



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH *RAINBOW  
ANTIMAGIC COLORING* BERDASARKAN *COGNITIVE STYLE***

**TESIS**

Oleh:

**Zuhristawa Luthfi Al Jabbar  
NIM 180220101019**

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

**2020**



**PEGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *PROLEM BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH *RAINBOW  
ANTIMAGIC COLORING* BERDASARKAN *COGNITIVE STYLE***

**TESIS**

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

Oleh:

**Zuhristawa Luthfi Al Jabbar  
NIM 180220101019**

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

**2020**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik, shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadikan motivasi serta inspirasi atas perjalanan spritual hidup ini.

Atas segala kekurangan serta keterbatasan dalam menyelesaikan tesis ini, penulis persembahkan sebagai rasa hormat dan terima kasih kepada orang-orang yang sangat berarti dalam perjalanan ini.

- 1) Kedua orang tua tercinta yaitu Abi Sutiyo dan Umi Jamilah, yang selalu memberikan nasehat, motivasi, kasih sayang yang tak terbatas, dan bisa memahami, mengerti dan juga sabar dalam menghadapi karakter anak sepertiku;
- 2) Kakak saya, Jauharuddin Luthfi Al Jabbar yang ikhlas membantu dalam pengerjaan skripsi ini, serta adik saya Ajwaddussafwatullah Luthfi Al Jabbar yang selalu memberikan spirit yang luar biasa;
- 3) Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., dan Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang sangat sabar dalam membimbing sehingga penelitian ini dapat terselesaikan;
- 4) Para dosen magister pendidikan matematika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, tim validator, tim CGANT;
- 5) Keluarga besar Magister Pendidikan Matematika 2018 terima kasih atas dukungan, bantuan, serta kebersamaannya;
- 6) Keluarga besar Teater Tiang yang telah mengajarkan kedewasaan dalam bertindak, kejujuran dalam hidup, ikhlas dan *legowo* dalam menjalankan segala sesuatu urusan;
- 7) Sahabat-sahabat dan semua pihak yang memberikan *support* hingga terselesaikannya tesis ini.

## MOTTO

*“(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.””*

*(Q. S. Ali Imron: 191)<sup>1</sup>*

*“Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”.”*

*(Q. S. Ibrahim: 7)<sup>1</sup>*

*“Kita, para aktor, tidak hanya harus berurusan dengan suara seperti seorang penyanyi, tidak hanya berurusan dengan tangan sebagaimana pianis, atau seperti penari yang hanya berurusan dengan tubuh dan kakinya. Kita harus memainkan secara serempak semua segi spiritual dan fisik manusia. Untuk memperoleh penguasaan atas hal-hal itu, dibutuhkan waktu dan usaha sistematis yang penuh jerih-payah, suatu program kerja semacam yang kita lakukan di sini.”*

*(Constantin Stanilavski, 1964: 366)<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. *Al-Quran* dan terjemahannya. Bandung: CV Penerbit J-ART

<sup>2</sup> Constantin. 2008. *Membangun Tokoh*. Jakarta: KPG(Kepustakaan Populer Gramedia)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zuhristawa Luthfi Aljabbar

NIM : 180220101019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Prolem Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah *Rainbow Antimagic Coloring* Berdasarkan *Cognitive Style*” 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 dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 8 Januari 2020

Yang menyatakan,

Zuhristawa Luthfi Al Jabbar

NIM 180220101019

**HALAMAN PEMBIMBINGAN**

**TESIS**

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *PROLEM BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH *RAINBOW  
ANTIMAGIC COLORING* BERDASARKAN *COGNITIVE STYLE***

Oleh

Zuhristawa Luthfi Al Jabbar  
NIM 180220101019

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
Dosen Pembimbing II : Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.

**HALAMAN PENGAJUAN**

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *PROLEM BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH *RAINBOW  
ANTIMAGIC COLORING* BERDASARKAN *COGNITIVE STYLE***

**TESIS**

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

Oleh

Nama : Zuhristawa Luthfi Aljabbar  
NIM : 180220101019  
Tempat, Tanggal lahir : Pasuruan, 29 September 1994  
Jurusan/Program : P. MIPA/Magister Pendidikan Matematika

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 196808021993031004

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.  
NIP. 197407192000121001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tesis berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Prolem Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah *Rainbow Antimagic Coloring* Berdasarkan *Cognitive Style*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Senin, 27 Januari 2020

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua

Sekretaris

**Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 196808021993031004

**Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197407192000121001

Anggota I

Anggota II

Anggota III

**Drs. Antonius C. P., M.App.Sc., Ph.D.**  
NIP. 196909281993021001

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

**Dr. Susanto, M.Pd.**  
NIP. 196306161988021001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Problem Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah *Rainbow Antimagic Coloring* Berdasarkan *Cognitive Style*; Zuhristawa Luthfi Al Jabbar, 180220101019; 2020, 95 halaman, Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.**

Tingkat pemecahan masalah serta tingkat kemampuan berpikir setiap individu memiliki keragaman yang berbeda. Hal ini disebabkan karena proses setiap individu dalam hal memperoleh, menyimpan dan juga menerapkan pengetahuan yang didapatkan. Setiap individu memiliki cara-cara sendiri terhadap situasi belajar, cara penerimaan pengetahuan, serta respons terhadap metode pengajaran yang diajarkan oleh guru. Berbagai perbedaan antar individu dalam berbagai paparan di atas juga dikenal dengan *cognitive style* (gaya kognitif).

Kurikulum 2013 dengan pendekatan *scientific* mendapatkan beberapa bentuk pembelajaran, yang diantaranya adalah *discovery learning*, *problem based learning*, *project based learning*, dan berbagai macam lainnya. Bentuk-bentuk pembelajaran tersebut telah menjadi pembelajaran yang berpusat kepada siswa. *Problem-Based Learning* (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu bentuk pembelajaran untuk mengarahkan peserta didik kepada kemampuan berpikir kreatif.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kombinasi (*mix methods*). Penelitian kombinasi adalah penggabungan dari penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dimana penelitian ini mengembangkan perangkat dan mengacu pada model pengembangan. Dalam hal mengembangkan perangkat pembelajaran, penelitian ini menggunakan *Problem-Based Learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa Satuan Acara Perkuliahan (SAP), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), *Pre-test* dan *Post-test*, monograf, serta mengetahui perbedaan signifikansi antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen. Penelitian

ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2019/2020 tepatnya di semester ganjil. Tempat penelitian yaitu Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Hasil validasi instrumen penelitian berupa rencana perkuliahan, Lembar Kerja Mahasiswa, dan tes berupa *pre-test* dan *post-test* berturut-turut adalah 3,75; 3,68; 3,6 yang bermakna bahwa keseluruhan produk dapat dikatakan valid.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas pengajar, aktivitas pengajar memiliki nilai rata-rata yaitu 3,69 dengan persentase yaitu 95,14%. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran dapat dikatakan praktis karena persentase aktivitas dosen mencapai  $\geq 80\%$ . Hasil tes akhir riset pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran model *problem-based learning* dengan penggunaan LKM memperoleh hasil 18 mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 14 mahasiswa di level kreatif inovatif, 9 mahasiswa di level cukup kreatif inovatif dan tidak ada mahasiswa di level kurang dan tidak kreatif inovatif. Skor rata-rata dalam persentase aktivitas mahasiswa mencapai 95,83%. Hal ini menunjukkan mahasiswa aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *problem-based learning*.

Hasil dari responden mahasiswa melalui angket didapatkan data bahwa rata-rata dari setiap pertanyaan memiliki persentase 95,27% responden menjawab “iya” dan 4,73% responden menjawab “tidak”. Berdasarkan hasil penelitian dari 41 mahasiswa terdapat 24% atau 10 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *Field Dependent* dan 76% atau 31 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *Field Independent*. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata dari mahasiswa yang mengikuti pembelajaran menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan. Mahasiswa dengan gaya kognitif *field independent* memiliki keunggulan lebih daripada mahasiswa dengan gaya kognitif *field dependent* jika dihubungkan dengan keterampilan kreatif inovatif.

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan semata-mata atas kehendak-Nya penulisan tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian Magister Pendidikan Matematika di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Berkat bantuan dan bimbingan serta motivasi tulus dari berbagai pihak baik yang diberikan secara langsung maupun tidak langsung, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Jember;
2. Dekan FKIP Universitas Jember;
3. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Jember;
4. Ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Jember;
5. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian tesis ini;
6. Dosen Penguji I, Dosen Penguji II dan Dosen Penguji III yang telah memberikan saran demi kesempurnaan penyelesaian tesis ini;
7. Dosen-dosen magister pendidikan matematika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis;
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semoga bantuan, bimbingan serta dorongan beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT. Harapan terakhir, sehingga tesis ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang pendidikan matematika.

Jember, 27 Januari 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>TESIS .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Kebaruan Penelitian.....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Problem Based Learning</i> .....	6
2.1.1 Definisi <i>Problem Based Learning</i> .....	6
2.1.2 Manfaat <i>Problem Based Learning</i> .....	8
2.1.3 Sintaksis <i>Problem Based Learning</i> .....	9
2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif .....	11
2.2.1 Definisi Berpikir Kreatif Inovatif.....	11
2.2.2 Karakteristik dan Indikator Berpikir Kreatif Inovatif .....	14
2.3 <i>Cognitive Style</i> .....	16

2.4	<i>Field Dependent</i> dan <i>Field Independent</i> .....	17
2.5	<i>Rainbow Antimagic Coloring</i> .....	20
2.6	Penelitian Terdahulu .....	21
2.7	Hipotesis Penelitian .....	23
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	24
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.3	Definisi Operasional .....	24
3.4	Prosedur Penelitian .....	25
3.4.1	Tahapan Pengembangan Perangkat.....	25
3.4.2	Penelitian Kombinasi ( <i>Mix Methods</i> ).....	30
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	30
3.5.1	Validasi perangkat pembelajaran .....	30
3.5.2	Pengamatan Keterlaksanaan Pembelajaran .....	31
3.5.3	Tes Hasil Belajar .....	32
3.5.4	Wawancara .....	32
3.5.5	Angket atau Kuisisioner .....	32
3.5.6	Uji Prasyarat .....	33
3.6	Analisis Data .....	35
3.6.1	Validitas Perangkat Pembelajaran.....	35
3.6.2	Analisis Data Kepraktisan Perangkat .....	36
3.6.3	Analisis Data Keefektifan Perangkat .....	37
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1	Deskripsi Gaya Kognitif Mahasiswa .....	39
4.2	Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> .....	39
4.2.1	Tahap Pendefinisian .....	40
4.2.2	Tahap Perencanaan.....	42
4.2.3	Tahap Pengembangan.....	44
4.2.4	Tahap Diseminasi .....	48

4.3 Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> .....	48
4.3.1 Hasil analisis data validasi .....	48
4.3.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran .....	51
4.4 Penerapan <i>Problem Based Learning</i> .....	61
4.5 Potret Fase.....	69
4.6 Hubungan Gaya Kognitif dengan Keterampilan Kreatif Inovatif ...	80
4.7 Monograf .....	81
4.8 Pembahasan .....	85
4.8.1 Pembahasan Proses dan Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran .....	85
4.8.2 Pembahasan Tahap pelaksanaan dan Analisis Hasil .....	85
4.8.3 Pembahasan Potret Fase Mahasiswa .....	86
4.8.4 Pembahasan Penelitian terdahulu .....	87
4.8.5 Pembahasan Monograf .....	92
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>93</b>
5.1 Kesimpulan .....	93
5.2 Saran .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>97</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan PBL.....	9
Tabel 2. 2 Sintaks PBL.....	10
Tabel 2. 3 Indikator Berpikir Kreatif .....	14
Tabel 2. 4 Tingkatan Berpikir Kreatif.....	15
Tabel 2. 5 Indikator Berpikir Kreatif Inovatif.....	15
Tabel 2. 6 <i>Field Dependent</i> dan <i>Field Independent</i> menurut Witkin .....	18
Tabel 2. 7 <i>Field Dependent</i> dan <i>Field Independent</i> menurut Chen dan Macredie	19
Tabel 3. 1 Koefisien Reliabilitas Menurut Balian.....	33
Tabel 3. 2 Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran .....	36
Tabel 3. 3 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen .....	37
Tabel 3. 4 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	38
Tabel 4. 1 Daftar Nama Validator.....	45
Tabel 4. 2 Daftar Nama Observer .....	45
Tabel 4. 3 Jadwal Pelaksanaan Pembelajaran .....	46
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Validasi Rencana Pembelajaran.....	48
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Validasi LKM .....	50
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Validasi Pre-Tes dan Post-Tes .....	51
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran .	52
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen.....	53
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol .....	54
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen.....	55
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol .....	56
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen .....	57
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol ....	58
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	58
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Pembelajaran .....	59
Tabel 4. 16 Hasil Validitas Soal.....	61
Tabel 4. 17 Hasil Reliabilitas Soal.....	62
Tabel 4. 18 Hasil Uji Homogenitas Pre-Tes .....	64

Tabel 4. 19 Hasil Uji Normalitas Pre-Tes.....	65
Tabel 4. 20 Hasil Uji Independent Pre-Tes.....	65
Tabel 4. 21 Hasil Uji Normalitas Post-Tes .....	67
Tabel 4. 22 Hasil Uji Homogenitas Post-Tes.....	67
Tabel 4. 23 Hasil Uji Independent Post-Tes .....	68
Tabel 4. 24 Hubungan Gaya Kognitif dan Keterampilan Kreatif Inovatif .....	80



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2. 1 Bagan Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah.....	10
Gambar 3. 1 Langkah-Langkah Penelitian dan Pengembangan Menurut Thiagarajan. ....	26
Gambar 3. 2 Tahapan Model Penelitian <i>Research &amp; Development</i> .....	29
Gambar 3. 3 Proses <i>Mix Methods Model Sequential Exploratory</i> .....	31
Gambar 4. 1 Hasil dari Group Embedded Figures Test (GEFT) .....	39
Gambar 4. 2 Peta Konsep <i>Rainbow Antimagical Coloring</i> .....	41
Gambar 4. 3 Desain Satuan Acara Perkuliahan (SAP) .....	43
Gambar 4. 4 Desain Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) .....	44
Gambar 4. 5 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen .....	54
Gambar 4. 6 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol .....	55
Gambar 4.7 Level Keterampilan Kreatif Inovatif Mahasiswa di Kelas Eksperimen .....	56
Gambar 4.8 Level Keterampilan Kreatif Inovatif Mahasiswa di Kelas Kontrol ..	57
Gambar 4. 9 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen .....	63
Gambar 4. 10 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol .....	64
Gambar 4. 11 Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol .....	66
Gambar 4. 12 Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas .....	66
Gambar 4. 13 Hasil Pekerjaan Subjek 1.....	69
Gambar 4. 14 Potret Fase Subjek 1 .....	71
Gambar 4. 15 Hasil Pekerjaan Subjek 2.....	71
Gambar 4. 16 Potret Fase Subjek 2 .....	73
Gambar 4. 17 Hasil Pekerjaan Subjek 3.....	73
Gambar 4. 18 Potret Fase Subjek 3 .....	75
Gambar 4. 19 Hasil Pekerjaan Subjek 4.....	75
Gambar 4. 20 Potret Fase Subjek 4.....	76
Gambar 4. 21 Hasil Pekerjaan Subjek 5.....	77
Gambar 4. 22 Potret Fase Subjek 5 .....	78
Gambar 4. 23 Hasil Pekerjaan Subjek 6.....	79
Gambar 4. 24 Potret Fase Subjek 6 .....	80

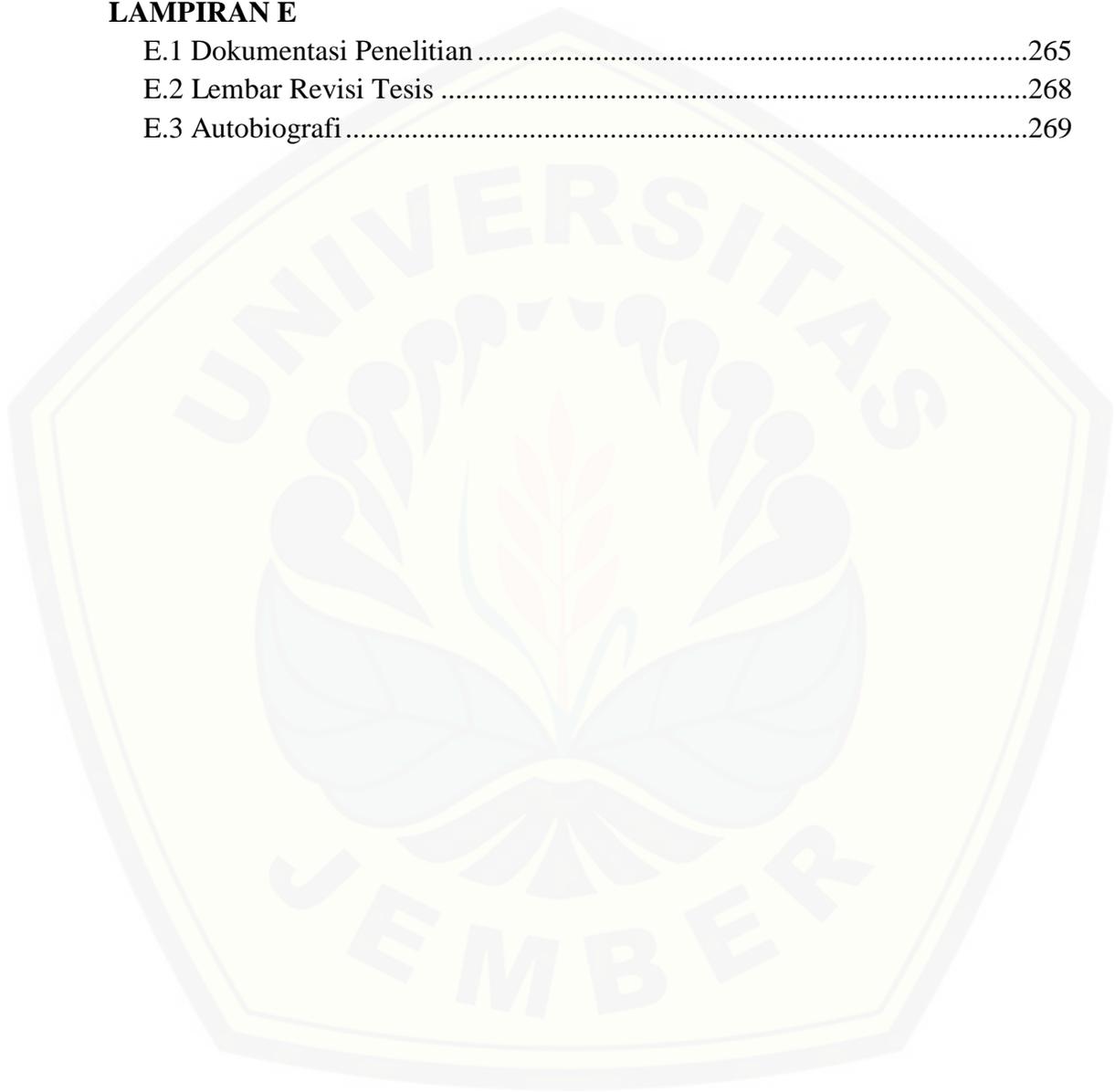
Gambar 4. 25 <i>Triangular Book Graph</i> .....	82
Gambar 4. 26 <i>Rainbow Antimagic Coloring</i> pada <i>Triangular Book Graph</i> .....	83
Gambar 4. 27 Alur Penelitian <i>Rainbow Antimagic Coloring</i> .....	83
Gambar 4. 26 Monograf .....	84



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>LAMPIRAN A</b>	
A.1 Matrik Penelitian .....	101
A.2 Kisi-Kisi Perangkat Pembelajaran.....	103
A.3 Silabus .....	106
A.4 Rencana Pembelajaran Semester (RPS) .....	108
A.5 Satuan Acara Perkuliahan (SAP).....	112
A.6 <i>Pre Test</i> .....	114
A.7 <i>Post Test</i> .....	117
A.8 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) .....	123
A.9 Kunci Jawaban Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	131
A.10 Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa .....	139
A.11 Lembar Obsevasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran .....	141
A.12 Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran .....	143
A.13 Pedoman Wawancara .....	145
A.14 <i>Group Embedded Figures Test</i> .....	147
<b>LAMPIRAN B</b>	
B.1 Format Validasi Satuan Acara Perkuliahan (SAP).....	159
B.2 Format Validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	161
B.3 Rubrik Penilaian Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) .....	163
B.4 Format Validasi Observasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran .....	166
B.5 Format Validasi Observasi Aktivitas Mahasiswa.....	168
B.6 Rubrik Penilaian Observasi Aktvitas Mahasiswa.....	170
B.7 Format Validasi Pre-Tes dan Post-Tes .....	172
B.8 Format Validasi Pedoman Wawancara.....	174
<b>LAMPIRAN C</b>	
C.1 Hasil Validasi Satuan Acara Perkuliahan .....	176
C.2 Hasi Validasi Pre Test dan Post Test.....	182
C.3 Hasil Validasi Lembar Kerja Mahasiswa .....	186
C.4 Hasil Validasi Pedoman Wawancara.....	190
C.5 Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Eksperimen .....	194
C.6 Hasil Belajar Mahasiswa Kelas Kontrol .....	196
<b>LAMPIRAN D</b>	
D.1 LoA Publikasi ICCGANT 2019 .....	197
D.2 Sertifikat Keikutsertaan ICCGANT 2019 .....	198

D.3 Artikel Pendidikan (ICCGANT 2019) .....	199
D.4 LoA Publikasi ICOPAMBS 2019 .....	209
D.5 Sertifikat Keikutsertaan ICOPAMBS 2019.....	210
D.6 Artikel Graf (ICOPAMBS 2019) .....	211
D.7 Monograf .....	225
<b>LAMPIRAN E</b>	
E.1 Dokumentasi Penelitian .....	265
E.2 Lembar Revisi Tesis .....	268
E.3 Autobiografi.....	269



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan usaha sadar dalam memberikan pengetahuan kepada setiap manusia sehingga setiap manusia yang memperoleh pendidikan dapat terus mengembangkan dan menggali potensi yang ada di dalam dirinya. Pendidikan juga merupakan alat untuk mengentas segala bentuk ketidaktahuan dan upaya membuka lebar jendela dunia akan banyaknya ilmu pengetahuan. Hal ini juga tercantum dalam Undang-Undang nomor 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional pasal 1 ayat 1 yang berbunyi “Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”.

Undang-Undang nomor 20 tahun 2003 dalam pasal 4 ayat 5 berbunyi “Pendidikan diselenggarakan dengan mengembangkan budaya membaca, menulis, dan berhitung bagi segenap warga masyarakat”. Lebih lanjut, dalam pasal 14 juga berbunyi “Jenjang pendidikan formal terdiri atas pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan pendidikan tinggi”. Ditinjau dari dua pasal tersebut, maka matematika merupakan sebuah komponen penting dalam tataran ilmu dari pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi. Pembelajaran matematika tidak hanya sekedar pada materi yang berupa rumus-rumus yang harus dihafalkan oleh peserta didik, akan tetapi juga membantu mereka untuk mampu menyelesaikan masalah matematis yang berada pada kehidupan sehari-hari.

