Perbaikan :**

.....

.....

.....

.....

.....

Jember, 04 - 09 - 2018

Validator

  
(Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Sj)  
NIDN. 0007119401

**LEMBAR VALIDASI**  
**SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah : Matematika Diskrit  
 Materi : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 Kelas/Semester :  
 Nama Validator :

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan model pembelajaran *research based learning* untuk meningkatkan keterampilan *conjecturing* mahasiswa.

**B. Petunjuk**

Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat anda.

Keterangan skala penilaian:

- 1: berarti "tidak cukup"
- 2: berarti "cukup baik"
- 3: berarti "baik"
- 4: berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek**

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

No.	Aspek yang dinilai	Skala penilaian			
		1	2	3	4
<b>II. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
<b>III. Waktu</b>					
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 anda

↳ Komentor dan saran perbaikan

.....

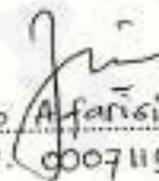
.....

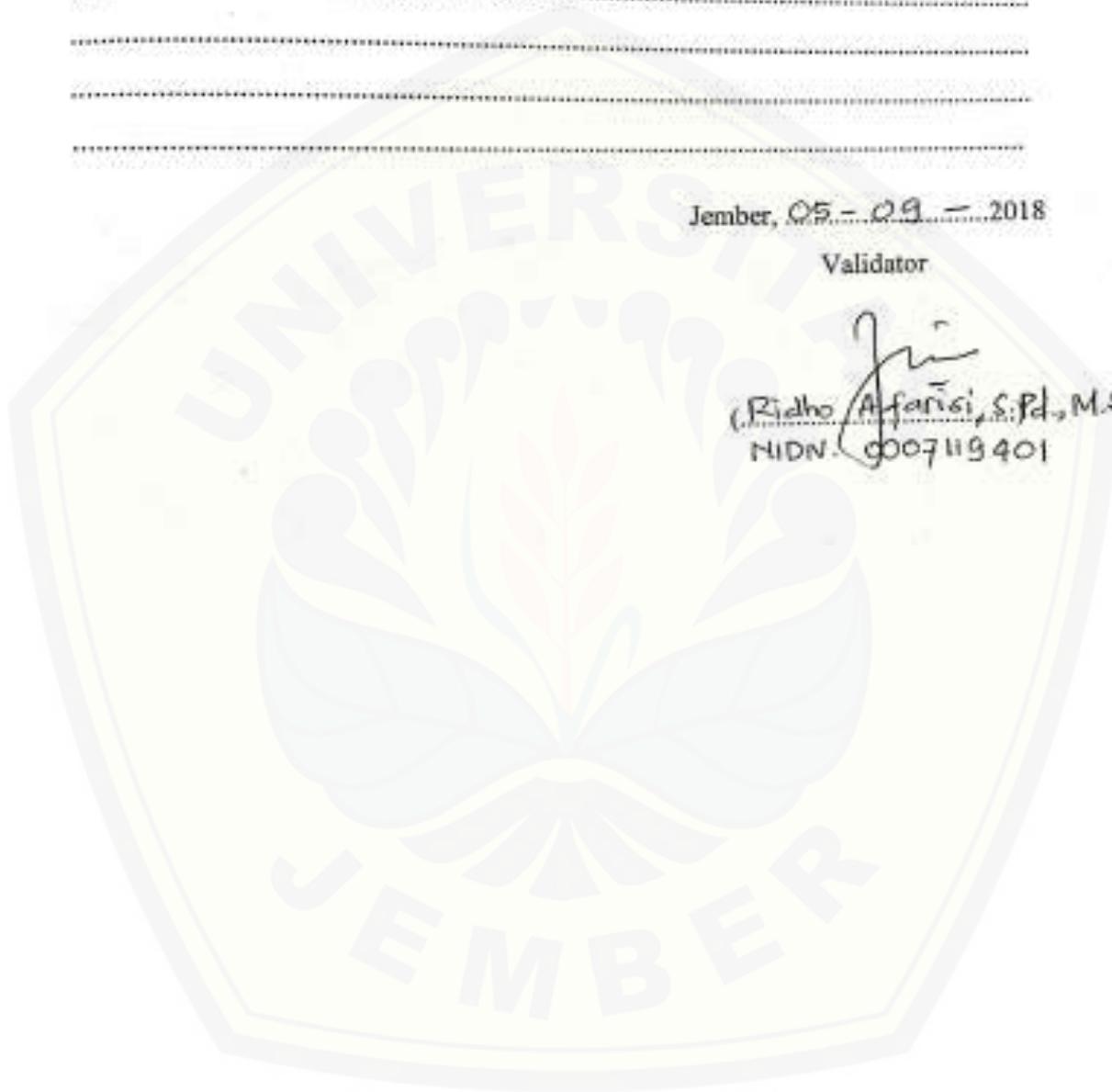
.....

.....

Jember, 05 - 09 - 2018

Validator

  
(Ridho Afarisi, S.Pd., M.Si  
NIDN. 0007119401



LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Petunjuk

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

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

Jember, 14 November 2018

Observer / Pengamat



(Brian Juned Septory.)