Permasalahan dalam pelajaran matematika dalam lingkup pendidikan tinggi terdapat pada sebaran mata kuliah, yang diantaranya adalah kalkulus, geometri, statistik, matematika diskrit, teori graf, dan berbagai sebaran mata kuliah lain sebagainya. Jika terdapat permasalahan maka dibutuhkan sebuah pemecahan, dan pemecahan membutuhkan kemampuan berpikir dalam melakukannya. Terdapat

berbagai macam kemampuan berpikir yang diantaranya adalah kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan lain sebagainya.

Siswono (2018:7) berpendapat bahwa berpikir kritis adalah sebuah proses dalam menggunakan keterampilan berpikir secara efektif untuk membantu seseorang membuat sesuatu, mengevaluasi, dan mengaplikasikan keputusan sesuai dengan apa yang dipercaya atau dilakukan. Sementara itu, berpikir kreatif dapat diartikan sebagai suatu kegiatan mental yang digunakan seorang untuk membangun ide atau gagasan yang baru (Siswono, 2018:26). Menurut Yee *et al.*, (2015), berpikir tingkat tinggi adalah level tertinggi dalam hierarki proses kognitif. Sejalan dengan hal itu, berpikir tingkat tinggi juga merangkum berpikir kritis, reflektif, metakognitif, serta berpikir kreatif (Roets dan Maritz, 2017).

Matematika dan kemampuan berpikir merupakan satu hal yang saling berkaitan dan tidak bisa saling dilepaskan. Matematika dapat dianggap sebagai proses dan alat pemecahan masalah (*mathematics as problem solving*), proses dan alat berkomunikasi (*mathematics as communication*), proses dan alat penalaran (*mathematics as reasoning*) (Suyitno, 2016:10).

Tingkat pemecahan masalah serta tingkat kemampuan berpikir setiap individu memiliki keragaman yang berbeda. Hal ini disebabkan karena proses setiap individu dalam hal memperoleh, menyimpan dan juga menerapkan pengetahuan yang didapatkan. Setiap individu memiliki cara-cara sendiri terhadap siatusi belajar, cara penerimaan pengetahuan, serta respons terhadap metode pengajaran yang diajarkan oleh guru. Berbagai perbedaan antar individu dalam berbagai paparan di atas juga dikenal dengan *cognitive style* (gaya kognitif).

Setiap individu memiliki gaya kognitif masing-masing. Menurut Ling dan Salvendy (2009) bahwa gaya kognitif mengacu pada cara kebiasaan individu dalam memahami, mengingat, berpikir, memecahkan masalah, mengatur dan merepresentasikan informasi. Lebih lanjut, terdapat banyak gaya kognitif yang telah didefinisikan dan dipelajari, seperti serial holistik, reflektif-impulsif, *verbalizer-imager*, analisis keseluruhan, dan *field dependency* (Ling dan Salvendy, 2009).

Berdasarkan studi yang dilakukan Witkin (dalam Ling dan Salvendy, 2009) pada tahun 1977 *field dependency* terbagi menjadi dua macam, yakni *Field Dependent* (FD) dan *Field Independent* (FI). *Field Independent* (FI) dan *Field Dependent* (FD) memiliki perbedaan tidak hanya pada pada proses kognitif yang mereka gunakan, tetapi juga dalam efektivitas kinerja mereka (Davis dan Frank, 1979; Frank, 1983).

Kurikulum 2013 dengan pendekatan *scientific* mendapatkan beberapa bentuk pembelajaran, yang diantaranya adalah *discovery learning*, *problem based learning*, *project based learning*, dan berbagai macam lainnya. Bentuk-bentuk pembelajaran tersebut telah menjadi pembelajaran yang berpusat kepada siswa.

*Problem Based Learning* (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu bentuk pembelajaran untuk mengarahkan peserta didik kepada kemampuan berpikir kreatif. Menurut (Riyanto, 2009:285) pembelajaran berdasarkan masalah adalah suatu model pembelajaran yang dirancang dan dikembangkan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik memecahkan masalah.

Terdapat sebuah keterkaitan antara pembelajaran dalam bidang kajian *rainbow antimagic coloring* dengan keterampilan berpikir kreatif inovatif serta bagaimana *cognitive style* dari setiap individunya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah strategi yang tepat untuk menghasilkan keterampilan berpikir kreatif inovatif secara maksimal.

Peneliti memberikan sebuah solusi dengan memberikan sebuah perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan *problem based learning* dengan asumsi bahwa perangkat pembelajaran tersebut dapat memberikan pengaruh pada peningkatan kemampuan berpikir kreatif inovatif individu tersebut. Oleh karena itu, penelitian tesis ini berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Prolem Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah *Rainbow Antimagic Coloring* Berdasarkan *Cognitive Style*.”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah *cognitive style* mahasiswa berdasarkan *field dependent* dan *field independent*?
- 2) Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *problem based learning* pada kajian *rainbow local antimagic coloring*?
- 3) Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dalam kajian *rainbow antimagic coloring*?
- 4) Adakah pengaruh pembelajaran *problem based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dalam kajian *rainbow antimagic coloring*?
- 5) Bagaimana potret fase keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam kajian *rainbow antimagic coloring*?
- 6) Bagaimanakah bentuk monograf hasil penerapan perangkat pembelajaran dalam kajian *rainbow antimagic coloring*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui *cognitive style* mahasiswa berdasarkan *field dependent* dan *field independent*.
- 2) Untuk mengetahui proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *problem based learning* pada kajian *rainbow antimagic coloring*.
- 3) Untuk mengetahui hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dalam kajian *rainbow antimagic coloring*.

- 4) Untuk mengetahui pengaruh implementasi penerapan pembelajaran *problem based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dalam kajian *rainbow antimagic coloring*
- 5) Untuk mengetahui potret fase keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam kajian *rainbow antimagic coloring*.
- 6) Untuk mengetahui bentuk monograf hasil penerapan perangkat pembelajaran dalam kajian *rainbow antimagic coloring*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

- 1) Hasil penelitian ini, diharapkan mampu memberikan informasi dan alternatif yang dapat digunakan dalam mengajar mata kuliah matematika diskrit.
- 2) Sebagai informasi bagi calon pendidik di tingkat perguruan tinggi mengenai perangkat pembelajaran *problem based learning* tentang graf sebagai media untuk menganalisis kemampuan berfikir kreatif dan inovatif mahasiswa.
- 3) Bagi dosen, sebagai masukan data dan acuan dalam menyusun pembelajaran matematika diskrit dengan penggunaan model *problem based learning* pada graf dengan materi *rainbow antimagic coloring* dengan menerapkan kemampuan berfikir kreatif dan inovatif.

#### 1.5 Kebaruan Penelitian

Penelitian ini memiliki kebaruan yang dimana akan diadakan kajian tentang kemampuan berpikir kreatif inovatif dalam menyelesaikan kajian *rainbow antimagic coloring* berdasarkan *cognitive style* pada mata kuliah matematika diskrit dengan penggunaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan berdasar *problem based learning*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Problem Based Learning*

#### 2.1.1 Definisi *Problem Based Learning*

Pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) mulai pertama kali di terapkan di McMaster University School of Medicine Kanada pada tahun 1969 (Riyanto, 2009:284). Selanjutnya pada tahun 1971, Barrows kembali ke McMaster dan mengambil keuntungan dari apa yang tampaknya menjadi peluang yang tepat untuk mengembangkan teknik pembelajaran berbasis masalah (Barrows dan Tamblyn, 1980). Lebih lanjut, di tahun 1986, Barrows (dalam Walton dan Matthews, 1989), dalam studinya tentang taksonomi PBL, menunjukkan bahwa PBL bukan metode pembelajaran yang spesifik, tetapi dapat memiliki banyak makna tergantung pada desain metode pembelajaran dan keterampilan guru.

Menurut Savery (2006) mendefinisikan *Problem Based Learning* sebagai berikut.

*“PBL is an instructional (and curricular) learner-centered approach that empowers learners to conduct research, integrate theory and practice, and apply knowledge and skills to develop a viable solution to a defined problem.”*

Berdasarkan definisi tersebut, dapat diartikan bahwa PBL adalah pendekatan pembelajaran (dan kurikuler) yang berpusat pada peserta didik yang memberdayakan peserta didik untuk melakukan penelitian, mengintegrasikan teori dan praktik, dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk mengembangkan solusi yang layak untuk masalah yang ditentukan.

Terdapat beberapa karakteristik dari *Problem Based Learning* diantaranya adalah sebagai berikut. (1) guru adalah fasilitator (Barrows, 1996; Newman, 2005; Savery, 2006); (2) pembelajaran dalam pembagian kelompok kecil (Barrows, 1996; Newman, 2005); (3) penggunaan “masalah” untuk merangsang, mengkontekstualisasikan, mengintegrasikan pembelajaran (Barrows, 1996), serta memfokuskan pembelajaran (Newman, 2005); (4) pembelajaran terpusat pada peserta didik (Barrows, 1996); (5) “masalah” merupakan jembatan untuk

perkembangan kemampuan pemecahan masalah (Barrows, 1996); (6) akibat dari poin 1 dan poin 4 maka diperoleh informasi baru melalui pembelajaran individu (*self-directed learning*) (Barrows, 1996) yang merupakan tanggung jawab dari peserta didik untuk *self-directed learning* dan *self-regulated learning* (Savery, 2006).

Terdapat beberapa fitur khusus dalam pembelajaran berbasis masalah yang dipaparkan oleh Arends (2008:42), antara lain.

1) Pertanyaan atau masalah perangsang

Mengawali pembelajaran dalam pembelajaran berbasis masalah yaitu dengan pertanyaan atau/dan masalah yang dimana pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan sosial maupun personal bagi siswa.

2) Fokus interdisipliner

Pembelajaran berbasis masalah bukan hanya terpusat pada subjek tertentu seperti sains, matematika dan sejarah, tetapi masalah tersebut juga menuntut siswa untuk menggali banyak subjek.

3) Investigasi autentik

Pembelajaran berbasis masalah juga mengharuskan siswa untuk melakukan investigasi autentik untuk menemukan solusi riil dari masalah yang riil. Hal ini memerlukan analisis dan penetapan masalah, mengembangkan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen (bila diperlukan), membuat inferensi dan menarik kesimpulan.

4) Produksi artefak dan *exhibit*

Pembelajaran berbasis masalah juga menuntut siswa untuk mengkonstruksi sebuah produk/hasil dan memamerkan (*exhibit*) hasil karyanya.

5) Kolaborasi

Pembelajaran berbasis masalah memerlukan sebuah kerjasama antarsiswa baik itu secara berpasangan maupun secara berkelompok. Kolaborasi siswa dalam PBL mendorong penyelidikan dan dialog bersama dan pengembangan keterampilan berpikir dan keterampilan sosial.

Berdasarkan beberapa paparan di atas, dalam penelitian ini yang dimaksud dengan *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang berpusat

pada peserta didik (*Student Centered Learning/Learner-Centered*) dengan penggunaan “masalah” sebagai stimulus, *contextual learning*, dan mengintegrasikan pembelajaran (teori dan praktik) sehingga peserta didik mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah serta keterampilan sosial yang tersaji dalam pembagian kelompok dan menuntut sebuah kerjasama (kolaborasi).

### 2.1.2 Manfaat *Problem Based Learning*

Barrows dan Tamblyn (1980) memaparkan beberapa manfaat dari pembelajaran berbasis masalah tersebut, diantaranya adalah.

- 1) Permasalahan akan menjadi informasi, konsep dan keterampilan yang dipelajari oleh peserta didik dan ketika peserta didik menghadapi masalah lain dengan informasi yang relevan, maka peserta didik dapat dengan mudah memanggil kembali informasi tersebut.
- 2) Ketika mendapatkan permasalahan yang baru, peserta didik “dipaksa” untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan mendiagnosa, dan kemampuan penalaran. PBL sangat memotivasi peserta didik, terutama mahasiswa karena dengan PBL mereka akan tertantang dengan situasi yang akan dihadapinya di bidang professional mereka.
- 3) Pembelajaran berbasis masalah membutuhkan partisipasi aktif peserta didik.
- 4) Pembelajaran berbasis masalah merupakan pembelajaran yang menyenangkan, bermanfaat, lebih alami, dan efisien terhadap waktu. Peserta didik menjadi bersemangat, termotivasi, mampu bersikap dewasa mengembangkan kemampuan penalaran dan pembelajaran, dan mendapatkan inti dari pengetahuan yang diajarkan.

Sejalan dengan hal tersebut, Arends (dalam Riyanto, 2009:287) mengidentifikasi 6 keunggulan pembelajaran berbasis masalah, di antaranya adalah.

- 1) Mahasiswa lebih memahami konsep yang diajarkan sebab mereka sendiri yang menemukan konsep tersebut.
- 2) Menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk memecahkan masalah.

- 3) Pengetahuan tertanam berdasarkan skemata yang dimiliki peserta didik sehingga pembelajaran lebih bermakna.
- 4) Peserta didik dapat merasakan manfaat pembelajaran sebab masalah yang dikaji merupakan masalah yang dihadapi dalam kehidupan nyata.
- 5) Menjadikan peserta didik lebih mandiri dan lebih dewasa, termotivasi, mampu memberi aspirasi dan menerima pendapat orang lain, menanamkan sikap social positif di antara peserta didik.
- 6) Pengkondisian peserta didik dalam belajar kelompok yang saling berinteraksi, baik dengan guru maupun teman akan memudahkan peserta didik mencapai ketuntasan belajar.

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan PBL

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Berfokus pada kebermaknaan, bukan pada fakta ( <i>deep versus surface leaning</i> )	Pencapaian akademik dari individu mahasiswa
2.	Meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk berinisiatif	Waktu yang diperlukan untuk implementasi
3.	Pengembangan keterampilan dan pengetahuan	Perubahan peran mahasiswa dalam proses belajar
4.	Pengembangan keterampilan interpersonal dan dinamika kelompok	
5.	Pengembangan sikap " <i>self-motivated</i> "	
6.	Tumbuhnya hubungan mahasiswa-fasilitator (bukan mahasiswa-guru)	
7.	Jenjang pencapaian pembelajaran dapat ditingkatkan	

Pannen, *et al* (dalam Sutrisno, 2005) mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan PBL bila digunakan dalam pengajaran yang dipaparkan pada tabel 2.1.

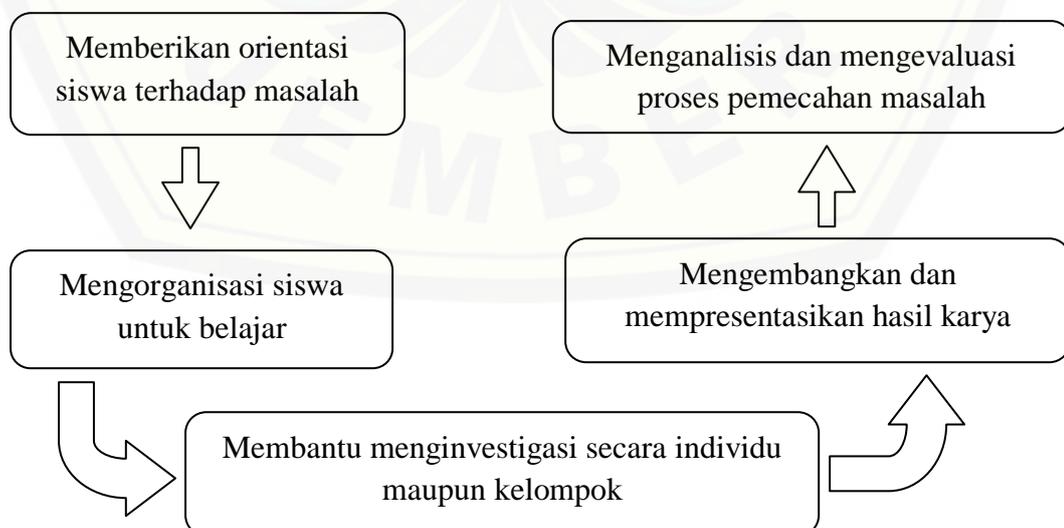
### 2.1.3 Sintaksis *Problem Based Learning*

Terdapat lima fase serta perilaku guru dalam sintaksis pembelajaran berbasis masalah yang dipaparkan oleh Arends (2008:57) tersaji pada tabel berikut.

Tabel 2. 2 Sintaks PBL

<b>Fase</b>		<b>Perilaku Guru</b>
Fase 1:	Memberikan orientasi siswa terhadap masalah	Menjelaskan tujuan pelajaran, mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik penting, dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.
Fase 2:	Mengorganisasi siswa untuk belajar	Membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar dengan permasalahan yang terkait.
Fase 3:	Membantu menginvestigasi secara individu maupun kelompok	Mendorong siswa untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen, dan mencari penjelasan dan solusi.
Fase 4:	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya	Membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan hasil karya yang tepat, seperti laporan, rekaman video, dan model-model, dan membantu mereka untuk menyampaikannya kepada orang lain.
Fase 5:	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dan proses-proses yang mereka gunakan.

Secara umum sintaks pada pembelajaran berbasis masalah dapat disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2. 1 Bagan Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah

## 2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif

### 2.2.1 Definisi Berpikir Kreatif Inovatif

Menurut Arends (2008:43), berpikir adalah sebuah proses yang melibatkan operasi-operasi mental, seperti induksi, deduksi, klasifikasi, dan penalaran. Lebih lanjut, berpikir adalah pemanipulasian dan pentransformasian informasi dalam memori, dengan tujuan membentuk konsep, alasan, pikiran kritis, dan penyelesaian masalah (Santrock, 2007:294). Sejalan dengan hal itu, Siswono (2018:24) berpendapat bahwa berpikir merupakan suatu kegiatan mental yang dialami seseorang bila mereka dihadapkan pada suatu masalah atau situasi yang harus dipecahkan.

Kreativitas merupakan suatu produk kemampuan berpikir (dalam hal ini berpikir kreatif) untuk menghasilkan suatu cara atau sesuatu yang baru dalam memandang suatu masalah atau situasi (Siswono, 2004, 2018:23). Kreativitas menurut Santrock (2007:342) adalah kemampuan untuk berpikir dalam cara-cara yang baru dan tidak biasa serta menghasilkan pemecahan masalah yang unik.

Individu kreatif berbeda dengan pemecah masalah (*problem-solvers*) yang baik, dimana pemecah masalah (*problem-solvers*) yang baik menghasilkan respons yang "sesuai" sementara pikiran kreatif (*creative minds*) menghasilkan sesuatu yang "baru" (Udwadia, 1990). Lebih lanjut, Udwadia (1990) juga berpendapat bahwa individu yang lebih kreatif cenderung menjadi pencari informasi yang rajin, yang biasanya akan memiliki kecakapan dalam lebih dari satu bidang.

Kreativitas matematika menurut Krutetskii (dalam Siswono, 2018:23) adalah sebagai berikut.

*“.... creative school abilities related to an independent creative mastery of mathematics under the condition of school instruction, to the independent formulation of uncomplicated mathematical problems, to finding ways and means of solving these problems, to invention of proofs of theorems, to independent deduction of formulas, and to finding original methods of solving nonstandard problems. All of this undoubtedly is also a manifestation of mathematical creativity.”*

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat diartikan bahwa kemampuan-kemampuan kreatif di sekolah berkaitan dengan perumusan independen masalah

matematika yang tidak rumit, untuk menemukan cara dalam melakukan pemecahan masalah, untuk menemukan bukti teorema, hingga pengurangan formula yang independen, dan untuk menemukan metode asli untuk memecahkan masalah yang tidak standar. Semua ini tidak diragukan lagi juga merupakan perwujudan kreativitas matematika.

Berpikir kreatif adalah suatu kegiatan mental untuk menemukan “ide baru” yang sesuai dengan tujuan, dengan cara membangun (*generating*) ide-ide, mensintesis ide-ide tersebut dan menerapkannya (Siswono, 2004b). Lebih lanjut, Siswono (2018:34) mengartikan berpikir kreatif sebagai suatu kegiatan mental yang digunakan seseorang untuk membangun ide atau gagasan yang baru secara fasih dan fleksibel. Rhodes (1961) mecetuskan teori 4P’s dalam kreativitas, diantaranya adalah sebagai berikut.

1) *Persons*

Istilah *persons*, seperti yang digunakan di sini, mencakup informasi tentang kepribadian, kecerdasan, temperamen, fisik, sifat, kebiasaan, sikap, konsep diri, sistem nilai, mekanisme pertahanan, dan perilaku (Rhodes, 1961).

2) *Process*

Istilah *process* berlaku untuk motivasi, persepsi, pembelajaran, berpikir, dan berkomunikasi. Proses (*process*) kreatif dapat diajarkan dan hal ini sedang diajarkan di ratusan kelas di seluruh negara di perguruan tinggi, universitas, organisasi bisnis, sekolah militer, dan industri (Rhodes, 1961).

3) *Press*

Istilah *press* mengacu pada hubungan antara manusia dan lingkungannya. Produksi kreatif adalah hasil dari individu sesuai dengan perkembangan dan fungsinya.

4) *Product*

Kata ide (*idea*) mengacu pada pemikiran yang telah dikomunikasikan kepada orang lain dalam bentuk kata-kata, cat, tanah liat, logam, batu, kain, atau bahan lainnya. Ketika kita berbicara tentang ide orisinal, kita menyiratkan tingkat kebaruan dalam konsep tersebut. Ketika sebuah ide diwujudkan menjadi bentuk nyata itu disebut produk (*product*).

Inovasi menurut Udwardia (1990) didefinisikan sebagai berikut.

*“innovation is defined as the successful creation, development and introduction of new products, processes or services. Thus, the genesis of innovation lies in creativity in various functional areas, and across different disciplines.”*

Berdasarkan definisi tersebut, maka dapat diartikan bahwa inovasi adalah penciptaan, pengembangan, dan pengenalan terhadap kebaruan dalam hal produk, proses, atau layanan yang berhasil/sukses. Oleh karena itu, asal mula inovasi terletak pada kreativitas dalam berbagai bidang fungsional dan lintas disiplin ilmu yang berbeda.

Salahudin dan Alkrienciehie (2013:339) berpendapat bahwa berpikir inovatif adalah proses yang melahirkan solusi atau gagasan di luar bingkai pengetahuan yang sudah dimaklumi bersama (bingkai konservatif), baik ditinjau dari pengetahuan individu yang berpikir maupun dari pengetahuan yang dominan di lingkungannya. Lebih lanjut, M. Ahmad Abdul Jawwad (dalam Salahudin dan Alkrienciehie (2013:339) memaparkan 4 aspek fundamental dalam berpikir inovatif, di antaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai permasalahan yang mungkin tidak mengusik sensitivitas kebanyakan orang biasa.
- 2) Produktivitas yang tinggi, yakni kemampuan untuk menghasilkan jawaban sebanyak mungkin untuk satu jawaban.
- 3) Elastisitas yang tinggi, yaitu kemampuan menghasilkan pemikiran variatif sebanyak mungkin.
- 4) Orisinalitas yang tinggi, yaitu kemampuan menghasilkan gagasan yang unik dan baru yang belum pernah dikenalnya.

Berdasarkan paparan-paparan di atas, dalam penelitian ini yang dimaksud berpikir kreatif inovatif adalah suatu kegiatan mental yang digunakan seseorang untuk membangun ide atau gagasan yang baru secara fasih, fleksibel, penciptaan, pengembangan, dan pengenalan terhadap kebaruan terhadap produk atau solusi yang dihasilkan baik ditinjau dari pengetahuan individu yang berpikir maupun dari pengetahuan yang dominan di lingkungannya.

### 2.2.2 Karakteristik dan Indikator Berpikir Kreatif Inovatif

Kemampuan berpikir kreatif inovatif memiliki karakteristik dan indikator di dalamnya. Haylock (dalam Siswono, 2006; 2018) berpendapat bahwa berpikir kreatif selalu tampak melibatkan fleksibilitas. Lebih lanjut, Silver berpendapat bahwa kriteria untuk menilai mangacu pada 3 kriteria yaitu kefasihan, fleksibilitas, dan kebaruan (Siswono, 2004a; 2011).

Zubaidah (2016) berpendapat bahwa kreativitas dan inovasi akan semakin berkembang jika siswa memiliki kesempatan untuk berpikir divergen dengan tindakan bahwa siswa harus dipicu untuk berpikir di luar kebiasaan yang ada, melibatkan cara berpikir yang baru, memperoleh kesempatan untuk menyampaikan ide-ide dan solusi-solusi baru, mengajukan pertanyaan yang tidak lazim, dan mencoba mengajukan dugaan jawaban.

Berdasarkan paparan tersebut, diperlukan indikator-indikator untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif dan inovatif. Siswono (2018:136) membuat indikator berpikir kreatif dalam bukunya sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Indikator Berpikir Kreatif

Indikator	Penilaian	Skor
Penyelesaian	Jawaban tugas benar.	1
	Jawaban salah (tidak dilanjutkan penilaian).	0
Kefasihan (jawaban atau cara beragam)	Jawaban benar lebih dari satu dan berbeda dari jawaban pertama.	2
	Jawaban benar dengan satu jawaban yang berbeda, tetapi cara penyelesaian sama	1
Fleksibilitas (cara penyelesaian berbeda lebih dari satu cara)	Cara penyelesaian lebih dari satu cara dan berbeda secara konseptual.	2
	Cara penyelesaian lebih dari satu cara dan tidak berbeda secara konseptual (beragam).	1
	Cara penyelesaian sama dengan yang dibuat pertama.	0
Kebaruan (jawaban atau cara penyelesaian berbeda)	Jawaban lebih dari satu jawaban dan berbeda, tidak menunjukkan berpola.	2
	Cara lebih dari satu cara dan berbeda, tidak menunjukkan berpola.	2

Indikator	Penilaian	Skor
	Jawaban atau cara lebih dari satu dan hanya beragam.	1
	Jawaban atau cara tidak lebih dari satu dan hanya beragam.	0
Skor maksimum untuk satu tugas		7

Lebih lanjut terdapat beberapa tingkatan dalam kemampuan berpikir kreatif. Siswono (dalam Siswono, 2018) membagi tingkatan tersebut menjadi 5 macam, diantaranya sebagai berikut.

Tabel 2. 4 Tingkatan Berpikir Kreatif

Tingkat	Karakteristik
Tingkat 4 (Sangat Kreatif)	Peserta didik mampu menunjukkan kefasihan, fleksibilitas, dan kebaruan dalam memecahkan maupun mengajukan masalah.
Tingkat 3 (Kreatif)	Peserta didik mampu menunjukkan kefasihan dan kebaruan atau kefasihan dan fleksibilitas dalam memecahkan maupun mengajukan masalah.
Tingkat 2 (Cukup Kreatif)	Peserta didik mampu menunjukkan kebaruan dan fleksibilitas dalam memecahkan maupun mengajukan masalah.
Tingkat 1 (Kurang Kreatif)	Peserta didik mampu menunjukkan kefasihan dalam memecahkan maupun mengajukan masalah.
Tingkat 0 (Tidak Kreatif)	Peserta didik tidak mampu menunjukkan ketiga aspek indikator berpikir kreatif.

Selanjutnya, indikator keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir inovatif digabungkan menjadi satu indikator keterampilan berpikir kreatif inovatif dan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. 5 Indikator Berpikir Kreatif Inovatif

Indikator	Sub Indikator	Skor
Produktivitas yang tinggi	Menggambarkan lebih dari satu graf beserta kardinalitas dari graf tersebut	2

Indikator	Sub Indikator	Skor
	Menggambarkan satu graf beserta kardinalitas dari graf tersebut	1
Elastisitas yang tinggi	Menentukan lebih dari satu kemungkinan pewarnaan graf dalam konsep <i>rainbow antimagic coloring</i>	2
	Menentukan satu kemungkinan pewarnaan graf dalam konsep <i>rainbow antimagic coloring</i>	1
Orisinalitas yang tinggi	Menuliskan fungsi titik dan bobot sisi dari <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf yang telah dikerjakan	2
	Menuliskan fungsi titik dari <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf yang telah dikerjakan	1
	Tidak bisa menuliskan fungsi titik dan bobot sisi dari <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf yang telah dikerjakan	0
Sensitivitas yang tinggi	Memeriksa kembali hasil pekerjaan berupa: kardinalitas, kemungkinan pewarnaan, fungsi titik dan bobot sisi pada graf yang telah dikerjakan sebanyak lebih dari/sama dengan dua kali	3
	Memeriksa kembali hasil pekerjaan berupa: kardinalitas, kemungkinan pewarnaan, fungsi titik dan bobot sisi pada graf yang telah dikerjakan sebanyak satu kali	2
	Memeriksa kembali hasil pekerjaan berupa: fungsi titik dan bobot sisi pada graf yang telah dikerjakan sebanyak satu kali	1
	Tidak melakukan pemeriksaan	0

### 2.3 Cognitive Style

Istilah “gaya kognitif” digunakan oleh Allport pada tahun 1937, dan dideskripsikan sebagai ciri khas atau kebiasaan seseorang dalam memecahkan masalah, berpikir, memahami, mengingat, mengatur dan mewakili informasi (Messick, 1984; Riding dan Cheema, 1991; Riding dan Rayner (dalam Chen dan Macredie, 2002); Ling dan Salvendy, 2009).

Gaya kognitif (*cognitive style*) juga diperkenalkan oleh Klein dan Schlesinger pada tahun 1951, serta Klein pada tahun 1951 yang merupakan hasil studinya yang tertarik pada kemungkinan hubungan antara perbedaan individu dalam hal persepsi serta kepribadian yang disebut Klein sebagai “sikap persepsi”

sebagai pola adaptasi ke dunia luar yang mengatur fungsi kognitif individu (Kozhevnikov, 2007).

Desmita (2009:145) berpendapat bahwa pengetahuan tentang daya kognitif peserta didik diperlukan dalam merancang atau memodifikasi materi, tujuan dan metode pembelajaran. Lebih lanjut, gaya kognitif merupakan salah satu variabel kondisi belajar yang perlu dipertimbangkan oleh guru dalam merancang pembelajaran, terutama dalam memilih strategi pembelajaran yang sesuai dengan gaya kognitif peserta didik (Desmita, 2009:145).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka diambil sebuah pengertian bahwa *cognitive style* adalah ciri khas atau kebiasaan dalam hal memecahkan masalah, berpikir memahami, mengingat, mengatur dan mewakili informasi dimana terjadi keragaman perbedaan pada setiap individu.

#### **2.4 *Field Dependent* dan *Field Independent***

*Field Dependent* (FD) dan *Field Independent* (FI) berasal dari hasil studi yang dilakukan oleh Witkin (Witkin *et al.*, 1977; Ling dan Salvendy, 2009). Witkin dan Goodenough (dalam Alenezi, 2008:68) memaparkan akan pemahaman antara *Field Dependent* dan *Field Independent* sebagai berikut.

- a. "*Field-Dependent (FD) individual who can insufficiently separate an item from its context and who readily accepts the dominating field or context.*
- b. *Field-Independent (FI) individual who can easily 'break up' an organised perceptual field and separate readily an item from its context.*"

Berdasarkan pernyataan di atas, dapat diartikan bahwa individu FD adalah individu yang tidak bisa memisahkan suatu bagian dari konteks dan siap menerima konteks yang mendominasi, sementara individu FI adalah individu yang dengan mudah memisah persepsi yang terorganisir dan segera memisahkan dari konteksnya.

Terdapat berbagai macam perbedaan pada individu FI dan individu FD dan hal ini dikaji oleh para peneliti dalam studinya. Annis (dalam Frank, 1984) memaparkan hasil studinya bahwa individu FI lebih baik daripada FD dalam mengingat kembali informasi-informasi yang diperoleh. Lebih lanjut, Annis juga

berpendapat bahwa individu FI lebih aktif dalam mengabstraksi informasi penting, sementara individu FD bertindak pasif dimana mereka bergantung pada karakteristik *learning task* (Frank, 1984).

Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kiewra dan Frank (1988) bahwa individu FI mampu mengabstraksi dan mengorganisir informasi secara spontan, oleh karena itu individu FI dapat mengerjakan ujian/tes dadakan (*immediate examination*) dengan baik, sementara individu FD mengakuisisi informasi dengan cara mencatat (penyimpanan secara eksternal), jika mendapatkan ujian dadakan maka individu FD mengerjakan ujian tersebut dengan kurang baik tetapi kinerjanya meningkat ketika mereka selesai meninjau (*review*) kembali catatannya.

Hasil studi dari Frank (1983) didapatkan bahwa individu FI mengingat lebih banyak kata-kata daripada individu FD. Dalam kasus memori jangka pendek (*short-term memory*) dan pembelajaran penarikan kembali ingatan (*free recall learning*) didapatkan bahwa individu FI lebih efisien dan mampu mengingat lebih baik daripada individu FD (Davis dan Frank, 1979).

Brown (dalam Desmita, 2009:150) memaparkan bahwa FI berkembang bersamaan dengan penambahan usia dari anak-anak sampai dewasa, dimana ada kecenderungan seseorang menjadi dominan dalam satu gaya atau dalam gaya lain dan perkembangan gaya kognitif FI maupun FD relative stabil pada masa dewasa.

Tabel 2. 6 *Field Dependent* dan *Field Independent* menurut Witkin

<b>Field Dependent</b>	<b>Field Independent</b>
Lebih baik pada materi pembelajaran dengan muatan sosial	Mungkin perlu bantuan memfokuskan perhatian pada materi dengan muatan sosial
Memiliki ingatan lebih baik untuk informasi sosial	Mungkin perlu diajarkan bagaimana menggunakan konteks untuk memahami informasi sosial
Memiliki struktur, tujuan, dan penguatan yang didefinisikan secara jelas	Cenderung memiliki tujuan diri yang terdefinisikan dan penguatan
Lebih terpengaruh kritik	Tidak terpengaruh kritik

Memiliki kesulitan besar untuk mempelajari materi terstruktur	Dapat mengembangkan strukturnya sendiri pada situasi tak terstruktur
Mungkin perlu diajarkan bagaimana menggunakan mnemonic	Biasanya lebih mampu memecahkan masalah tanpa instruksi dan bimbingan eksplisit
Cenderung menerima organisasi yang diberikan dan tidak mampu untuk mengorganisasi kembali	
Mungkin memerlukan instruksi lebih jelas mengenai bagaimana memecahkan masalah	

(dalam Desmita, 2009:149)

Witkin mempresentasikan perbedaan di antara *Field Dependent* dan *Field Independent* yang dipaparkan oleh yang disajikan pada tabel 2.6 (Desmita, 2009:149).

Lebih lanjut, perbedaan di antara *Field Dependent* dan *Field Independent* dikaji lebih lanjut oleh Chen dan Macredie (2002) dan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. 7 *Field Dependent* dan *Field Independent* menurut Chen dan Macredie

<b>Field Dependent</b>	<b>Field Independent</b>
Merasa kesulitan untuk merekonstruksi informasi baru dan menjalin hubungan tersebut dengan pengetahuan sebelumnya	Dapat mengatur ulang informasi untuk memberikan konteks bagi pengetahuan sebelumnya
Kepribadian mereka menunjukkan orientasi sosial yang lebih besar	Kurang dipengaruhi oleh penguatan sosial
Menerima dan memahami informasi secara global	Menerima dan memahami informasi secara analitis
Menunjukkan keterampilan penalaran proporsional lebih sedikit	Menunjukkan keterampilan penalaran proporsional yang lebih besar
Lebih suka bekerja dalam kelompok	Lebih suka bekerja sendiri
Mereka diarahkan secara eksternal	Mereka diarahkan secara internal
Dipengaruhi oleh fitur yang menonjol	Individualistis
Mereka menerima gagasan sebagaimana disajikan	Mereka menerima gagasan yang diperkuat melalui analisis

Berdasarkan pendapat yang telah dipaparkan di atas, maka penulis menyimpulkan bahwa individu dengan gaya *Field Dependent* memiliki karakteristik dalam hal menyelesaikan masalah lebih bersifat global, sementara individu dengan *Field Independent* memiliki karakteristik memecahkan masalah dengan cara analitik, dimana masalah tersebut tidak dilihat secara global melainkan masalah tersebut diuraikan menjadi bagian-bagian kecil dan dapat menarik hubungan di antara bagian-bagian kecil tersebut.

Dalam mengkategorikan individu tersebut termasuk individu FD ataupun FI digunakan tes yang bernama *Group Embedded Figures Test* (GEFT) yang dikembangkan oleh Witkin. GEFT ditetapkan sebagai instrumen tes yang valid dan reliable, mengharuskan subjek meletakkan bentuk gambar geometri yang terlihat selanjutnya dalam bentuk yang lebih kompleks dalam waktu 20 menit. Subjek yang mampu meletakkan 12 atau lebih gambar sederhana dideskripsikan bergaya kognitif *field independent*. Subjek yang tidak mampu meletakkan lebih dari 11 gambar dideskripsikan bergaya kognitif *field dependent*.

## 2.5 *Rainbow Antimagic Coloring*

*Rainbow connection* pertama kali didefinisikan oleh Chartrand *et al.*, (2008) dimana  $G$  merupakan sebuah graf yang terhubung dengan pewarnaan sisi  $c: (E(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}, k \in \mathbb{N}$ . Jika dalam lintasan  $u - v$  tidak terdapat dua sisi dengan warna yang sama dalam graf tersebut maka lintasan tersebut adalah lintasan pelangi (*rainbow path*). Sebuah graf  $G$  dapat disebut *rainbow connection* jika terdapat setidaknya satu *rainbow path* dari titik  $u$  menuju titik  $v$ .

*Antimagic labeling* atau bisa disebut dengan pelabelan antimagik pertama kali diperkenalkan oleh Hartsfield dan Ringel di tahun 1990 dengan memberikan pembuktian graf lintasan, *2-regular graphs*, *complete graphs*, dan dua konjektur mengenai pelabelan antimagik. Diberikan  $G = (V(G), E(G))$  adalah sebuah graf dengan pemetaan bijektif  $f: E \rightarrow \{1, 2, \dots, |E|\}$  sehingga hasil penjumlahan dari setiap sisi yang berpasangan memiliki nilai yang berbeda dengan hasil penjumlahan dari setiap sisi yang berpasangan tersebut didefinisikan dengan rumus  $\varphi f(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$  dimana  $E(u)$  adalah himpunan sisi yang bersisian

dengan  $u$ . Jika  $\varphi f(u) \neq \varphi f(v)$  untuk dua titik yang berbeda  $u, v \in V(G)$ , maka  $f$  disebut *antimagic labeling* dari  $G$ . Sebuah graf  $G$  disebut *antimagic* jika  $G$  memiliki *antimagic labeling*. Berikut dua konjektur yang diberikan oleh Hartsfield dan Ringel.

**Konjektur 1.** *Setiap graf yang terhubung selain  $K_2$  adalah antimagic.*

**Konjektur 2.** *Setiap graf pohon selain  $K_2$  adalah antimagic.*

*Rainbow antimagic coloring* adalah angka pewarnaan terkecil yang dibutuhkan untuk membuat graf  $G$  menjadi *rainbow connected* yang dinotasikan dengan  $rc_A(G)$ . Fungsi bijektif  $f: E \rightarrow \{1, 2, \dots, |E|\}$  dikatakan *rainbow antimagic labeling* jika terdapat *rainbow path* di antara setiap titik-titik yang terhubung dan setiap sisi diberikan rumus  $e = uv \in E(G)$ . Pewarnaan bobot dari sisi tersebut diberikan rumus  $w(e) = f(u) + f(v)$ . Graf  $G$  dikatakan *rainbow antimagic* jika  $G$  memiliki *rainbow antimagic labeling*.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan pengembangan perangkat pembelajaran dan *problem based learning* serta perbandingannya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Susanto dan Retnawati pada tahun 2016 dengan judul “Perangkat Pembelajaran Matematika Bercirikan PBL Untuk Mengembangkan *HOTS* Siswa SMA” dengan subjek siswa SMAN 03 kelas X-2 berjumlah 6 orang dan SMAN 05 kelas X-1 berjumlah 6 orang Mukomuko Provinsi Bengkulu dan 4 orang guru pengajar. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa.
  - 1) Produk perangkat pembelajaran matematika bercirikan PBL untuk mengembangkan *HOTS* siswa SMA kelas X semester 2 memiliki karakteristik: (a) berorientasi pada masalah nyata yang tidak terstruktur; (b) disusun secara sistematis berdasarkan langkah PBL dan saintifik; dan (c) mengembangkan *HOTS* siswa.
  - 2) Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria kevalidan dengan skor rata-rata penilaian validator pada kategori valid.

- 3) Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria praktis dengan rata-rata penilaian guru pada kategori sangat praktis dan rata-rata penilaian siswa pada kategori praktis.
  - 4) Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria efektif yang ditunjukkan dari persentase ketuntasan klasikal subjek uji coba lebih dari 75%, yaitu sebesar 80% pada SMAN 03 dan sebesar 82,61% pada SMAN 05 Mukomuko.
- b. Penelitian yang dilakukan oleh Cahyono di tahun 2017 dengan judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Problem-Based Learning* Berorientasi pada Kemampuan Berpikir Kreatif dan Inisiatif Siswa”. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut.
- 1) Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS telah memenuhi kriteria valid yang ditunjukkan oleh RPP memperoleh rata-rata skor 175,33 dan LKS memperoleh rata-rata skor 120,33.
  - 2) Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS terkategori praktis, dengan kriteria sangat baik berdasarkan penilaian kepraktisan oleh guru, RPP masuk kategori praktis dengan jumlah skor 45 dengan kriteria sangat baik dan LKS masuk kategori praktis dengan jumlah skor 70 dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan angket respon siswa, diperoleh rata-rata skor klasikal sebesar 67,31 sehingga masuk kategori praktis dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran secara klasikal diperoleh rata-rata persentase keterlaksanaan 94,03% dengan kriteria sangat baik.
  - 3) Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS memenuhi kriteria efektif berdasarkan asil tes kemampuan berpikir kreatif siswa dengan rincian persentase ketuntasan siswa kelas VIII A mencapai 81,82%, dan siswa kelas VIII D mencapai 87,50%, serta rata-rata persentase ketuntasan secara klasikal sebesar 84,62%. Untuk persentase siswa dengan tingkat inisiatif minimal tinggi pada kelas VIII A adalah 81,82%, kelas VIII D adalah 84,38%, dan rata-rata persentase siswa dengan tingkat inisiatif minimal tinggi secara klasikal sebesar 84,62%. Secara klasikal persentase

siswa yang mengalami peningkatan skor tingkat inisiatifnya adalah 95,38% atau sebanyak 62 siswa yang terdiri atas 31 siswa dari kelas VIII A dan 31 siswa dari kelas VIII D.

- c. Penelitian yang dilakukan oleh Susanti di tahun 2017 dengan judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Bangun Ruang Sisi Datar Berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) untuk Mengembangkan Kreativitas Siswa”. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa.
- 1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), dan Tes Hasil Belajar (THB) pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar kelas VIII tingkat SMP/MTs yang valid, praktis dan efektif.
  - 2) Penemuan rumus keliling jaring-jaring prisma tegak segi-n beraturan dengan sisi tegak mengelompok melalui kegiatan pembelajaran siswa.

## 2.7 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan paparan-paparan di atas, maka dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut.

$H_A$ : Melalui penerapan perangkat pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam kajian *rainbow antimagic coloring*.

$H_0$ : Melalui penerapan perangkat pembelajaran *problem based learning* tidak dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam kajian *rainbow antimagic coloring*.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kombinasi (*mix methods*). Penelitian kombinasi adalah penggabungan dari penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Sugiyono (2018), memaparkan bahwa metode penelitian kombinasi merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat pragmatism (gabungan positivisme dan postpositivisme). Terdapat beberapa model penelitian kombinasi diantaranya adalah *sequential explanatory*, *sequential exploratory*, *concurrent triangulation*, *concurrent embedded* dan penelitian ini menggunakan penelitian kombinasi dengan model *sequential exploratory* dimana menggabungkan metode penelitian kualitatif dengan kuantitatif secara berurutan.

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dimana penelitian ini mengembangkan perangkat dan mengacu pada model pengembangan. Dalam hal mengembangkan perangkat pembelajaran, penelitian ini menggunakan *Problem-Based Learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), Tes Hasil Belajar (THB), monograf, serta mengetahui perbedaan signifikansi antara kelas *control* dengan kelas eksperimen.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2019/2020 tepatnya di semester ganjil. Tempat penelitian yaitu Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

### 3.3 Definisi Operasional

Untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman dan perbedaan tafsiran maka perlu adanya definisi operasional. Beberapa istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini adalah:

- a) *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*Student Centered Learning/Learner-Centered*) dengan penggunaan “masalah” sebagai stimulus, *contextual learning*, dan

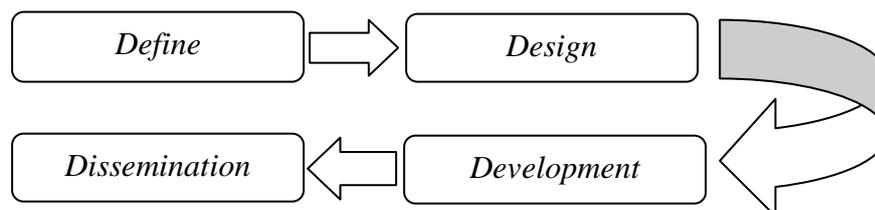
mengintegrasikan pembelajaran (teori dan praktik) sehingga peserta didik mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah *rainbow antimagic coloring* serta keterampilan sosial yang tersaji dalam pembagian kelompok dan menuntut sebuah kerjasama (kolaborasi).

- b) Berpikir kreatif inovatif adalah suatu kegiatan mental yang digunakan seseorang untuk membangun ide atau gagasan yang baru secara fasih, fleksibel, penciptaan, pengembangan, dan pengenalan terhadap kebaruan terhadap produk atau solusi yang dihasilkan baik ditinjau dari pengetahuan individu yang berpikir maupun dari pengetahuan yang dominan di lingkungannya.
- c) *Cognitive style* adalah ciri khas atau kebiasaan dalam hal memecahkan masalah, berpikir memahami, mengingat, mengatur dan mewakili informasi dimana terjadi keragaman perbedaan pada setiap individu.
- d) Individu dengan gaya *Field Dependent* memiliki karakteristik dalam hal menyelesaikan masalah lebih bersifat global, sementara individu dengan *Field Independent* memiliki karakteristik memecahkan masalah dengan cara analitik, dimana masalah tersebut tidak dilihat secara global melainkan masalah tersebut diuraikan menjadi bagian-bagian kecil dan dapat menarik hubungan di antara bagian-bagian kecil tersebut.
- e) *Rainbow antimagic coloring* yang dilambangkan dengan  $rc_A(G)$  merupakan pewarnaan minimal yang dibutuhkan untuk membuat  $G$  menjadi *rainbow connected*.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Tahapan Pengembangan Perangkat

Penelitian ini menggunakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang ditulis oleh Thiagarajan. Thiagarajan (dalam Sugiyono, 2019:37) memaparkan bahwa terdapat langkah-langkah yang dikenal dengan 4 D yakni *Define, Design, Development, dan Dissemination*. Untuk lebih jelasnya, tahapan tersebut disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 1 Langkah-Langkah Penelitian dan Pengembangan Menurut Thiagarajan.