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

A. Petunjuk

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

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

Jember, 14 november 2018

Observer / Pengamat

*Selvi Wahyati*  
(Selvi Wahyati)

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

**A. Petunjuk**

- Berilah tandacentang ( ✓ ) 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				✓
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari			✓	
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok			✓	
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi jurnal penelitian			✓	
Experience Stage					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi			✓	
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM			✓	
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM			✓	
Capstone Stage					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				✓
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				✓

Jember, .....

Observer / Pengamat

*Selvi Wahyati*  
 (.....Selvi Wahyati.....)

## LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

### A. Petunjuk

- Berilah tandacentang ( ✓ ) 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran			✓	
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari				✓
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				✓
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi jurnal penelitian				✓
Experience Stage					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi			✓	
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM			✓	
Capstone Stage					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				✓
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				✓

Jember, .....

Observer / Pengamat



(..Brian Juned Septory..)

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi : Rabu, 14 November 2018

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*

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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				✓
3.	Memotivasi mahasiswa			✓	
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				✓
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				✓
Experience Stage					
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melaluidiskusi				✓
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM			✓	
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
Capstone Stage					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi			✓	
7.	Memberikan evaluasi			✓	

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

Saran :

.....

.....

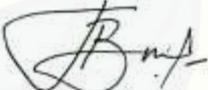
.....

.....

.....

Jember, .....

Observer / Pengamat

  
 (..... Brian Juned Septory.....)

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi : Rabu, 14 November 2018  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran			✓	
3.	Memotivasi mahasiswa			✓	
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				✓
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				✓
Experience Stage					
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			✓	
Capstone Stage					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				✓
7.	Memberikan evaluasi			✓	

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

Saran :

.....

.....

.....

.....

.....

Jember, 14 November 2018 .....

Observer / Pengamat

*Fe liji*  
(*Sari wacifak*.....)

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi : Jumat, 16 November 2018  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				✓
3.	Memotivasi mahasiswa				✓
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				✓
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari			✓	
Experience Stage					
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melaluidiskusi				✓
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
Capstone Stage					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				✓
7.	Memberikan evaluasi			✓	

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

Saran :

.....

.....

.....

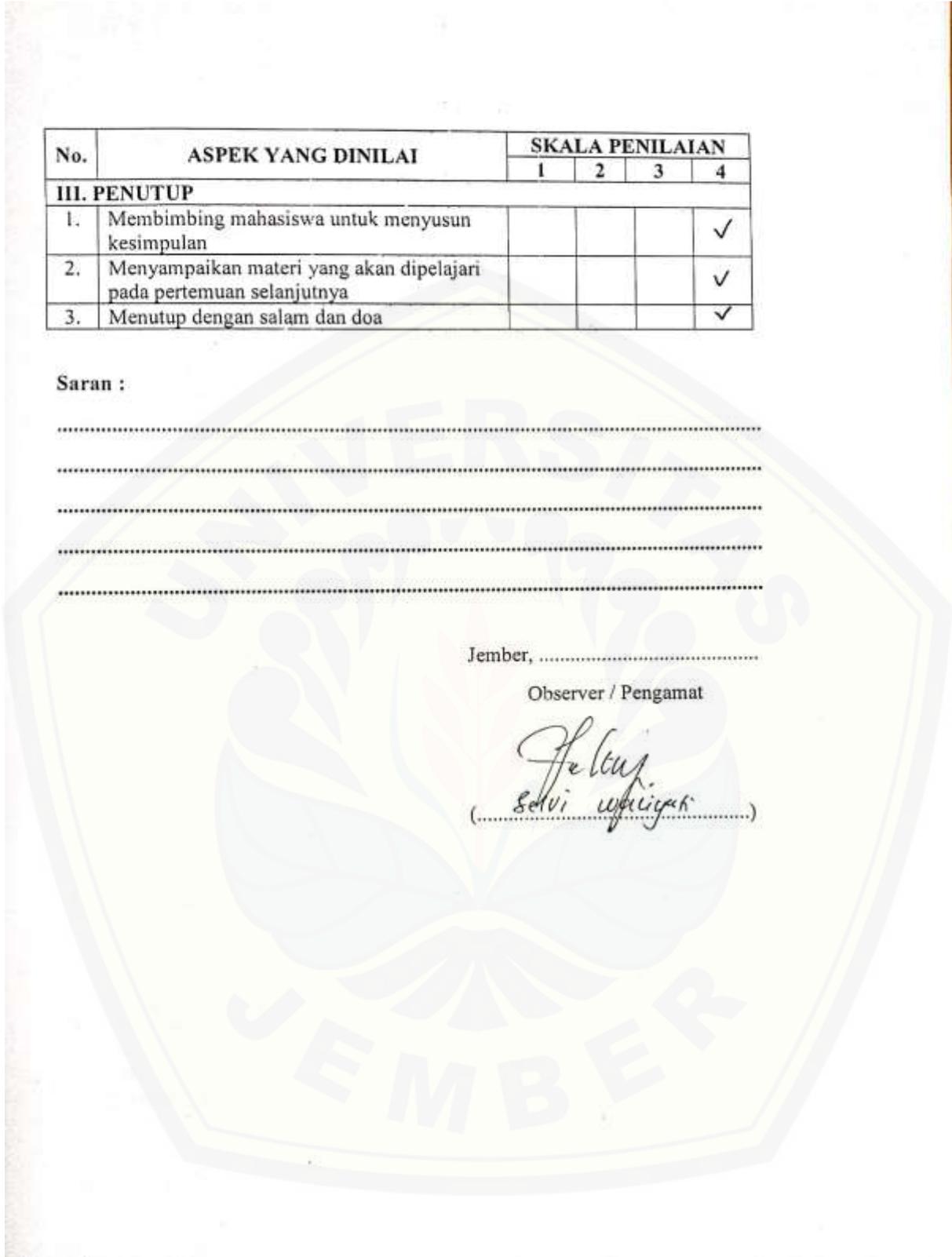
.....