Berdasarkan langkah-langkah tersebut, maka akan dijabarkan dalam penjelasan sebagai berikut.

1) Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pendefinisian (*Define*), berisi kegiatan untuk menetapkan produk apa yang akan dikembangkan beserta spesifikasinya dimana tahapan ini merupakan kegiatan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui penelitian dan studi literatur (Sugiyono, 2019:38). Pada tahapan ini terdapat beberapa langkah antara lain (Hobri, 2010).

a) Analisis awal akhir (*front-end analysis*)

Peneliti memilih penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa kajian *rainbow antimagic coloring* dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah (PBL). Metode yang digunakan pada tahapan ini adalah metode observasi.

b) Analisis siswa (*learner analysis*)

Tahapan ini merupakan bagian dimana peneliti mengetahui karakteristik dari siswa berdasarkan kemampuan, gaya kognitif (*cognitive style*), latar belakang ekonomi yang beragam. Metode yang digunakan pada tahapan ini adalah wawancara dan observasi.

c) Analisis konsep (*concept analysis*)

Tahapan ini bertujuan untuk melakukan identifikasi serta menyusun materi yang akan dipelajari oleh mahasiswa berdasarkan analisis awal akhir. Materi yang digunakan adalah *rainbow antimagic coloring*.

d) Analisis tugas (*task analysis*)

Tujuan dari tahapan ini adalah sebagai langkah identifikasi keterampilan utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran dan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Tugas yang akan diberikan pada penelitian ini adalah tentang *rainbow antimagic coloring*.

e) Spesifikasi tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Tahapan ini digunakan untuk menentukan atau merumuskan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai oleh mahasiswa. Spesifikasi tujuan pembelajaran ini adalah berupa materi *rainbow antimagic coloring* dengan model pembelajaran berbasis masalah.

2) Tahap Perencanaan (*Design*)

Perencanaan (*design*), berisi tentang kegiatan untuk membuat rancangan terhadap produk yang ditetapkan (Sugiyono, 2019:38). Terdapat beberapa langkah dalam tahapan ini, antara lain (Hobri, 2010).

a) Penyusunan tes (*criterion test construction*)

Tahapan ini dilakukan kegiatan penyusunan tes yang sesuai dengan penelitian terkait dimana materi yang diteliti adalah *rainbow antimagic coloring*. Dalam perancangan tes hasil belajar dibuat kisi-kisi soal dan acuan penskoran. Pemberian skor yang digunakan adalah Penilaian Acuan Patokan (PAP) dengan berorientasi pada tingkat kemampuan mahasiswa terhadap materi yang diujikan sehingga diperoleh skor yang mencerminkan persentase kemampuannya.

b) Pemilihan media (*media selection*)

Tahapan ini memerlukan proses pemilihan media yang menyesuaikan dengan hasil analisis tugas dan konsep serta karakteristik mahasiswa. Penggunaan media yang digunakan adalah pengembangan berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).

c) Pemilihan format (*format selection*)

Tahapan ini mencakup merancang isi, memilih strategi pembelajaran serta sumber belajar. Format yang digunakan pada kajian *rainbow antimagic coloring* adalah model pembelajaran berbasis masalah.

d) Perancangan awal (*initial design*)

Tahapan ini merancang *item* seperti Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Lembar Kegiatan Mahasiswa, serta Tes Hasil Belajar. Hasil perancangan awal ini merupakan inisiasi pada tahap pengembangan (*development*).

3) Tahap Pengembangan (*Development*)

Pengembangan (*development*) berisi tentang kegiatan membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas produk secara berulang-ulang sampai dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (Sugiyono, 2019:38). Tahapan ini merupakan penilaian yang dilakukan oleh para ahli (*expert*) dan uji coba lapangan, dengan penjabaran sebagai berikut.

a) Penilaian para ahli (*expert appraisal*)

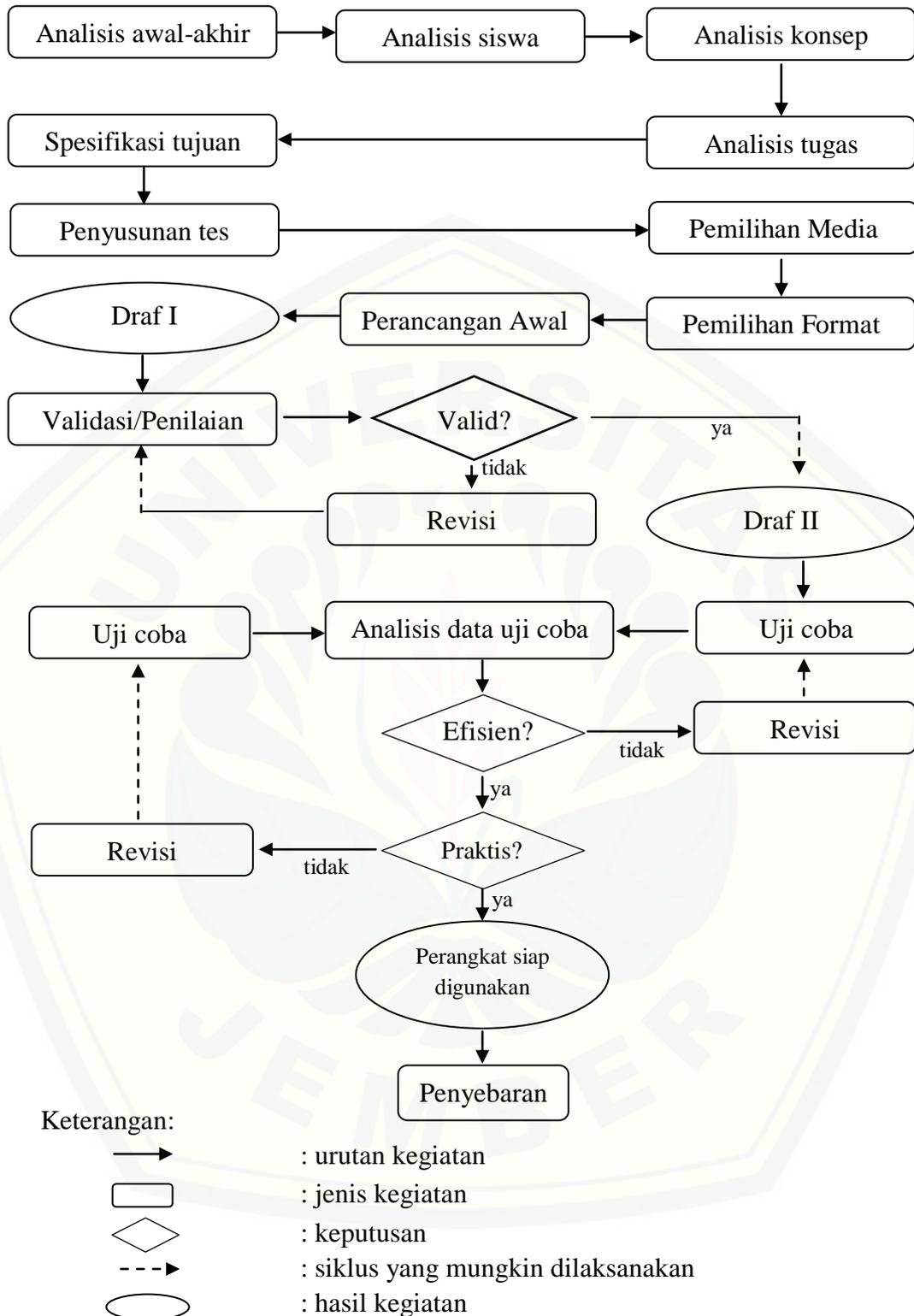
Penilaian para ahli mencakup validasi isi yang berisi tentang semua perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dalam tahapan sebelumnya. Hasil dari penilaian para ahli tersebut yang kemudian direvisi untuk mendapatkan perangkat yang efektif dan berkualitas baik.

b) Uji coba lapangan

Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan masukan langsung dari lapangan terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Uji coba dilakukan hingga mendapatkan hasil yang efektif dan berkualitas baik.

4) Tahap Diseminasi (*Dissemination*)

Diseminasi (*Dissemination*) berisi tentang kegiatan menyebarluaskan produk yang telah teruji untuk dimanfaatkan orang lain (Sugiyono, 2019:38). Pada tahapan ini dilakukan dengan mengembangkan pada skala yang lebih luas dengan menggunakan *e-learning* dan berbagai macam pembelajaran *online* lainnya. Tujuan daripada tahapan ini adalah untuk memperoleh hasil keefektifan perangkat pembelajaran yang diujikan oleh pihak lain yang hendak menggunakan.



Gambar 3. 2 Tahapan Model Penelitian *Research & Development*

### 3.4.2 Penelitian Kombinasi (*Mix Methods*)

Model penelitian kombinasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sequential exploratory*. Pada tahapan awal, metode ini menggunakan metode kualitatif dan di tahapan selanjutnya menggunakan metode kuantitatif. Bobot metode lebih pada metode kualitatif dan dilengkapi dengan metode kuantitatif kemudian dikombinasikan (Sugiyono, 2018:39). Tahapan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

#### 1) Data kualitatif

Data kualitatif diperoleh melalui wawancara, kuesioner/angket dan observasi untuk mengetahui implikasi perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif inovatif.

#### 2) Data kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui data hasil tes yang diberikan kepada mahasiswa dimana tes tersebut disusun berdasarkan pada pembelajaran berbasis masalah (PBL) dan indikator berpikir kreatif inovatif.

## 3.5 Metode Pengumpulan Data

Menurut Sugiyono (2018:308) bahwa teknik pengumpulan data memiliki tujuan utama dari penelitian yaitu untuk mendapatkan data dan jika peneliti tidak mengetahui teknik pengumpulan data, maka tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan. Pada penelitian ini pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 3.5.1 Validasi perangkat pembelajaran

#### a) Validasi RPP

Lembar validasi ini diberikan kepada tim ahli/validator untuk diberikan saran tentang RPP yang telah disusun. Hasil yang didapat yakni berupa komentar dan/serta saran dari validator tersebut.

#### b) Validasi LKM

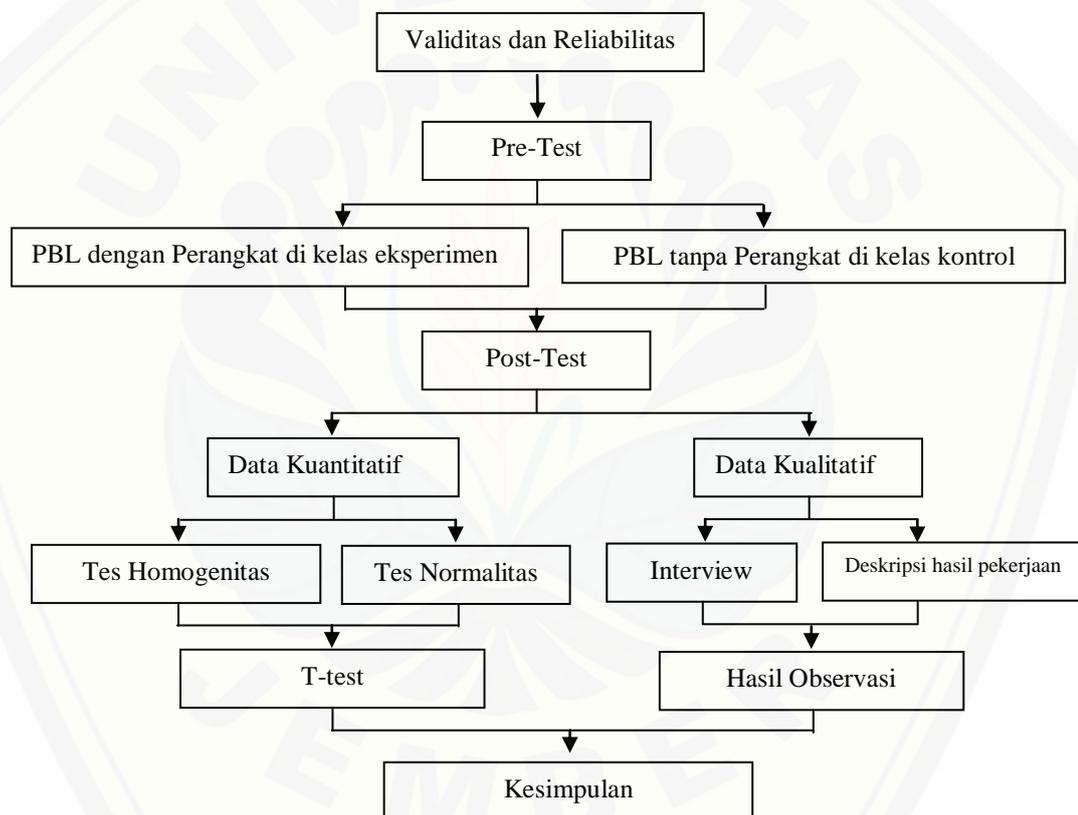
Dalam hal validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), data yang dikumpulkan berupa data valid yang berupa penilaian yang didapat dari tim ahli/validator.

c) Validasi Tes Hasil Belajar

Penggunaan Tes Hasil Belajar (THB) adalah untuk melihat keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa. Kemudian akan dilakukan perbandingan THB antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Tim ahli (validator) akan menilai perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan tersebut.

d) Validasi Monograf

Teknik yang dilakukan untuk memvalidasi monograf yaitu memberikan monograf dan lembar validasi untuk diberi saran, komentar dan dikoreksi kebenarannya.



Gambar 3. 3 Proses *Mix Methods Model Sequential Exploratory*

### 3.5.2 Pengamatan Keterlaksanaan Pembelajaran

Pengamatan ini dilakukan oleh pengamat di kelas. Hasil yang didapatkan dari hal ini yaitu berupa skor tentang keterlaksanaan modul pembelajaran. Pengamat diberikan modul pembelajaran serta lembar pengamatan. Dari hal

tersebut, diambil hasil dari pengamat yang merupakan nilai terhadap kepraktisan modul pembelajaran yang dikembangkan.

### 3.5.3 Tes Hasil Belajar

Tes merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya serta besarnya kemampuan objek yang diteliti (Arikunto, 2002:198). Lebih lanjut, Masyhud (2012:203) berpendapat bahwa tes hasil belajar disusun untuk mengukur tingkat ketercapaian individu setelah mempelajari sesuatu materi tertentu. Penelitian ini menggunakan tes berupa jenis tes kemampuan berpikir kreatif inovatif mahasiswa.

### 3.5.4 Wawancara

Wawancara adalah suatu teknik pengumpulan data untuk mendapatkan informasi yang digali dari sumber data langsung melalui percakapan atau tanya jawab (Satori dan Komariah, 2014:130). Penyusunan panduan wawancara juga harus dirancang secara tepat sehingga dapat menjamin perolehan data penelitian yang valid (Masyhud, 2012:210). Arikunto (2002:202) membagi pedoman wawancara menjadi dua macam, yakni.

- 1) Pedoman wawancara tidak terstruktur, yaitu pedoman wawancara yang hanya memuat garis besar yang akan ditanyakan, sehingga memerlukan kreativitas dari pewawancara.
- 2) Pedoman wawancara terstruktur, yaitu pedoman wawancara yang disusun secara terperinci sehingga menyerupai *check-list* dan pewawancara tinggal membubuhkan tanda  $\surd$  (*check*) pada nomor yang sesuai.

Penelitian ini membutuhkan data yang didapat dari wawancara. Pedoman wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah pedoman wawancara tidak terstruktur. Pelaksanaan wawancara dilaksanakan dengan menggunakan instrument pedoman wawancara.

### 3.5.5 Angket atau Kuisioner

Menurut Arikunto (2013:102), angket merupakan daftar pertanyaan yang diberikan kepada orang lain dengan maksud agar orang yang diberi tersebut

bersedia memberikan respons sesuai dengan permintaan pengguna. Penelitian ini menggunakan data dari angket yang diberikan kepada mahasiswa.

### 3.5.6 Uji Prasyarat

#### a) Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan salah satu uji prasyarat untuk memenuhi asumsi kenormalan dalam analisis data statistik parametrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan SPSS. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada Kolmogorov-Smirnov nilai sig. > 0.05.

#### b) Uji Reliabilitas Perangkat

Uji reliabilitas untuk menjamin instrumen yang digunakan konsistensi, stabil dan dependibilitas sehingga bila digunakan berulang kali akan menghasilkan data yang sama. Uji reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan rumus Alpha Cronbach (Ary dalam Masyhud, 2012:235) sebagai berikut.

$$r_{xx} = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ \frac{S_x^2 - S_1^2}{S_x^2} \right]$$

Keterangan:

$r_{xx}$  = koefisien reliabilitas

$K$  = jumlah butir kuisioner

$S_1^2$  = jumlah varians skor-skor butir

$S_x^2$  = varians skor kuisioner

Setelah dilakukan perhitungan, langkah selanjutnya dikategorikan tingkat reliabilitas instrument tersebut berdasarkan tabel di bawah ini.

Tabel 3. 1 Koefisien Reliabilitas Menurut Balian

<b>Interval Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
<b>0,00 ≤ r &lt; 0,80</b>	Tidak Reliabel
<b>0,80 ≤ r &lt; 0,85</b>	Cukup Reliabel
<b>0,85 ≤ r &lt; 0,90</b>	Reliabel Tinggi
<b>0,90 ≤ r ≤ 1,00</b>	Reliabel Sangat Tinggi

## c) Uji Homogenitas

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

## d) Uji T-tes

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

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

$H_0$  = rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* lebih rendah dari atau sama dengan rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *problem based learning*.

$H_1$  = rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* lebih tinggi dari rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *problem based learning*.

Keterangan:

Jika  $p_{value} < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima;

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

### 3.6 Analisis Data

#### 3.6.1 Validitas Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa Lembar Kerja Mahasiswa serta Tes Hasil Belajar diberikan kepada tim validator untuk dinilai tingkat kevalidannya. Setelah divalidasi, kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan nilai rata-rata total aspek penilaian kevalidan model dan perangkat pembelajaran. Berikut langkah-langkahnya dijabarkan sebagai berikut.

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

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

Keterangan:

$V_{ji}$  = nilai validator ke- $j$  terhadap indicator ke- $I$ ;

$n$  = banyaknya validator

- c) Menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus

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

Keterangan:

$A_i$  = rerata nilai untuk aspek ke- $i$ ;

$I_{ij}$  = rerata untuk aspek ke- $i$  indikator ke- $j$ ;

$m$  = banyaknya indicator dalam aspek ke- $i$

- d) Menentukan nilai  $Va$  atau nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus

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

Keterangan:

$Va$  = nilai rerata total untuk semua aspek;

$A_i$  = rerata nilai untuk aspek ke- $i$ ;

$n$  = banyaknya aspek

Kemudian hasil nilai  $Va$  disesuaikan dengan interval penentuan tingkat kevalidan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 2 Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Nilai $Va$	Interpretasi
$1 \leq Va < 2$	tidak valid
$2 \leq Va < 3$	cukup valid
$3 \leq Va < 4$	valid

(Cahyanti, 2016)

Ketika didapatkan nilai  $Va$  masih tidak valid, maka perlu adanya revisi total dan dilakukan prose validasi kembali hingga diperoleh perangkat pembelajaran yang memenuhi kriteria valid.

### 3.6.2 Analisis Data Kepraktisan Perangkat

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

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

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

Keterangan:

$SR$  = Skor rata-rata hasil observasi;

$ST$  = Skor total dari observer

$SM$  = Skor maksimal yang diperoleh dari hasil observasi

- Membuat kesimpulan dari hasil analisis observasi aktivitas dosen. Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria persentase skor rata-rata hasil observasi dapat disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3. 3 Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen

Skor	Kesimpulan
$90\% \leq SR \leq 100\%$	Sangat Praktis
$80\% \leq SR < 90\%$	Baik
$70\% \leq SR < 80\%$	Cukup
$40\% \leq SR < 70\%$	Kurang
$0\% \leq SR < 40\%$	Sangat Kurang

### 3.6.3 Analisis Data Keefektifan Perangkat

Terdapat tiga indikator untuk menentukan keefektifan perangkat yang telah disusun, diantaranya adalah hasil belajar, aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa.

#### a) Analisis Data Hasil Belajar

Hasil tes dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Merekap skor masing-masing mahasiswa
2. Menentukan kategori ketuntasan belajar mahasiswa, diambil nilai ketuntasan minimum yaitu 80.
  - (a) Jika nilai mahasiswa lebih dari atau sama dengan 80 (dari skor maksimal 100), maka mahasiswa tersebut dikategorikan tuntas.
  - (b) Jika nilai siswa kurang dari 80, maka mahasiswa tersebut dikategorikan belum tuntas.
3. Menghitung banyaknya mahasiswa yang telah tuntas
4. Menentukan ketuntasan klasikal dengan kriteria sebagai berikut.
  - (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.

#### b) Analisis Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Analisis ini ditinjau dengan keaktifan mahasiswa selama kegiatan belajar-mengajar berlangsung. Keaktifan mahasiswa dapat dihitung dengan rumus berikut (Sukardi dalam Cahyanti, 2016).

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

Keterangan:

$P_s$  = persentase keaktifan skor rata-rata hasil observasi;

$A_s$  = jumlah skor yang diperoleh observer;

$N$  = jumlah skor maksimal

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan tersebut, selanjutnya diklasifikasikan dengan keaktifan mahasiswa yang dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 3. 4Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

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

(Diadaptasi dari Cahyanti, 2016)

c) Analisis Data Respon Mahasiswa

Pemberian angket atau kuisisioner bertujuan untuk memperoleh data yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui respon dari mahasiswa berupa respon positif maupun negatif. Jika terdapat respon positif, maka mahasiswa senang serta memiliki minat terhadap kegiatan pembelajaran dengan perangkat tersebut dan hal berkebalikan jika terdapat respon negatif. Penentuan pencapaian tujuan pembelajaran ditinjau dari respon mahasiswa dengan berkoresponden positif setidaknya lebih dari atau sama dengan 80% dari jumlah subjek yang diteliti.

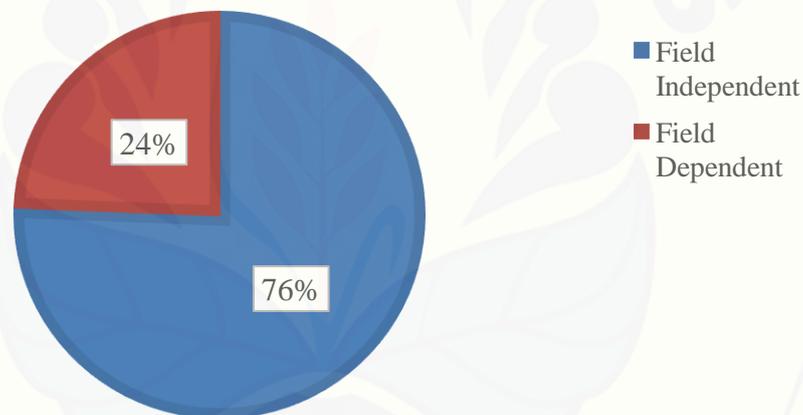
## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Gaya Kognitif Mahasiswa

Mengetahui gaya kognitif mahasiswa diperlukan sebuah tes. Penelitian ini mengambil gaya kognitif dengan tipe *Field Dependent* dan *Field Independent*. Oleh karena itu, diperlukan tes yang berupa *Group Embedded Figures Test* yang dikembangkan oleh Witkin. Tes ini diberikan di kelas eksperimen dengan jumlah mahasiswa sebanyak 41 orang.

Berikut ini disajikan distribusi gaya kognitif *Field Dependent* dan *Field Independent*:

HASIL DARI GROUP EMBEDDED FIGURES TEST (GEFT)



Gambar 4. 1 Hasil dari Group Embedded Figures Test (GEFT)

Hasil tes menunjukkan terdapat mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *Field Dependent* dan *Field Independent*. Berdasarkan gambar pada diagram yang disajikan, dari 41 mahasiswa terdapat 24% atau 10 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *Field Dependent* dan 76% atau 31 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *Field Independent*.

### 4.2 Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning*

Sesuai dengan yang telah dipaparkan bahwa penelitian ini menggunakan penelitian dan pengembangan milik Thiagarajan dengan 4 langkah-langkah, diantaranya adalah tahap pendefinisian (*define*), tahap perencanaan (*design*), tahap

pengembangan (*development*) dan tahap diseminasi (*dissemination*). Proses pengembangan perangkat yang dilakukan adalah validasi dan uji keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

#### 4.2.1 Tahap Pendefinisian

Terdapat 5 tahapan dalam tahap pendefinisian yang merupakan tahapan awal tentang kegiatan menganalisis tujuan dan batasan materi untuk menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran. Kelima tahapan tersebut antara lain:

##### 1) Analisis awal akhir (*front-end analysis*)

Analisis awal bertujuan untuk menetapkan dasar dari permasalahan yang diperlukan guna mengembangkan perangkat pembelajaran sehingga menjadi solusi alternatif dari perangkat pembelajaran yang sesuai. Setelah dilakukan analisis, didapatkan bahwa mahasiswa mengalami kesusahan ketika memahami konsep dari *rainbow antimagic coloring* yang dimana konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* tersebut merupakan konsep yang berbeda dengan pewarnaan graf pada umumnya. Konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* juga menuntut mahasiswa untuk aktif dan kreatif dalam pembelajaran.

Konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* yang merupakan konsep baru tersebut membuat konsep pewarnaan ini menjadi salah satu permasalahan dalam pengembangan perangkat. Model pembelajaran berbasis masalah (PBL) membantu mahasiswa untuk menentukan pewarnaan *rainbow antimagic coloring* dari graf yang dibuatnya serta meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa.

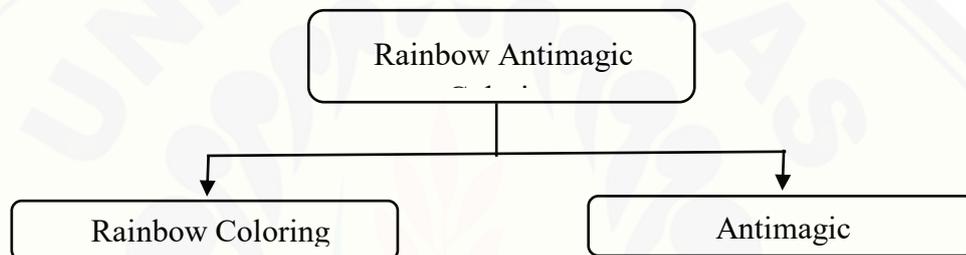
##### 2) Analisis siswa (*learner analysis*)

Analisis mahasiswa bertujuan untuk memahami karakteristik mahasiswa, seperti kemampuan, usia, gaya kognitif dan motivasi mahasiswa terhadap materi mengenai pewarnaan *rainbow antimagic coloring*. Subjek yang dianalisis adalah mahasiswa S1 FKIP Pendidikan Matematika yang berada di semester 3. Pembelajaran yang dilakukan bertujuan untuk menggali

keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menentukan pewarnaan *rainbow antimagic coloring* dari graf yang dibuatnya. Oleh karena itu, mahasiswa dituntut untuk harus aktif dalam kegiatan pembelajaran seperti bekerja sama dengan kelompok, berdiskusi, maupun tanya jawab untuk memperoleh informasi.

3) Analisis konsep (*concept analysis*)

Analisis konsep bertujuan menentukan isi dari materi yang akan disampaikan. Setelah dilakukan kegiatan analisis awal-akhir maka didapatkan bahwa konsep dari pewarnaan *rainbow antimagic coloring* dipaparkan sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Peta Konsep *Rainbow Antimagic*

4) Analisis tugas (*task analysis*)

Tujuan dari tahapan ini adalah sebagai langkah identifikasi keterampilan utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran dan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Tugas yang akan diberikan pada penelitian ini adalah tentang *rainbow antimagic coloring*.

5) Spesifikasi tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Tahapan ini digunakan untuk menentukan atau merumuskan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai oleh mahasiswa. Spesifikasi tujuan pembelajaran ini adalah berupa materi *rainbow antimagic coloring* dengan model pembelajaran berbasis masalah dengan ketercapaian sebagai berikut:

- (a) Mahasiswa berperan aktif selama pembelajaran berlangsung dan bekerja sama dalam memahami konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*.
- (b) Mahasiswa dapat menentukan kardinalitas dari graf.
- (c) Mahasiswa dapat melakukan pewarnaan *rainbow antimagic coloring* seminimal mungkin dari graf yang telah dibuat.

- (d) Mahasiswa dapat menentukan fungsi titik dan bobot sisi pada graf yang telah dibuat.

#### 4.2.2 Tahap Perencanaan

Tahapan ini digunakan untuk merancang perangkat pembelajaran dengan materi pewarnaan *rainbow antimagic coloring* yang berbasis *problem based learning* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap keterampilan kreatif inovatif mahasiswa. Perencanaan ini memiliki beberapa langkah, diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Penyusunan tes

Tahapan ini dilakukan kegiatan penyusunan tes yang sesuai dengan penelitian terkait dimana materi yang diteliti adalah *rainbow antimagic coloring*. Tes yang digunakan berupa uraian yang disesuaikan dengan pembelajaran berbasis masalah (PBL).

2) Pemilihan media

Tahapan ini memerlukan proses pemilihan media yang menyesuaikan dengan hasil analisis tugas dan konsep serta karakteristik mahasiswa. Penggunaan media yang digunakan adalah pengembangan berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Lembar Kerja Mahasiswa bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa. Adapun tujuan Lembar Kerja Mahasiswa ini sebagai pemahaman konsep dan menentukan pewarnaan *rainbow antimagic coloring* pada graf.

3) Pemilihan format

Tahapan ini mencakup merancang isi, memilih strategi pembelajaran serta sumber belajar. Format yang digunakan pada kajian *rainbow antimagic coloring* adalah model pembelajaran berbasis masalah dikarenakan penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa.

## 4) Perancangan awal

Tahapan ini merancang *item* seperti Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), serta Tes Hasil Belajar (THB). Hasil perancangan awal ini merupakan inisiasi pada tahap pengembangan (*development*).

## (a) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Rencana pembelajaran perkuliahan di dalamnya terdapat Satuan Acara Perkuliahan (SAP) yang berisi materi *rainbow antimagic coloring*. Satuan acara perkuliahan dibuat berdasarkan model pembelajaran berbasis masalah untuk satu pertemuan dengan alokasi waktu pertemuan sebanyak  $2 \times 50$  menit. Setelah selesai pembelajaran, selanjutnya diadakan post-tes yang berisi materi *rainbow antimagic coloring*.

LAMPIRAN C SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)		KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Fakultas	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan	Kegiatan Pendahuluan		15'
Prodi	: Pendidikan Matematika	Dosen	Mahasiswa	
Mata Kuliah	:	1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucapkan salam dan doa	2'
Semester	:	2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
SKS	:	3. Membangkitkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'
Dosen Pengampu	:	4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf, <i>rainbow connection</i> , <i>antimagic labeling</i> , <i>rainbow antimagic coloring</i>	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf, <i>rainbow connection</i> , <i>antimagic labeling</i> , <i>rainbow antimagic coloring</i>	5'
Bahan Kajian	: <i>Rainbow Antimagic Coloring</i>			
Pertemuan ke	: 1			
Kemampuan Akhir	: Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>rainbow antimagic coloring</i> dari suatu graf			
Sub Bahan Kajian	: Kardinalitas, <i>rainbow antimagic coloring</i>			
Sumber Pembelajaran	: Buku dan Jurnal Penelitian terkait			
Media Pembelajaran	: LKM			
Pendekatan/metode	: Pembelajaran Berbasis Masalah			
Skenario Pembelajaran	:			

Gambar 4. 3 Desain Satuan Acara Perkuliahan

## (b) Lembar Kerja Mahasiswa

Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) didesain dengan berdasarkan model pembelajaran berbasis masalah. LKM ini berisi tentang konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* yang bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang konsep serta menentukan *rainbow antimagic coloring*.



Gambar 4. 4 Desain Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

#### (c) Tes Hasil Belajar

Tes hasil belajar yang digunakan dalam penelitian ini berupa post-tes yang berupa materi yang telah diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *problem based learning*. Pemberian post-tes bertujuan untuk mengukur hasil belajar mahasiswa dan juga mengetahui dampak dari pemberian *treatment* pembelajaran model *problem based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa.

#### 4.2.3 Tahap Pengembangan

Pengembangan (*development*) berisi tentang kegiatan membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas produk secara berulang-ulang sampai dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Tahapan ini memiliki dua langkah, yakni penilaian yang dilakukan oleh para ahli (*expert*) dan uji coba lapangan.

##### 1) Penilaian para ahli (*expert*)

Penilaian para ahli mencakup validasi isi yang berisi tentang semua perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dalam tahapan sebelumnya. Hasil dari penilaian para ahli tersebut yang kemudian direvisi untuk mendapatkan

perangkat yang efektif dan berkualitas baik. Penelitian ini menggunakan dua validator untuk melakukan validasi terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

Tabel 4. 1 Daftar Nama Validator

No.	Nama	Bidang Keahlian
1.	Robiatul Adawiyah, S.Pd., M.Si.	Pembelajaran dan penyusunan LKM
2.	Ermita Rizki Albirri, S.Pd., M.Si.	Teori Graf

## 2) Uji coba lapangan

Setelah dilakukan validasi oleh validator, langkah selanjutnya adalah dilakukan uji coba lapangan. Penelitian ini menggunakan subjek yakni mahasiswa semester ketiga S1 pendidikan matematika yang menempuh mata kuliah kombinatorika dengan menggunakan kelas kontrol dan kelas eksperimen berjumlah 32 mahasiswa dan 41 mahasiswa. Kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan pada kelas eksperimen yaitu dengan menggunakan model *problem based learning* dengan menggunakan perangkat pembelajaran. Hasil uji coba lapangan akan digunakan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran.

Penelitian ini memerlukan observer yang bertujuan sebagai pengamat aktivitas mahasiswa dan aktivitas dosen selama pembelajaran berlangsung. Oleh karena itu, penelitian ini diamati oleh observer yang berasal dari mahasiswa program studi magister pendidikan matematika. Peneliti selaku dosen model yang melaksanakan uji coba pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berikut ini disajikan observer dalam penelitian ini.

Tabel 4. 2 Daftar Nama Observer

No.	Nama	Keterangan
1.	Zuhristawa Luthfi Al Jabbar, S. Pd.	Peneliti
2.	Syamsiatul Kurniawati, S. Si., S. Pd.	Obsever
3.	Budi Sulistiyono, S. Si.	Observer

Dalam kegiatan ini, peneliti sebagai pengajar yang melakukan uji coba perangkat pembelajaran dengan observer yang bertujuan untuk melakukan penilaian terhadap kegiatan pembelajaran. Observer juga diberikan perangkat penilaian berupa lembar observasi aktivitas mahasiswa dan lembar observasi kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran.

Pembelajaran dengan model *problem based learning* berjalan dengan cukup baik dan lancar. Hal ini berdasar pada hasil pengamatan dalam pengelolaan pembelajaran serta aktivitas mahasiswa selama pembelajaran berlangsung. Pelaksanaan uji coba lembar kerja mahasiswa dilakukan dengan membagi mahasiswa dalam kelompok-kelompok. Dalam kelompok tersebut, mahasiswa membaca materi yang berada di lembar kerja mahasiswa serta mengerjakan soal-soal yang ada di dalamnya.

Tabel 4. 3 Jadwal Pelaksanaan Pembelajaran

Waktu	Kegiatan
Senin, 21 Oktober 2019 13.20-15.10	Pelaksanaan pembelajaran

Berdasarkan tabel 4.3, dapat dilihat bahwa pembelajaran di kelas eksperimen dilaksanakan pada hari Senin, 21 Oktober 2019 pada pukul 13.20 WIB hingga pukul 15.10 WIB. Kepraktisan Pada saat pembelajaran pertama tersebut berlangsung dilakukan pengamatan terhadap kepraktisan perangkat pembelajaran yang meliputi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Saat pembelajaran, aktivitas mahasiswa dapat dilihat dengan keaktifannya dalam pembelajaran dan dalam mengerjakan lembar kerja mahasiswa yang diberikan. Lembar kerja tersebut menuntut mahasiswa untuk selalu aktif untuk berdiskusi dengan teman sekelompoknya. Lembar kerja tersebut juga meminta mahasiswa memecahkan persoalan dalam menentukan konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* pada graf yang telah diberikan dan ketika mahasiswa menggambar grafnya sendiri.

Kegiatan awal pembelajaran, peneliti yang merupakan pengajar menyapaikan tujuan dari pembelajaran. Adapun tujuan pembelajaran adalah agar mahasiswa dapat memahami dan menentukan konsep pewarnaan

*rainbow antimagic coloring* pada graf. Kegiatan awal juga memberikan motivasi kepada mahasiswa tentang manfaat dari mempelajari graf terlebih pada konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* pada kehidupan sehari-hari.

Kegiatan selanjutnya yaitu pembagian mahasiswa dalam kelompok-kelompok yang beranggotakan 3-4 orang. Setelah terbentuk kelompok, selanjutnya peneliti membagikan LKM kepada kelompok-kelompok tersebut. Setelah selesai dibagikan, peneliti menjelaskan materi yang dibahas dalam LKM yakni konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* suatu graf. Penjelasan tersebut mengenai konsep awal dari konsep pewarnaan *rainbow coloring* dan konsep pelabelan *antimagic labeling* pada suatu graf. Penjelasan materi mengenai konsep tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6. Ketika selesai memberikan penjelasan, kemudian mahasiswa memahami materi tersebut dengan masing-masing kelompoknya. Dalam proses pemahaman tersebut, mahasiswa mengalami kesusahan dalam memahami materi tersebut. Mahasiswa sudah mempelajari tentang graf dan bagaimana memberikan kardinalitasnya, akan tetapi mengalami kebingungan terhadap konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*. Konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* adalah pewarnaan sisi dimana pewarnaan tersebut tidak boleh memiliki warna yang sama di dalam satu lintasan dan pewarnaan sisi tersebut merupakan hasil dari pelabelan titik. Pewarnaan tersebut juga memerlukan pewarnaan seminimal mungkin. Oleh karena itu, mahasiswa dituntut juga untuk berpikir kreatif inovatif dalam mengerjakannya. Dalam hal ini, peneliti berperan sebagai fasilitator mahasiswa dengan cara memberikan penjelasan tentang konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*.

Dalam pengerjaan lembar kerja tersebut, masing-masing kelompok tersebut diberikan batas waktu pengerjaan. Ketika waktu pengerjaan telah habis, peneliti meminta kelompok yang ditunjuk untuk mempresentasikan hasil pekerjaan kelompoknya di depan kelas. Saat kegiatan presentasi berlangsung, kelompok yang lain dipersilahkan bertanya tentang materi yang

dipresentasikan. Pertanyaan tersebut dapat berupa kebingungan tentang materi yang dialami oleh kelompok lain atau memberikan sanggahan jika dirasa jawaban yang dipresentasikan oleh kelompok yang mempresentasikan dirasa kurang tepat. Pada saat diskusi antar kelompok ini terjadi, peneliti yang merupakan pengajar juga bertindak sebagai fasilitator jika terdapat kebuntuan dalam materi yang dipresentasikan oleh kelompok dan kebingungan oleh kelompok yang tidak mempresentasikan hasil pekerjaannya.

#### 4.2.4 Tahap Diseminasi

Pada tahapan diseminasi, perangkat pembelajaran ini disebarakan kepada kelas lain ataupun universitas lain. Hal ini memiliki tujuan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran tersebut serta saran dan penilaian untuk menyempurnakan lagi perangkat pembelajaran tersebut. Pada tahapan ini dapat dilakukan dengan mengembangkan pada skala yang lebih luas dengan menggunakan *e-learning* dan berbagai macam pembelajaran *online* lainnya.

### 4.3 Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning*

Perangkat pembelajaran yang dihasilkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran, lembar kerja mahasiswa, serta tes hasil belajar dengan materi konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* dengan menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dengan menggunakan pengembangan perangkat model 4-D milik Thiagarajan.

#### 4.3.1 Hasil analisis data validasi

Terdapat instrumen-instrumen dari perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan ini yang perlu divalidasi, diantaranya adalah.

##### a) Hasil validasi rencana pembelajaran

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Validasi Rencana Pembelajaran

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
I. Perumusan tujuan pembelajaran					
1.	Kejelasan kompetensi inti dan kompetensi dasar	4	4	4	
2.	Kesesuaian kompetensi inti dan kompetensi dasar dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
3.	Ketepatan penjabaran kompetensi dasar ke dalam indikator	3	3	3	
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan peserta didik	3	4	3.5	
Jumlah				18.5	
Rata-rata aspek I				3.7	92.5%
<b>II. Isi SAP</b>					
1.	Sistematika penyusunan SAP	3	4	3.5	
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah	4	3	3.5	
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup	4	4	4	
Jumlah				11	
Rata-rata aspek II				3.67	91.75 %
<b>III. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	4	4	4	
Jumlah				8	
Rata-rata aspek III				4	100%
<b>IV. Waktu</b>					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	4	4	4	
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	4	3	3.5	
Jumlah				7.5	
Rata-rata aspek IV				3.75	93.75 %
Skor total keseluruhan aspek				<b>45</b>	
Skor rata-rata keseluruhan aspek				<b>3.75</b>	<b>94.5%</b>

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi rencana pembelajaran sebesar 3.75 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 94.5%. Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor validasi berada pada rentang  $3 \leq Vr < 4$  maka rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid.

## b) Hasil validasi LKM

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Validasi LKM

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
<b>I. Format</b>					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	
Jumlah				4	
Rata-rata aspek I				4	100%
<b>II. Isi LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis	4	4	4	
2.	Kebenaran konsep dan materi	4	4	4	
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi peserta didik	4	3	3.5	
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	3	3	3	
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik	4	4	4	
6.	Penyajian LKM menarik	3	4	3.5	
Jumlah				22	
Rata-rata aspek II				3.67	91.67%
<b>III. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu	4	4	4	
2.	Menggunakan istilah-istilah yang sudah dipahami	3	4	3.5	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)	4	3	3.5	
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	3	4	3.5	
Jumlah				14.5	
Rata-rata aspek III				3.625	90.625 %
Skor total keseluruhan aspek				<b>40.5</b>	
Skor rata-rata keseluruhan aspek				<b>3.68</b>	<b>94.098 %</b>

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi rencana pembelajaran sebesar 3.68 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 94.098%. Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor

validasi berada pada rentang  $3 \leq Vr < 4$  maka rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid.

c) Hasil validasi tes hasil belajar

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Validasi Pre-Tes dan Post-Tes

No	Aspek	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
1	Kesesuaian isi	4	4	4	
2	Kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kreatif inovatif	3	4	3.5	
3	Kejelasan petunjuk cara mengerjakan tes	4	3	3.5	
4	Kejelasan butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif	3	4	3.5	
5	Butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	3	3.5	
Skor total keseluruhan aspek				<b>18</b>	<b>90%</b>
Skor rata-rata keseluruhan aspek				<b>3.6</b>	<b>90%</b>

Berdasarkan keempat aspek tersebut maka diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi rencana pembelajaran sebesar 3.6 dan presentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 90%. Berdasarkan kriteria kevalidan jika skor validasi berada pada rentang  $3 \leq Vr < 4$  maka tes hasil belajar yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid.

#### 4.3.2 Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran

a) Uji kepraktisan

Untuk mengetahui tentang kepraktisan perangkat pembelajaran, dapat diketahui melalui analisis aktivitas mahasiswa dan aktivitas pengajar pada saat pembelajaran di kelas berlangsung. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan oleh dua orang observer sesuai dengan kriteria dari kualitas perangkat pembelajaran, maka perangkat pembelajaran dikatakan praktis apabila tingkat pencapaian kemampuan dosen dalam kegiatan pembelajaran berdasarkan aktivitas dosen mencapai  $\geq 3$ .

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
<b>I. Pendahuluan</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa	4	4	4	
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran	4	4	4	
3.	Memotivasi mahasiswa	3	4	3.5	
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari	4	3	3.5	
Jumlah				15	
Rata-rata aspek I				3.75	93.75%
<b>II. Kegiatan Inti</b>					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen	3	4	3.5	
2.	Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	4	3	3.5	
3.	Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian dan memberikan penjelasan	4	4	4	
4.	Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi serta memberikan penjelasan ketika terdapat pertanyaan	4	3	3.5	
5.	Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	4	4	4	
6.	Mengevaluasi jalannya presentasi	3	4	3.5	
Jumlah				22	
Rata-rata aspek II				3.67	91.67%
<b>III. Penutup</b>					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan	4	4	4	
2.	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya	4	4	4	
3.	Menutup dengan salam dan doa	4	4	4	
Jumlah				12	
Rata-rata aspek III				4	100%
Skor total keseluruhan aspek				<b>48</b>	
Skor rata-rata keseluruhan aspek				<b>3.69</b>	<b>95.14%</b>

Berdasarkan nilai indikator yang ada pada lembar observasi maka nilai indikator dari setiap pertemuan rata-rata keseluruhan skor hasil observasi dosen yaitu 3,69 dan presentase rata-rata sebesar 95,14% yang artinya memenuhi kriteria baik.

## b) Uji keefektifan

Terdapat indikator yang dalam pengukuran keefektifan perangkat yaitu hasil dari tes hasil belajar, hasil observasi aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa terhadap pembelajaran. Berikut paparan dari data dan hasil analisis keefektifan perangkat.