.....

Jember, .....

Observer / Pengamat

*Selvi Wuliyah*  
 (.....*Selvi Wuliyah*.....)



**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi : Jumat, 16 November 2018  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 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
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				✓
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				✓
3.	Memotivasi mahasiswa				✓
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari			✓	
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Exposure Stage					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				✓
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				✓
Experience Stage					
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melaluidiskusi				✓
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				✓
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				✓
Capstone Stage					
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				✓
7.	Memberikan evaluasi				✓

No.	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>III. PENUTUP</b>					
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



(Brian Juned Septory)

## BIOGRAFI PENULIS



Putu Liana Wardani lahir di Jember, 20 Maret 1995 dari pasangan I Nyoman Sukadana dan Ni Ketut Leseni. Anak pertama dari tiga bersaudara. Pernah menempuh pendidikan di SDN Kepatihan 06 Jember pada tahun 2001 sampai 2007, SMPN 4 Jember pada tahun 2007 sampai 2010, dan SMAN 5 Jember pada tahun 2010 sampai 2013.

Pendidikan Sarjana ditempuh di Pendidikan Matematika Universitas Jember, lulus pada tahun 2017 dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Program Pasca Sarjana Universitas Jember kemudian menamatkannya pada tahun 2019. Penulis bekerja aktif sebagai guru pendamping di SDN Wirolegi 01 Jember selama menempuh pendidikan S2 dan bekerja sebagai pengajar matematika di bimbingan belajar.



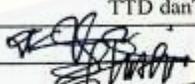
## LEMBAR REVISI TESIS

NAMA MAHASISWA : Putu Liana Wardani  
 NIM : 170220101006  
 JUDUL SKRIPSI : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan *Conjecturing* Mahasiswa dalam Kajian *Local Antimagic Vertex Dynamic Coloring*  
 TANGGAL UJIAN : 30 Januari 2019  
 PEMBIMBING : Prof. Drs. Dafik, M.Sc. Ph.D.  
 Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

### MATERI PEMBETULAN / PERBAIKAN

No.	HALAMAN	HAL-HAL YANG HARUS DIPERBAIKI
1.	iv	Penambahan catatan kaki
2.	4	Perbaiki rumusan masalah b dan c
3.	35	Perbaiki bagan alur <i>mixed method</i>
4.	47	Penambahan keterangan indikator keterampilan <i>conjecturing</i>
5.	74	Penambahan uji normalitas
6.	82	Penambahan uji hipotesis
7.	90	Penambahan grafik peningkatan hasil belajar
8.	101-118	Penambahan keterangan potret fase
9.	121	Penambahan pembahasan tentang potret fase
10.	127	Penambahan kriteria ketuntasan keterampilan <i>conjecturing</i> pada kesimpulan poin c

### PERSETUJUAN TIM PENGUJI

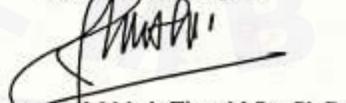
JABATAN	NAMA TIM PENGUJI	TTD dan Tanggal
Ketua	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.	 13/2 2019
Sekretaris	Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.	 11/2 19.
Anggota	Dr. Nanik Yulianti, M.Pd.	 8/2 2019
	Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.	 11/2
	Drs. Antonius Cahya, M.App.Sc., Ph.D.	 11/2 19

Jember, 06 Februari 2018  
 Mengetahui / menyetujui :

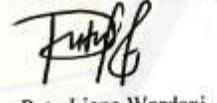
Dosen Pembimbing I,

  
 Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
 NIP. 19680802199302 1 004

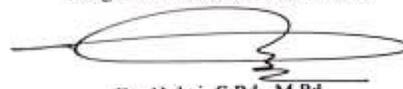
Dosen Pembimbing II,

  
 Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
 NIP. 19591220198503 1 002

Mahasiswa Yang Bersangkutan

  
 Putu Liana Wardani  
 NIM. 170220101006

Mengetahui,  
 Koordinator Program Studi  
 Magister Pendidikan Matematika

  
 Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.  
 NIP. 19730506 199702 1 001