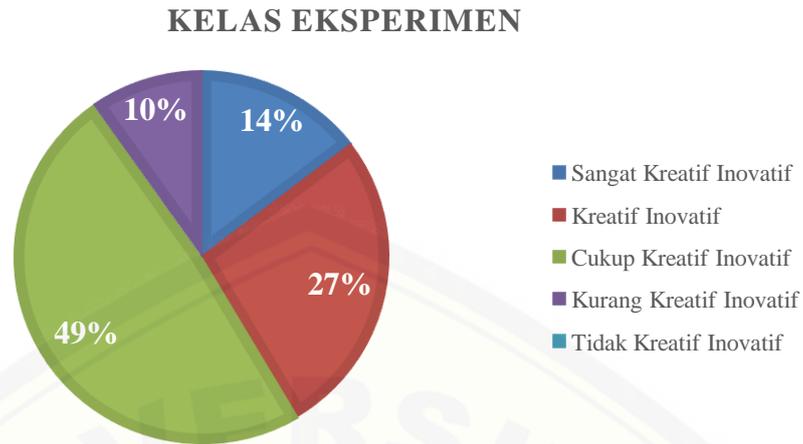
## 1) Analisis tes hasil belajar

Tes yang digunakan dalam hal ini adalah hasil dari *pre-test* dan *post-test* setelah pembelajaran telah dilaksanakan. *Pre-test* dilakukan di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol dengan rincian terdapat mahasiswa dengan jumlah 41 orang di kelas eksperimen dan 32 mahasiswa di kelas kontrol.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen

No.	Level	Jumlah	%
1.	Sangat Kreatif Inovatif	6	14.634%
2.	Kreatif Inovatif	11	26.829%
3.	Cukup Kreatif Inovatif	20	48.780%
4.	Kurang Kreatif Inovatif	4	9.756%
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0%
<b>Jumlah</b>		<b>41</b>	<b>100%</b>

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan informasi bahwa kelas eksperimen terdapat mahasiswa dengan jumlah 6 mahasiswa di level keterampilan berpikir sangat kreatif inovatif, 11 mahasiswa di level keterampilan berpikir kreatif inovatif, 20 mahasiswa di level keterampilan berpikir cukup kreatif inovatif dan 4 mahasiswa di level keterampilan berpikir kurang kreatif inovatif. Selanjutnya hasil dari tabel tersebut direpresentasikan dalam bentuk diagram sebagai berikut.



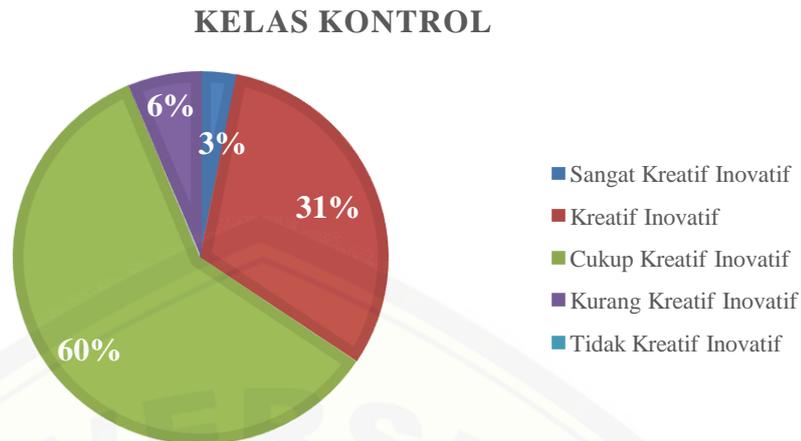
Gambar 4. 5 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen

Sementara untuk kelas kontrol yang terdapat mahasiswa sejumlah 32 orang diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

No.	Level	Jumlah	%
1.	Sangat Kreatif Inovatif	1	3.125%
2.	Kreatif Inovatif	10	31.25%
3.	Cukup Kreatif Inovatif	19	59.375%
4.	Kurang Kreatif Inovatif	2	6.25%
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0%
<b>Jumlah</b>		<b>32</b>	<b>100%</b>

Kelas kontrol dengan mahasiswa berjumlah 32 orang terdapat mahasiswa dengan jumlah 1 mahasiswa di level keterampilan berpikir sangat kreatif inovatif, 10 mahasiswa di level keterampilan berpikir kreatif inovatif, 19 mahasiswa di level keterampilan berpikir cukup kreatif inovatif dan 2 mahasiswa di level keterampilan berpikir kurang kreatif inovatif. Selanjutnya hasil dari tabel tersebut direpresentasikan dalam bentuk diagram sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

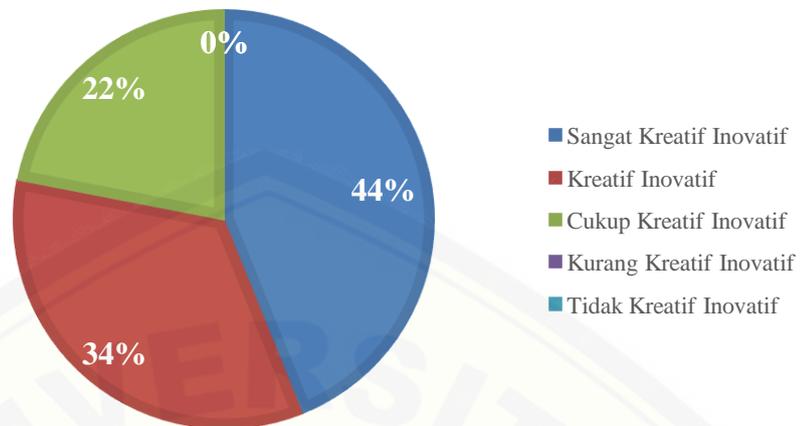
Terdapat jumlah mahasiswa yang mengikuti post-tes yaitu 73 mahasiswa dengan rincian 41 mahasiswa di kelas eksperimen dan 32 mahasiswa di kelas kontrol. Berdasarkan nilai tersebut, selanjutnya dianalisis dengan keterampilan kreatif inovatif mahasiswa dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen

No.	Level	Jumlah	%
1.	Sangat Kreatif Inovatif	18	43,90244%
2.	Kreatif Inovatif	14	34,14634%
3.	Cukup Kreatif Inovatif	9	21,95122%
4.	Kurang Kreatif Inovatif	0	0%
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0%
<b>Jumlah</b>		<b>41</b>	<b>100%</b>

Mahasiswa dengan jumlah 41 orang di kelas eksperimen disebarkan dalam pembagian 5 level keterampilan kreatif inovatif yaitu 18 mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 14 mahasiswa di level kreatif inovatif, 9 mahasiswa di level cukup kreatif inovatif dan tidak ada mahasiswa di level kurang dan tidak kreatif inovatif. Berikut disajikan diagram level keterampilan kreatif inovatif mahasiswa.

## KELAS EKSPERIMEN

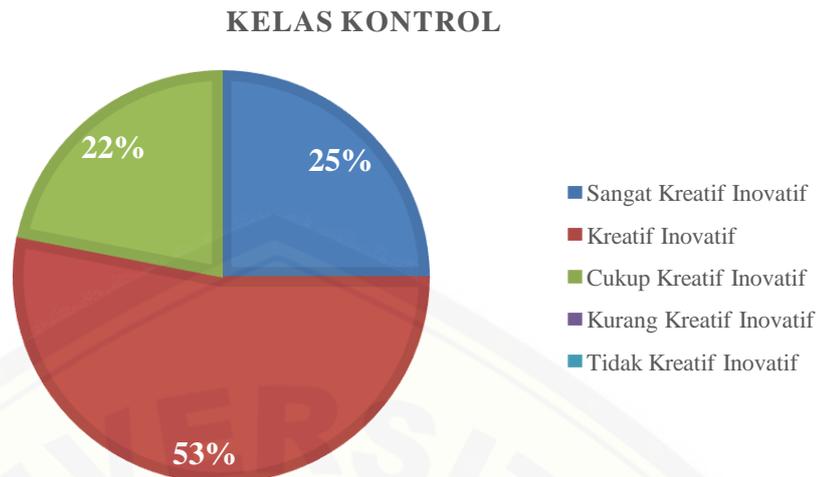


Gambar 4.7 Level Keterampilan Kreatif Inovatif Mahasiswa di Kelas Eksperimen

Berdasarkan tabel di bawah ini, mahasiswa dengan jumlah 32 orang di kelas kontrol disebarkan dalam pembagian 5 level keterampilan kreatif inovatif yaitu 8 mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 17 mahasiswa di level kreatif inovatif, 7 mahasiswa di level cukup kreatif inovatif dan tidak ada mahasiswa di level kurang dan tidak kreatif inovatif. Berikut disajikan diagram level keterampilan kreatif inovatif mahasiswa pada gambar 4.8.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

No.	Level	Jumlah	%
1.	Sangat Kreatif Inovatif	8	25%
2.	Kreatif Inovatif	17	53,125%
3.	Cukup Kreatif Inovatif	7	21,875%
4.	Kurang Kreatif Inovatif	0	0%
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0%
<b>Jumlah</b>		<b>32</b>	<b>100%</b>



Gambar 4.8 Level Keterampilan Kreatif Inovatif Mahasiswa di Kelas Kontrol

Setelah didapatkan hasil *pre-test* dan *post-test* dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel untuk melihat perbandingan hasil yang didapatkan untuk melihat apakah terdapat peningkatan antara hasil *pre-test* dengan *post-test*. Berikut ini disajikan tabel perbandingan sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen

No.	Level	Hasil <i>Pre-Test</i>	Hasil <i>Post-Test</i>
1.	Sangat Kreatif Inovatif	6	18
2.	Kreatif Inovatif	11	14
3.	Cukup Kreatif Inovatif	20	9
4.	Kurang Kreatif Inovatif	4	0
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0
<b>Jumlah</b>		<b>41 Mahasiswa</b>	

Berdasarkan tabel di atas, terdapat peningkatan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa ditinjau dari perbandingan hasil *pre-test* dengan *post-test*. Terdapat hasil signifikansi dimana hasil *pre-test* masih terdapat 4 mahasiswa dalam kategori kurang kreatif inovatif, sementara hasil *post-test* sudah tidak terdapat lagi mahasiswa dalam kategori tersebut.

Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

No.	Level	Hasil Pre-Test	Hasil Post-Test
1.	Sangat Kreatif Inovatif	1	8
2.	Kreatif Inovatif	10	17
3.	Cukup Kreatif Inovatif	19	7
4.	Kurang Kreatif Inovatif	2	0
5.	Tidak Kreatif Inovatif	0	0
<b>Jumlah</b>		<b>32 Mahasiswa</b>	

Berdasarkan tabel di atas, terdapat peningkatan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa ditinjau dari perbandingan hasil *pre-test* dengan *post-test*. Terdapat hasil signifikansi dimana hasil *pre-test* masih terdapat 4 mahasiswa dalam kategori kurang kreatif inovatif, sementara hasil *post-test* sudah tidak terdapat lagi mahasiswa dalam kategori tersebut.

2) Hasil observasi aktivitas mahasiswa

Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, observer mengamati dan memberikan penilaian terhadap aktivitas mahasiswa. Berikut disajikan rekapitulasi penilaian hasil dari observasi terhadap aktivitas mahasiswa.

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
I. Pendahuluan					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran	4	4	4	
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari	3	4	3.5	
Jumlah				7.5	
Rata-rata aspek I				3.75	93.75%
II. Kegiatan Inti					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok	4	4	4	
2.	Mahasiswa menerima LKM yang diberikan dosen	4	4	4	

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-Rata	%
		1	2		
3.	Menerima referensi dan mendengarkan penjelasan dari dosen	4	3	3.5	
4.	Mahasiswa melakukan diskusi	3	4	3.5	
5.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi	4	4	4	
6.	Mahasiswa mendengarkan evaluasi dari dosen	4	3	3.5	
Jumlah				22.5	
Rata-rata aspek II				3.75	93.75%
III. Penutup					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan	4	4	4	
Jumlah				12	
Rata-rata aspek III				4	100%
Skor total keseluruhan aspek				<b>42</b>	
Skor rata-rata keseluruhan aspek					<b>95.83%</b>

Penilaian observer terhadap aktivitas mahasiswa dilakukan kelompok-kelompok mahasiswa yang terdiri atas 3-4 orang. Berdasarkan tabel 4.14 di atas, diperoleh bahwa persentase skor rata-rata aktivitas mahasiswa adalah 95,83%. Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa skor rata-rata memenuhi kriteria baik.

### 3) Hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Pembelajaran

No	Aspek Yang Direspon	Jumlah Jawaban		Persentase Jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?				
	Materi Pembelajaran	37	4	90,25%	9,75%
	Lembar Kerja Mahasiswa	41		100%	
	Suasana Pembelajaran	40	1	97,56%	2,44%
	Cara Dosen Mengajar	39	2	95,12%	4,88%
2.	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?				
	Materi Pembelajaran	41		100%	
	Lembar Kerja Mahasiswa	40	1	97,56%	2,44%
	Suasana Pembelajaran	39	2	95,12%	4,88%

No	Aspek Yang Direspon	Jumlah Jawaban		Persentase Jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Cara Dosen Mengajar	38	3	92,68%	7,32%
3.	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	39	2	95,12%	4,88%
4.	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	38	3	92,68%	7,32%
	Lembar soal tes akhir	39	2	95,12%	4,88%
5	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	36	5	87,80%	12,20%
	Lembar soal tes akhir	39	2	95,12%	4,88%
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	39	2	95,12%	4,88%
	Lembar soal tes akhir	39	2	95,12%	4,88%
7.	Apakah Anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	41		100%	
	Rata-Rata	39,0 625	3,917 5	95,27%	4,73%

Berdasarkan tabel 4.15, didapatkan bahwa rata-rata dari setiap pertanyaan memiliki persentase 95,27% responden menjawab “iya” dan 4,73% responden menjawab “tidak”. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata dari mahasiswa yang mengikuti pembelajaran menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan. Oleh karena itu, perangkat pembelajaran ini merupakan perangkat yang efektif dan dapat digunakan.

Lebih lanjut, berdasarkan hasil analisis tiap item pertanyaan yang ada pada angket respon mahasiswa pada tabel tersebut didapatkan bahwa jawaban positif terendah ada pada pertanyaan kelima poin pertama yaitu sebesar 87,80%. Pernyataan dengan skor terendah tersebut terkait dengan pertanyaan pada LKM. Hal ini sebabkan oleh mahasiswa baru pertama kali mengerjakan soal dengan permasalahan *rainbow antimagic coloring*. Berdasarkan data secara keseluruhan maka dapat dianalisis produk



	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Problem 6	Pearson Correlation	.302	.311*	.184	.222	.697**	1	-.042	.233	.703**
	Sig. (2-tailed)	.055	.047	.249	.164	.000		.796	.142	.000
	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Problem 7	Pearson Correlation	-.022	.026	.352*	.428**	-.085	-.042	1	.399**	.382*
	Sig. (2-tailed)	.893	.871	.024	.005	.598	.796		.010	.014
	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Problem 8	Pearson Correlation	.196	.038	.059	.737**	.025	.233	.399**	1	.609**
	Sig. (2-tailed)	.219	.816	.715	.000	.877	.142	.010		.000
	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Total	Pearson Correlation	.552**	.528**	.313*	.645**	.625**	.703**	.382*	.609**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.047	.000	.000	.000	.014	.000	
	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41

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

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

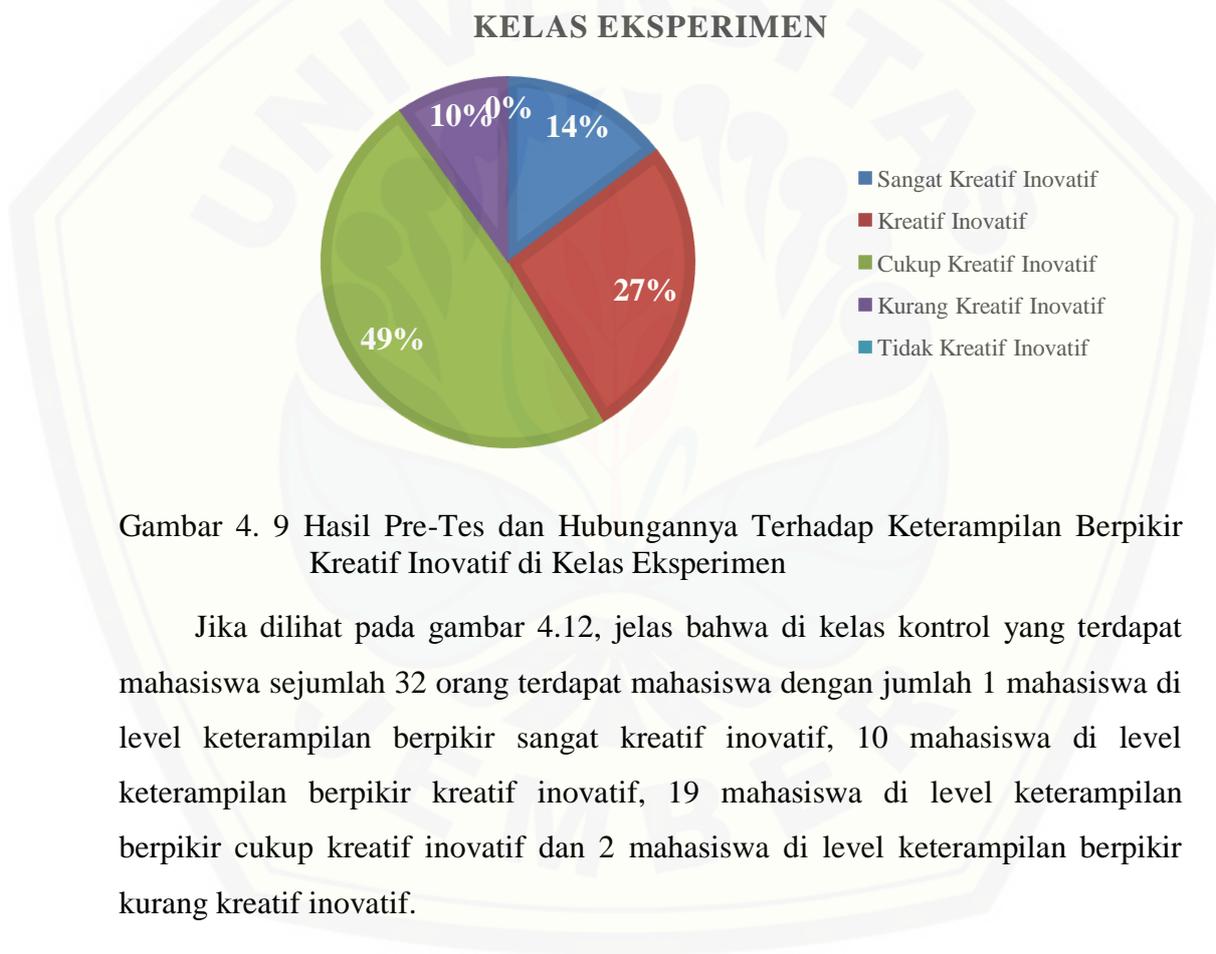
Berdasarkan tabel 4.12, didapatkan hasil dari pertanyaan pertama yaitu 0,522, pertanyaan kedua 0,528, pertanyaan ketiga 0,313, pertanyaan keempat 0,645, kelima 0,625, pertanyaan keenam 0,703, pertanyaan ketujuh 0,382, pertanyaan kedelapan 0,609. Untuk  $r_{table}$  dengan  $n = 41 - 2 = 39$  adalah 0,3081 untuk level 0,05 dan 0,3978 untuk level 0,01. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa semua pertanyaan valid karena hasil dari nilai kevalidan pertanyaan lebih dari  $r_{table}$ .

Selanjutnya hasil dari reliabilitas soal didapatkan nilai yaitu 0,659 and  $r_{table}$  untuk 0,05 dengan  $df = n = 41 - 2 = 39$  adalah 0,3081. Dari hasil tersebut, maka ditarik kesimpulan bahwa instrumen ini reliabel karena hasil dari tes reliabilitas lebih besar daripada  $r_{table}$ .

Tabel 4. 17 Hasil Reliabilitas Soal

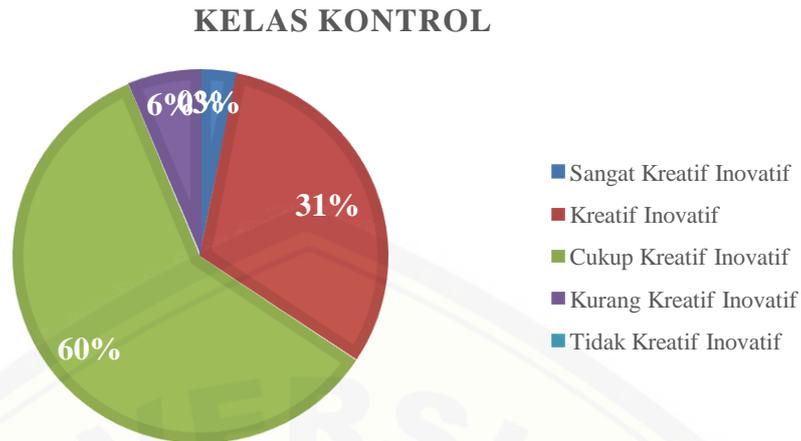
Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.659	8

Penelitian ini menggunakan subjek mahasiswa sebanyak 73 orang di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol dengan rincian terdapat mahasiswa dengan jumlah 41 orang di kelas eksperimen dan 32 mahasiswa di kelas kontrol. Berdasarkan gambar 4.11 dapat dilihat bahwa di kelas eksperimen terdapat mahasiswa dengan jumlah 6 mahasiswa di level keterampilan berpikir sangat kreatif inovatif, 11 mahasiswa di level keterampilan berpikir kreatif inovatif, 20 mahasiswa di level keterampilan berpikir cukup kreatif inovatif dan 4 mahasiswa di level keterampilan berpikir kurang kreatif inovatif.



Gambar 4. 9 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Eksperimen

Jika dilihat pada gambar 4.12, jelas bahwa di kelas kontrol yang terdapat mahasiswa sejumlah 32 orang terdapat mahasiswa dengan jumlah 1 mahasiswa di level keterampilan berpikir sangat kreatif inovatif, 10 mahasiswa di level keterampilan berpikir kreatif inovatif, 19 mahasiswa di level keterampilan berpikir cukup kreatif inovatif dan 2 mahasiswa di level keterampilan berpikir kurang kreatif inovatif.



Gambar 4. 10 Hasil Pre-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

Penelitian ini menggunakan uji normalitas, uji homogenitas dan uji independent di kedua kelas untuk memperoleh data statistik. Hasil data dari uji homogenitas diperoleh nilai sig 0,207. Maka jelas bahwa hasil ini lebih besar dari 0,05 sehingga hasil pre-tes di kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah homogen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4. 18 Hasil Uji Homogenitas Pre-Tes

Test of Homogeneity of Variances			
Pre-Test Value			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.625	1	71	.207

Setelah dilakukan uji homogenitas, selanjutnya dilakukan uji normalitas. Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat bahwa diperoleh nilai sig. 0,200 di kelas eksperimen dan di kelas kontrol diperoleh nilai sig. 0,200 juga. Dari hal tersebut, sudah jelas bahwa data dari kedua kelas tersebut terdistribusi normal dikarenakan hasil tersebut lebih dari 0,05.

Selain uji normalitas, dilakukan juga uji independent yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.16. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai rata-rata di kelas eksperimen sebesar 67,1707 sedangkan di kelas kontrol diperoleh nilai rata-rata sebesar 66,0000. Nilai rata-rata kelas eksperimen lebih besar daripada nilai rata-rata kelas kontrol. Lebih lanjut, berdasarkan pada hasil tes independent

didapatkan nilai sig. (2-tailed) adalah 0,421 yang dimana hasil ini lebih dari 0,05 sehingga  $H_0$  diterima. Ketika  $H_0$  diterima maka rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* lebih rendah dari atau sama dengan rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *problem based learning*.

Tabel 4. 19 Hasil Uji Normalitas Pre-Tes

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Class	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre-Test Value	Experiment Class	.086	41	.200*	.981	41	.713
	Control Class	.120	32	.200*	.965	32	.376

a. Lilliefors Significance Correction

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

Tabel 4. 20 Hasil Uji Independent Pre-Tes

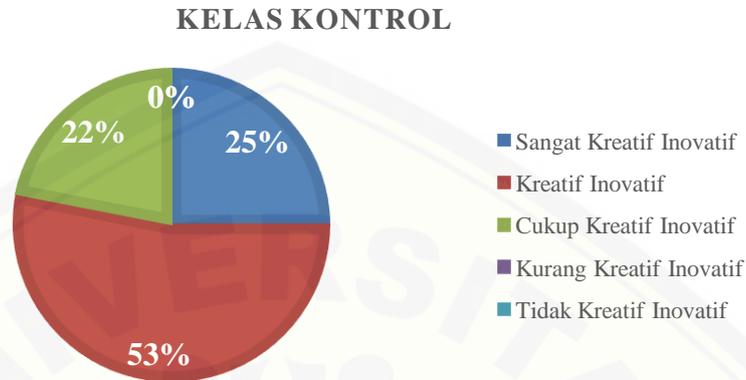
		Group Statistics				
	Class	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pre-Test Value	Experiment Class	41	67.1707	6.73017	1.05108	
	Control Class	32	66.0000	5.26706	.93109	

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pre-Test Value	Equal variances assumed	1.625	.207	.809	71	.421	1.17073	1.44700	-1.71450	4.05596
	Equal variances not assumed			.834	70.997	.407	1.17073	1.40417	-1.62911	3.97057

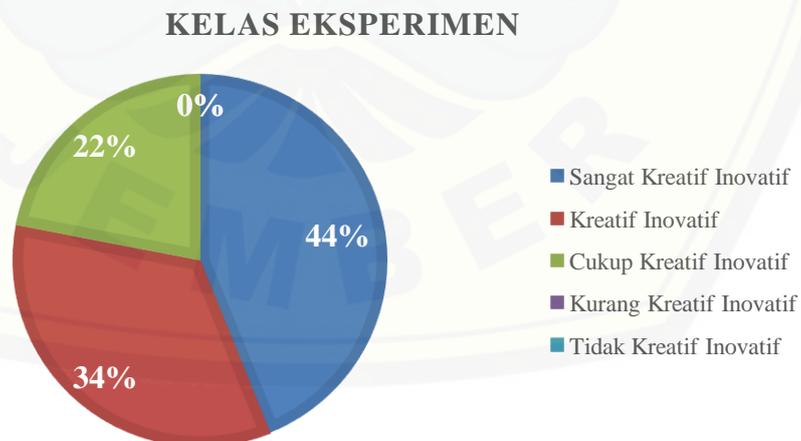
Setelah diberikan pre-tes dan diberikan *treatment* yang berbeda maka selanjutnya dilakukan post-tes untuk mengetahui kemampuan akhir mahasiswa. Post-tes terdiri dari 8 soal tentang konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*. Hasil post-tes mahasiswa menunjukkan persentase dari kelas kontrol bahwa 25%

mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 53% mahasiswa berada di level kreatif inovatif dan 22% mahasiswa berada di level cukup kreatif inovatif. Hasil tersebut disajikan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut.



Gambar 4. 11 Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas Kontrol

Hasil post-tes mahasiswa menunjukkan persentase dari kelas eksperimen bahwa 44% mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 34% mahasiswa berada di level kreatif inovatif dan 22% mahasiswa berada di level cukup kreatif inovatif. Hasil tersebut disajikan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 12 Hasil Post-Tes dan Hubungannya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif di Kelas

Ketika hendak diujikan pengaruh hasil post-tes terhadap keterampilan kreatif inovatif mahasiswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji rata-rata dan uji independent sample t-test pada hasil post-tes yang telah dikerjakan. Dari hasil uji normalitas didapatkan hasil 0,165 di kelas eksperimen dan 0,090 di kelas kontrol. Oleh karena itu, data tersebut terdistribusi normal karena hasil keduanya lebih dari 0,05. Hasil perhitungan uji normalitas post-tes keterampilan kreatif inovatif masing-masing kelas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 21 Hasil Uji Normalitas Post-Tes

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
Class		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Post-Test Value	Experiment Class	.118	41	.165	.970	41	.342
	Control Class	.144	32	.090	.894	32	.004

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil data dari uji homogenitas diperoleh nilai sig 0,609. Maka jelas bahwa hasil ini lebih besar dari 0,05 sehingga hasil post-tes di kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah homogen. Untuk lebih lanjut dapat dilihat pada tabel yang tersaji di bawah ini.

Tabel 4. 22 Hasil Uji Homogenitas Post-Tes

Test of Homogeneity of Variances				
Post-Test Value				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
.264	1	71	.609	

Hasil uji independent dapat dilihat pada tabel 4.19. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai rata-rata di kelas eksperimen sebesar 75,5122 sedangkan di kelas kontrol diperoleh nilai rata-rata sebesar 67,2813. Nilai rata-rata kelas eksperimen lebih besar daripada nilai rata-rata kelas kontrol. Lebih lanjut, berdasarkan pada hasil tes independent didapatkan nilai sig. (2-tailed) adalah 0,001 yang dimana hasil ini kurang dari 0,05 sehingga  $H_1$  diterima. Ketika  $H_1$  diterima maka rata-rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* lebih tinggi dari rata-

rata keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa yang tidak menggunakan model pembelajaran *problem based learning*.

Tabel 4. 23 Hasil Uji Independent Post-Tes

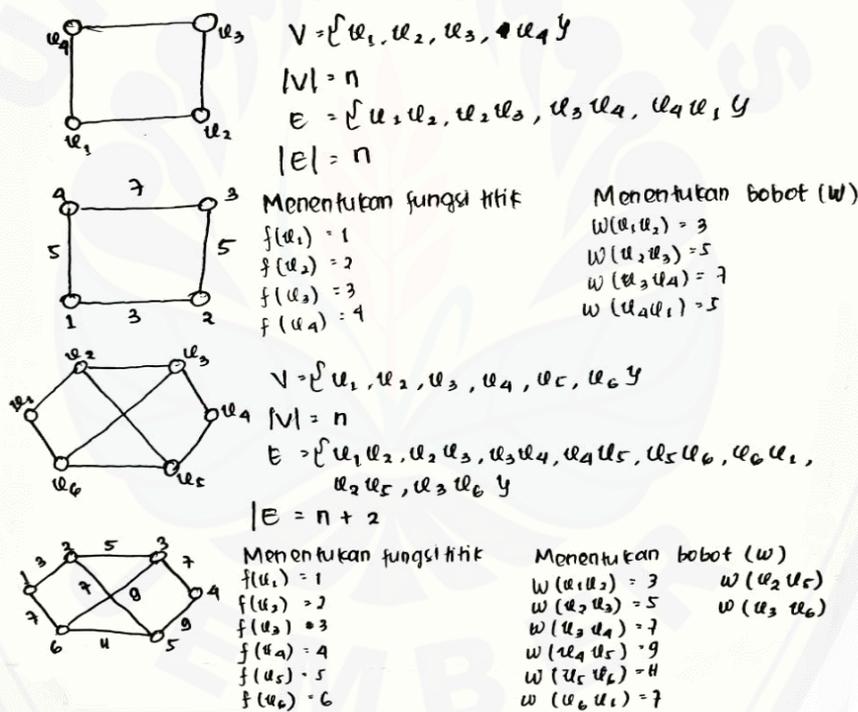
Group Statistics										
Class		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean					
Post-Test Value	Experiment Class	41	72.5122	5.98800	.93517					
	Control Class	32	67.2813	7.09945	1.25502					
Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper	
Post-Test Value	Equal variances assumed	.264	.609	3.413	71	.001	5.23095	1.53246	2.17532	8.28657
	Equal variances not assumed			3.342	60.522	.001	5.23095	1.56512	2.10079	8.36110

Pada akhir pembelajaran dilakukan post-tes guna mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah diterapkan pembelajaran pada kelas masing-masing. Post-tes yang digunakan pada penelitian ini berupa tes hasil belajar. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Jika dibandingkan dengan model lain, *problem based learning* di kelas eksperimen memperoleh rata-rata nilai yang lebih tinggi dibanding model konvensional yang diterapkan di kelas kontrol. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rata-rata yang dihasilkan pada post-tes menunjukkan bahwa nilai post-tes di kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Hasil rata-rata di kelas eksperimen sebesar 72,5122 sedangkan di kelas kontrol memiliki rata-rata 67,2813. Berdasarkan hasil persentase dari setiap indikator pada kelas kontrol dan kelas eksperimen menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase nilai yang tinggi pada kelas eksperimen.

### 4.5 Potret Fase

Penelitian ini mengambil potret fase yang bertujuan untuk mengambil proses keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*. Pemilihan subjek diambil berdasarkan hasil pekerjaan post-tes, didapatkan 3 subjek dari kelas eksperimen dan 3 subjek dari kelas kontrol. Kemudian dilakukan wawancara kepada subjek tersebut untuk mengetahui keterampilan kreatif inovatifnya dalam menyelesaikan konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*.

Berikut ini hasil pekerjaan dari ketiga subjek yang berada di kelas eksperimen yang berada di level sangat kreatif inovatif, cukup kreatif inovatif dan kurang kreatif inovatif dan digambarkan dalam potret fase.



Gambar 4. 13 Hasil Pekerjaan Subjek 1

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan hasil pekerjaan oleh subjek pertama. Subjek pertama dapat menentukan kardinalitas dari graf yang dibuatnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek pertama melakukan pelabelan titik graf tersebut dan melakukan pewarnaan sisinya. Setelah selesai

mengerjakan pelabelan dan pewarnaan, selanjutnya subjek pertama menentukan fungsi titik dan menentukan bobot sisi dari graf tersebut.

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek pertama dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek pertama.

Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?

Subjek 1 : Iya, Pak.

Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?

Subjek 1 : Saya mengerjakan masalah tentang *rainbow antimagic coloring*.

Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 1 : Saya mencoba menggambarkan sebuah graf. Graf yang berbentuk persegi tersebut, Pak. Setelah menggambarkan graf tersebut selanjutnya saya menentukan kardinalitas dari graf tersebut.

Peneliti : Kemudian?

Subjek 1 : Saya mencoba menemukan pewarnaan seminimal mungkin dari graf tersebut. Setelah itu, saya mengerjakan fungsi titik serta bobot sisi dari grafnya. Selesai mengerjakan graf yang pertama, lalu saya menggambar graf yang kedua dan saya melakukan hal yang sama dalam cara pengerjaannya.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 1 : Sejujurnya iya, Pak.

Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

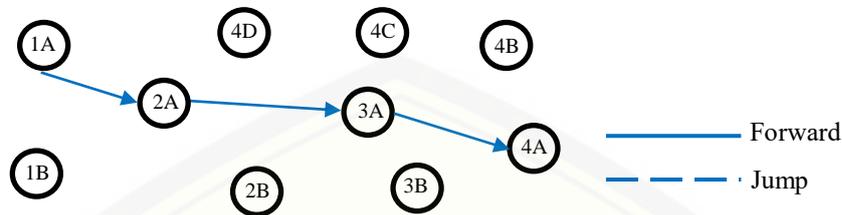
Subjek 1 : Dalam menemukan kemungkinan pewarnaan terkecil. Hal tersebut yang membuat saya untuk terus menerus mencoba berulang kali hingga saya meyakini bahwa saya telah menemukan kemungkinan terkecil dalam pewarnaan tersebut.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa kembali apa yang telah anda kerjakan?

Subjek 1 : Ya, tentu saja, Pak. Hal itu saya lakukan untuk memastikan jawaban

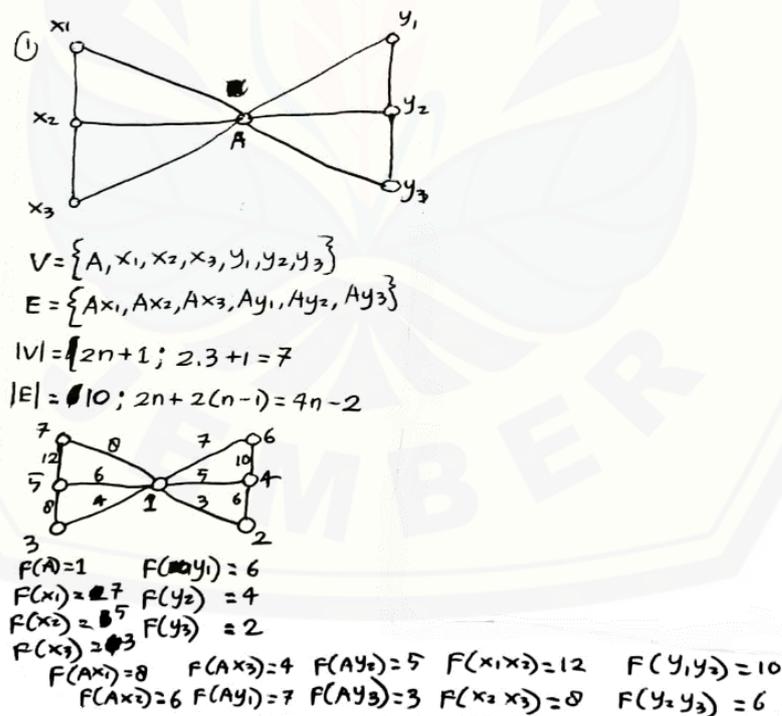
yang telah saya kerjakan.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 1 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 14 Potret Fase Subjek 1

Berdasarkan gambar 4.15, didapatkan hasil pekerjaan oleh subjek kedua. Subjek kedua mampu menentukan kardinalitas dari graf yang telah digambarnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek kedua melakukan pelabelan titik graf tersebut dan melakukan pewarnaan sisinya. Setelah selesai mengerjakan pelabelan dan pewarnaan, selanjutnya subjek pertama menentukan fungsi titik dan menentukan bobot sisi dari graf tersebut.



Gambar 4. 15 Hasil Pekerjaan Subjek 2

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek kedua dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek kedua.

Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?

Subjek 2 : Pertama kali mencoba mengerjakan, saya mengalami kebingungan dengan apa yang harus saya kerjakan terlebih dahulu. Setelah beberapa saat kemudian, saya kembali membaca soal yang telah diberikan dan memahami kembali tentang penjelasan yang telah diberikan tadi.

Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?

Subjek 2 : Yang saya tangkap dari persoalan ini adalah tentang *rainbow antimagic coloring*.

Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 2 : Pertama-tama saya menggambarkan sebuah graf. Setelah selesai menggambarkan graf kemudian saya menentukan kardinalitas dari graf itu.

Peneliti : Lalu?

Subjek 2 : Tentu saja saya mencari jawaban tentang *rainbow antimagic coloring* dari graf yang saya gambar. Saya mencoba mencari kemungkinan pewarnaan terkecil yang dibutuhkan walaupun saya rasa ini agak sulit. Jadi itulah kenapa saya hanya bisa mengerjakan satu graf saja, Pak.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 2 : Iya, Pak.

Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

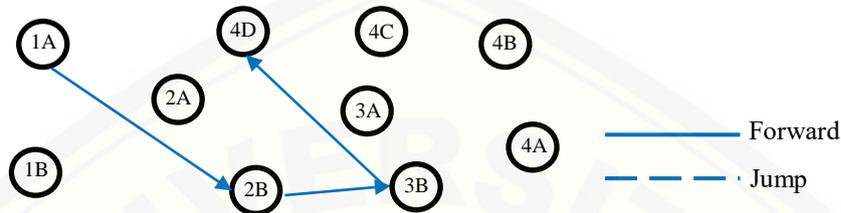
Subjek 2 : Saya mengalami kesulitan dalam melakukan pewarnaan dan saya juga mengalami kesulitan dalam menentukan fungsi titik dan bobot sisi di graf tersebut.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa

kembali apa yang telah anda kerjakan?

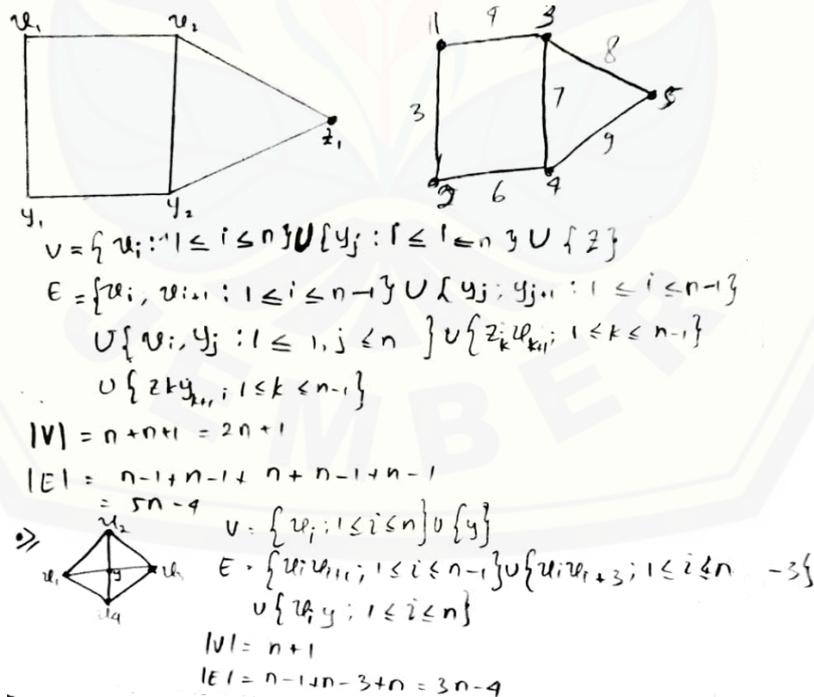
Subjek 2 : Tidak, Pak. Saya tidak melakukan hal tersebut karena saya sudah pusing.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 2 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 16 Potret Fase Subjek 2

Berikut ini disajikan hasil pekerjaan oleh subjek ketiga. Subjek ketiga mampu menggambarkan dua graf. Selanjutnya subjek tersebut menentukan kardinalitas dari graf yang telah digambarnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek ketiga melakukan pelabelan titik graf tersebut dan melakukan pewarnaan sisinya hanya di graf yang pertama dibuatnya.



Gambar 4. 17 Hasil Pekerjaan Subjek 3

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek ketiga dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek ketiga.

Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?

Subjek 3 : Saya benar-benar mengalami kebingungan dalam mengerjakan soal ini, Pak.

Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?

Subjek 3 : Kalau tidak salah ini tentang *rainbow antimagic coloring* bukan?

Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 3 : Yang saya tangkap adalah menentukan kardinalitas dari sebuah graf. Jadi itulah yang saya kerjakan.

Peneliti : Lalu?

Subjek 3 : Tentu saja saya mencari jawaban tentang *rainbow antimagic coloring* dari graf yang saya gambar. Saya mencoba mencari kemungkinan pewarnaan terkecil yang dibutuhkan walaupun saya rasa ini agak sulit. Jadi itulah kenapa saya hanya bisa mengerjakan satu graf saja, Pak.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 3 : Iya, Pak.

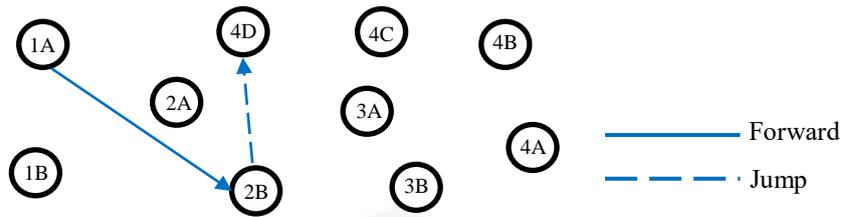
Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

Subjek 3 : Saya mengalami kesulitan dalam melakukan pewarnaan dan saya juga mengalami kesulitan dalam menentukan fungsi titik dan bobot sisi di graf tersebut.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa kembali apa yang telah anda kerjakan?

Subjek 3 : Tidak, Pak. Saya tidak melakukan hal tersebut karena saya sudah pusing.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 3 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 18 Potret Fase Subjek 3

Berikut ini hasil pekerjaan dari ketiga subjek yang berada di kelas kontrol yang berada di level sangat kreatif inovatif, cukup kreatif inovatif dan kurang kreatif inovatif dan digambarkan dalam potret fase.

Berdasarkan gambar 4.19, didapatkan hasil pekerjaan oleh subjek keempat. Subjek keempat mampu menentukan kardinalitas dari graf yang telah digambarnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek keempat melakukan pelabelan titik graf tersebut dan melakukan pewarnaan sisinya. Setelah selesai mengerjakan pelabelan dan pewarnaan, selanjutnya subjek keempat menentukan fungsi titik dan menentukan bobot sisi dari graf tersebut.

$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$   
 $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6, x_6x_3\}$   
 $|V| = 6, |E| = 7$

$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$   
 $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_1\}$   
 $|V| = 5, |E| = 6$

$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$   
 $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_1, x_2x_4\}$   
 $|V| = 5, |E| = 6$

$x_1 = 2, x_2 = 4, x_3 = 3, x_4 = 5, x_5 = 6, x_6 = 1$

$x_1 = 1, x_2 = 3, x_3 = 2, x_4 = 5, x_5 = 4$

$w(x_1x_2) = 6, w(x_2x_3) = 10, w(x_3x_4) = 7, w(x_4x_5) = 7, w(x_5x_6) = 7, w(x_6x_3) = 4$

$w(x_1x_2) = 3, w(x_2x_3) = 5, w(x_3x_4) = 4, w(x_4x_5) = 7, w(x_5x_1) = 5, w(x_2x_4) = 9$

Gambar 4. 19 Hasil Pekerjaan Subjek 4

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek keempat dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek keempat.

Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?

Subjek 4 : Saya memahami, Pak.

Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?

Subjek 4 : Tentang *rainbow antimagic coloring*.

Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 4 : Saya menggambar graf terlebih dahulu, Pak.

Peneliti : Lalu?

Subjek 4 : Kemudian saya menentukan kardinalitas dari graf yang saya gambarkan. Lalu saya menentukan fungsi titik serta bobot sisi. Selesai di satu graf, saya mengerjakan graf lainnya.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 4 : Sedikit kesusahan, Pak.

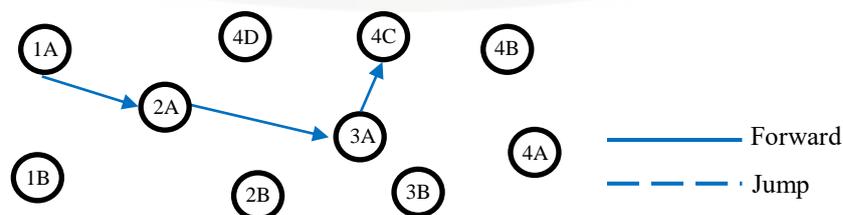
Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

Subjek 4 : Dalam melakukan pelabelan terhadap titik di graf tersebut, Pak.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa kembali apa yang telah anda kerjakan?

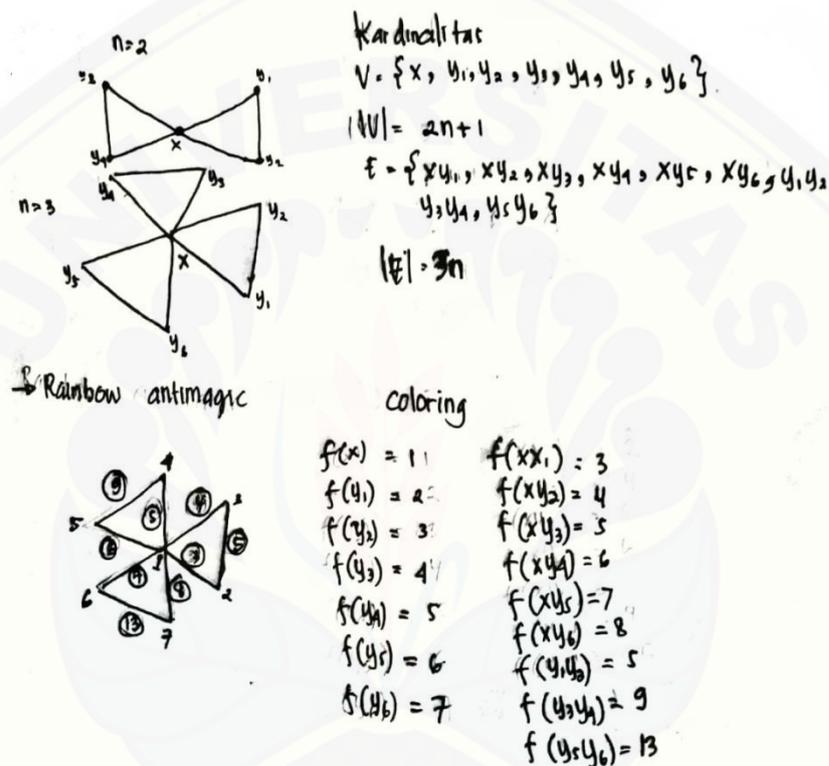
Subjek 4 : Saya hanya memeriksa ulang apakah hasil yang saya kerjakan sudah tepat atau belum, Pak.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 4 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 20 Potret Fase Subjek 4

Berikut ini disajikan hasil pekerjaan oleh subjek kelima. Subjek kelima mampu menggambarkan satu graf. Selanjutnya subjek tersebut menentukan kardinalitas dari graf yang telah digambarnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek kelima melakukan pelabelan titik graf, pewarnaan sisi tersebut dan menentukan fungsi serta bobot sisinya akan tetapi salah menuliskan dalam penulisan simbol bobot.



Gambar 4. 21 Hasil Pekerjaan Subjek 5

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek kelima dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek kelima.

- Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?  
 Subjek 5 : Saya agak memahami, Pak.  
 Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?  
 Subjek 5 : Tentang pewarnaan *rainbow antimagic coloring*.  
 Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 5 : Saya menggambar graf, lalu menentukan kardinalitas dari graf tersebut.

Peneliti : Lalu?

Subjek 5 : Saya melakukan pelabelan pada titik dan pewarnaan pada sisi. Selanjutnya menentukan fungsi titik dan bobot sisi.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 5 : Agak rumit, Pak.

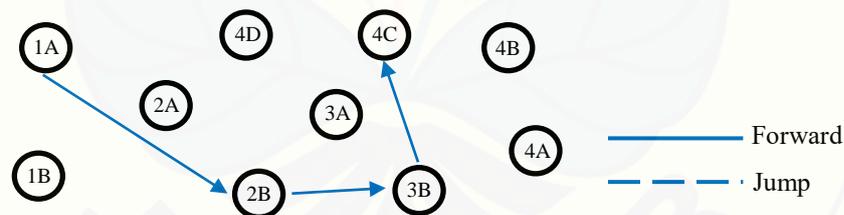
Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

Subjek 5 : Dalam menentukan pewarnaan yang terkecil, Pak.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa kembali apa yang telah anda kerjakan?

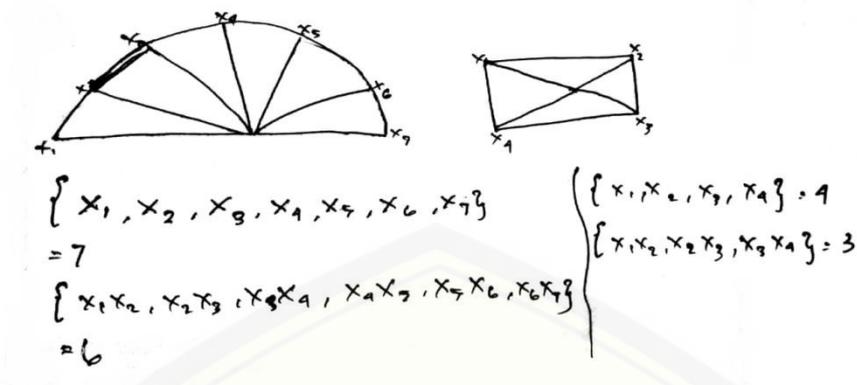
Subjek 5 : Hanya melakukan pemeriksaan ulang terhadap hasil yang saya kerjakan, Pak.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 4 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 22 Potret Fase Subjek 5

Berdasarkan gambar 4.24, didapatkan hasil pekerjaan oleh subjek keenam. Subjek keenam mampu menentukan kardinalitas dari graf yang telah digambarnya. Setelah mengerjakan kardinalitas tersebut, selanjutnya subjek keempat melakukan pelabelan titik graf tersebut dan melakukan pewarnaan sisinya. Setelah selesai mengerjakan pelabelan dan pewarnaan, selanjutnya subjek keempat menentukan fungsi titik dan menentukan bobot sisi dari graf tersebut.



Gambar 4. 23 Hasil Pekerjaan Subjek 6

Setelah selesai mengerjakan, selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui proses berpikir subjek keenam dalam pengerjaannya. Berikut ini hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap subjek keenam.

Peneliti : Apakah anda memahami permasalahan yang sedang anda kerjakan?

Subjek 6 : Saya mengalami kebingungan dalam pengerjaannya, Pak.

Peneliti : Lalu permasalahan apa yang anda kerjakan tersebut?

Subjek 6 : Kalau yang saya tangkap adalah tentang *rainbow antimagic coloring*, Pak.

Peneliti : Lalu, apa yang pertama kali anda coba kerjakan?

Subjek 6 : Saya menggambarkan graf kemudian mencoba menentukan kardinalitasnya.

Peneliti : Lalu?

Subjek 6 : Setelah selesai satu graf, kemudian menggambarkan graf satu lagi dan menentukan kardinalitas dari graf yang baru saya buat, Pak.

Peneliti : Apakah anda mengalami kesusahan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?

Subjek 6 : Iya, Pak.

Peneliti : Lalu, kesusahan apa yang anda temukan dalam mengerjakan permasalahan tersebut?

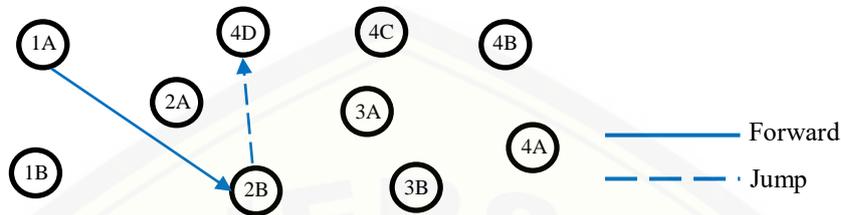
Subjek 6 : Saya mengalami kebingungan dalam memahami konsep *rainbow antimagic coloring* tersebut, Pak.

Peneliti : Setelah anda menemukan jawabannya, apakah anda memeriksa

kembali apa yang telah anda kerjakan?

Subjek 6 : Tidak, Pak.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 6 maka alur keterampilan kreatif inovatif dapat di lihat pada potret fase berikut ini.



Gambar 4. 24 Potret Fase Subjek 6

#### 4.6 Hubungan Gaya Kognitif dengan Keterampilan Kreatif Inovatif

Berdasarkan hasil pekerjaan mahasiswa di kelas eksperimen, mahasiswa yang sudah diklasifikasikan berdasarkan gaya kognitif *field dependent* dan *field independent* dipaparkan di tabel di bawah ini.

Tabel 4. 24 Hubungan Gaya Kognitif dan Keterampilan Kreatif Inovatif

Subjek	Gaya Kognitif	Indikator			
		Produktivitas yang Tinggi	Elastisitas yang Tinggi	Orisinalitas yang Tinggi	Sensitivitas yang Tinggi
S1	FI	Mampu menggambar graf beserta kardinalitas dari graf tersebut.	Mampu mengerjakan kardinalitas, memberikan pewarnaan <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf dan fungsi titik serta bobot sisi dengan benar.	Mampu menggambar 2 buah graf beserta kardinalitas, menentukan fungsi titik, bobot sisi pada graf- graf tersebut.	Subjek memeriksa kembali hasil yang telah dikerjakan lebih dari dua kali untuk meyakinkan dirinya terhadap hasil pekerjaannya.
S2	FI	Mampu menggambar graf beserta kardinalitas dari graf tersebut	Mampu mengerjakan kardinalitas, memberikan pewarnaan <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf dan fungsi titik serta	Mampu menggambar 2 buah graf beserta kardinalitas, tetapi mampu menentukan fungsi titik, bobot sisi	Subjek tidak memeriksa kembali hasil pekerjaannya

			bobot sisi dengan benar	hanya satu graf.	
		Mampu menggambar graf beserta kardinalitas dari graf tersebut	Mampu mengerjakan kardinalitas, memberikan pewarnaan <i>rainbow antimagic coloring</i> pada graf saja.		Subjek tidak memeriksa kembali hasil pekerjaannya
S3	FD				

Berdasarkan tabel tersebut dengan pemilihan subjek sebagai sampel, didapatkan bahwa mahasiswa dengan gaya kognitif *field independent* memiliki keunggulan daripada mahasiswa dengan gaya kognitif *field dependent*.

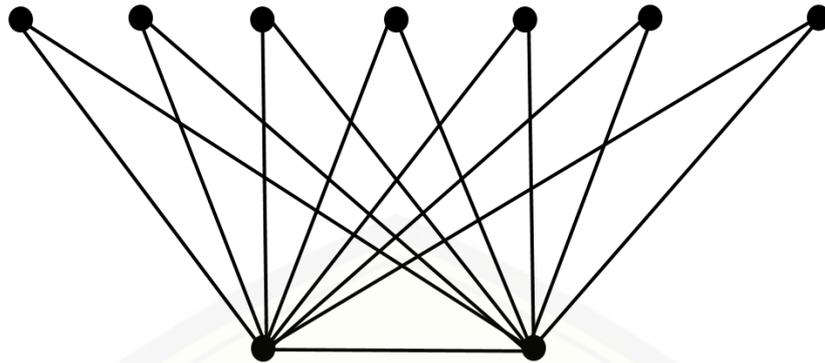
#### 4.7 Monograf

Ada beberapa kendala dalam pembuatan pola-pola baru yang dilakukan sebagian besar mahasiswa yaitu terulangnya pembuatan pola-pola terdahulu pada pola yang mereka buat. Selain itu membutuhkan waktu untuk menemukan pola-pola baru yang berbeda, ketika ditemukan pola yang berbeda masih di butuhkan waktu untuk mengembangkannya dalam bentuk yang lebih banyak jumlah  $n$  dan  $m$  nya. Pada proses akhir pembuatan rumus generalisasinya membutuhkan waktu yang lebih banyak lagi karena rumusan tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang ada pada pola tersebut.

Penelitian graf ini memiliki beberapa langkah dalam menemukan hasil temuannya. Hasil temuan graf ini berupa *triangular book graph* ( $TB_n$ ), *jellyfish graph broomgraph* ( $Br_{m,n}$ ), *windmill* ( $Wd_{4,n}$ ) dan *semi Jahangir graph* ( $SJ_n$ ) dan graf generalisasi buku. Berikut ini dipaparkan prosedur penelitian *rainbow antimagic coloring*, sebagai berikut.

##### 1) Menentukan graf.

Langkah pertama yaitu menentukan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang hendak digunakan dapat berupa graf khusus maupun graf hasil operasi. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu pengumpulan data. Graf yang dipilih adalah *Triangular book graph*. *Triangular book graph* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Gambar 4. 25 *Triangul Book Graph*

## 2) Menentukan pola graf.

Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi adalah simbol berupa huruf pada titik, dalam pemberian notasi harus menggunakan simbol yang benar dan diperlukan untuk memperhatikan pola. Setelah memberikan notasi, kemudian berdasarkan notasi tersebut selanjutnya dituliskan kardinalitas dari graf tersebut.

## 3) Menentukan kardinalitas graf yang meliputi notasi titik, himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameter graf tersebut.

Pada langkah ini, yaitu tahapan dalam penentuan kardinalitas dari graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameternya. *Triangular book graph* memiliki himpunan titik  $V(Tb_n) = \{x_1x_2\} \cup \{y_j, 1 \leq j \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(Tb_n) = \{x_1x_2\} \cup \{y_jx_1, y_jx_2, 1 \leq j \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(Tb_n)| = n + 2$  dan kardinalitas sisi  $|E(Tb_n)| = 2n + 1$ . Derajat maksimal dari  $Tb_n$  adalah  $\Delta(Tb_n) = n + 1$ .

4) Menentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut.

Dalam menentukan *rainbow antimagic coloring* diperlukan kecermatan dalam penentuan pola. Hal ini disebabkan karena pewarnaan *rainbow antimagic* sendiri memerlukan pewarnaan dengan angka terkecil yang diperlukan dalam sebuah graf hingga membuat graf tersebut *rainbow connected*. Untuk *rainbow connection number* dari *triangular book graph* telah dibuktikan oleh Alfarisi

sebagai berikut.  $rc(Tb_n) = \begin{cases} 2, & \text{jika } 2 \leq n \leq 4 \\ 3, & \text{jika } n \geq 5 \end{cases}$

Untuk membuktikan *rainbow antimagic coloring*  $rac(Tb_n) = n + 2$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(Tb_n) \leq n + 2$  dan batas bawah  $rac(Tb_n) \geq n + 2$ . Berdasarkan Lemma 2, batas bawah  $rac(Tb_n) \leq n + 2$ . Untuk membuktikan batas atas  $rac(Tb_n)$ , diperlukan klaim  $f: V(Tb_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

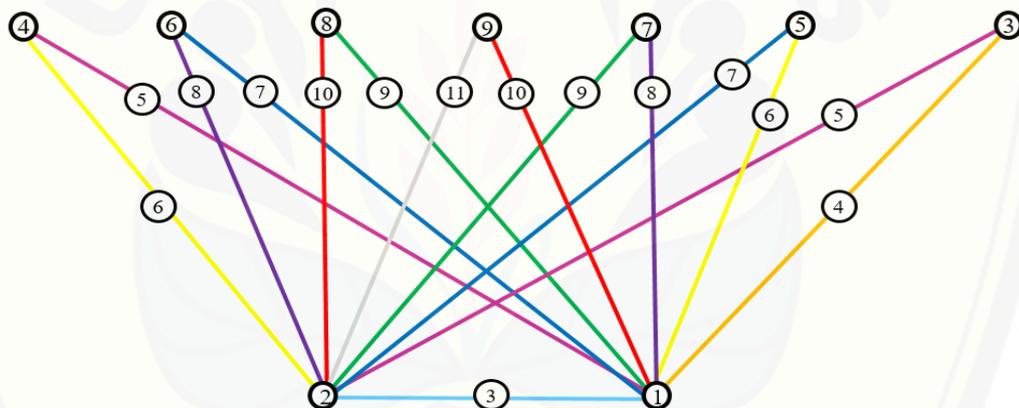
$$f(x_1) = 2$$

$$f(x_2) = 1$$

$$f(y_j) = j + 2, \quad 1 \leq j \leq n$$

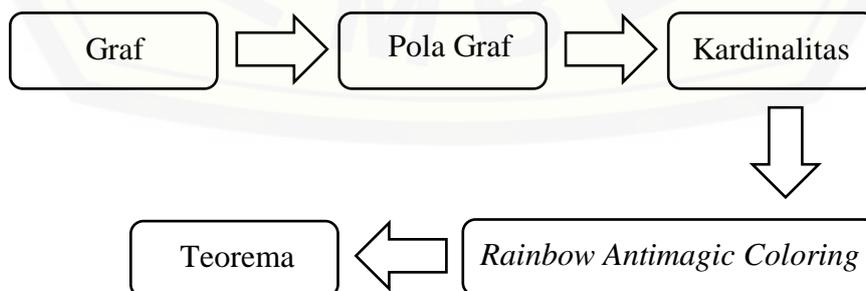
Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

$$W(e) = \begin{cases} W(x_1x_2) = 3 \\ W(x_1y_j) = j + 4, & \text{jika } 1 \leq j \leq n \\ W(x_2y_j) = j + 3, & \text{jika } 1 \leq j \leq n \end{cases}$$



Gambar 4. 26 *Rainbow Antimagic Coloring* pada *Triangular Book*

Berdasarkan uraian di atas, prosedur penelitian *rainbow antimagic coloring* secara ringkas ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4. 27 Alur Penelitian *Rainbow Antimagic Coloring*

Berikut ini disajikan bentuk monograf yang dihasilkan dari penelitian. Untuk detail lebih lanjut dapat dilihat pada lampiran (terlampir).



Gambar 4. 28 Monograf

Ada beberapa temuan dalam penelitian yang berupa teorema, antara lain yaitu:

**Teorema 1.** Untuk setiap  $n \geq 3$  pada graf buku segitiga (*triangular book graph*)  $Tb_n$  maka *rainbow antimagic coloring* dari  $Tb_n$  adalah  $rac(Tb_n) = n + 2$

**Teorema 2.** Misalkan  $G$  adalah graf ubur-ubur, untuk semua bilangan bulat  $m \geq 3, n \geq 3$ , maka *rainbow antimagic coloring*  $rac(JF_{(m,n)}) = m + n + 2$

**Teorema 3.** Untuk setiap  $m=2$  dan  $n \geq 4$  pada graf sapu (*broom graph*)  $Br_{m,n}$  maka *rainbow connection number* dari  $Br_{m,n}$  adalah  $rc(Br_{m,n}) = n + 2$

**Teorema 4.** Untuk setiap  $m=2$  dan  $n \geq 4$  pada graf sapu (*broom graph*)  $Br_{m,n}$  maka *rainbow antimagic coloring* dari  $Br_{m,n}$  adalah  $rac(Br_{m,n}) = n + 2$

**Teorema 5.** Untuk setiap  $n \geq 2$  pada graf buku kincir angin (*windmill graph*)  $Wd_{4,n}$  maka *rainbow antimagic coloring* dari  $Wd_{4,n}$  adalah  $rac(Wd_{4,n}) = 3n$

**Teorema 6.** Untuk setiap  $n \geq 2$  pada graf semi jahangir (semi jahangir graph)  $SJ_n$  maka *rainbow connection number* dari  $SJ_n$  adalah  $rc(SJ_n) = n + 1$

**Teorema 7.** Untuk setiap  $n \geq 2$  pada graf semi jahangir (semi jahangir graph)  $SJ_n$  maka *rainbow antimagic coloring* dari  $SJ_n$  adalah  $rac(SJ_n) = n + 1$

#### 4.8 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *prolem based learning* pada keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam memecahkan masalah *rainbow antimagic coloring*. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran matematika berbasis *problem based learning* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa di kelas eksperimen.

##### 4.8.1 Pembahasan Proses dan Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Langkah awal dalam penelitian adalah dengan mengembangkan perangkat berupa: tahap investigasi awal, desain, realisasi/kontuksi, tahap tes, evaluasi dan revisi, dan tahap implementasi. Pada tahap investigasi awal menghasilkan bahwa model pembelajaran yang digunakan pada kelas kontrol adalah menggunakan model konvensional di mana mahasiswa hanya mendengarkan dosen sehingga mahasiswa menjadi pasif.

##### 4.8.2 Pembahasan Tahap pelaksanaan dan Analisis Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *problem based learning* (PBL) pada keterampilan berfikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *rainbow antimagic coloring* pada graf. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan PBL memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berfikir kreatif inovatif mahasiswa di kelas eksperimen.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan hasil belajar dan keterampilan berfikir kreatif inovatif mahasiswa dilihat dari post-test yang dilakukan. Adapun hasil penelitian yang diperoleh pada kelas eksperimen sebagai berikut 44% berada pada kategori sangat kreatif inovatif, 34% berada pada kategori kreatif inovatif, 22% berada pada kategori cukup kreatif inovatif. Hasil uji independen diperoleh

varians nilai sig. (2-tailed)  $0.01 < 0.05$ . Dapat disimpulkan bahwa hasil postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *research based learning* di dalam pembelajarannya. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan teori yang disampaikan oleh Susanto (2016) bahwa bahwa *problem based learning* sangat membantu siswa untuk lulus dari target nilai yang telah ditentukan. Hasil ini yang dicapai oleh kelas eksperimen menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran berperan penting dalam pemecahan masalah siswa. Kemampuan akhir yang diharapkan bahwa mahasiswa mencapai nilai sesuai dengan standar, meningkatkan keterampilan baru, meningkatkan atau mengembangkan kompetensi, mencoba memecahkan sesuatu yang menantang dan mencoba untuk mendapatkan pemahaman dan pengetahuan (cahyono, 2017). Hal yang sejalan juga disampaikan oleh (Susanti, 2017) penelitian tersebut menemukan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis *problem based learning* terhadap prestasi siswa.

#### 4.8.3 Pembahasan Potret Fase Mahasiswa

Potret fase mahasiswa pada penelitian ini berdasarkan pada keterampilan kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan kajian *rainbow antimagic coloring* pada graf. Potret fase diperoleh dari hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada mahasiswa. Peneliti memilih masing-masing 3 mahasiswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen dalam setiap tingkatan pada keterampilan kreatif inovatif mahasiswa. Mahasiswa yang terpilih ini merupakan mahasiswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada penelitian ini, terpilih 6 mahasiswa yang berasal dari kelas eksperimen dan diperoleh: 2 mahasiswa yang mempunyai kemampuan kreatif inovatif, 2 mahasiswa yang memiliki kemampuan kreatif inovatif, 2 mahasiswa dengan kategori kurang kreatif inovatif. Wawancara ini dilakukan berdasarkan *post test* yang telah dikerjakan oleh mahasiswa terpilih.

Hasil dari wawancara yang telah dilakukan, terdapat beberapa perbedaan jumlah sub indikator yang berhasil dicapai oleh mahasiswa dengan keterampilan yang berbeda. Dari jumlah total 4 indikator dengan nilai maksimal 9 untuk ketrampilan kreatif inovatif dikelompokkan sebagai berikut: mahasiswa dengan ketrampilan sangat kreatif inovatif pekerjaannya mendapatkan nilai 8-9 dari nilai maksimal 9; untuk mahasiswa dengan keterampilan kreatif inovatif dapat

pekerjaannya memenuhi pekerjaannya mendapatkan nilai 6-7 dari nilai maksimal 9; mahasiswa dengan ketrampilan cukup kreatif inovatif pekerjaannya mendapatkan nilai 4-5 dari nilai maksimal 9; mahasiswa dengan ketrampilan kurang kreatif inovatif pekerjaannya mendapatkan nilai 2-3 dari nilai maksimal 9; serta mahasiswa dengan ketrampilan tidak kreatif inovatif pekerjaannya mendapatkan nilai 0-1 dari nilai maksimal 9.

#### 4.8.4 Pembahasan Penelitian terdahulu

Setiap penelitian memiliki ciri khas dan keunikan masing-masing atau kebaruan yang membedakan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Hal tersebut dapat dilihat dari dalam segi metode, indikator atau hasil penelitian yang diukur maupun perbedaan dalam segi kebaruan.

##### a) *Problem Based Learning*

Pada penelitian ini menggunakan *problem based learning* untuk menganalisis keterampilan berfikir kreatif inovatif mahasiswa melalui post tes, selain melalui post tes dengan menggunakan model *problem based learning* tersebut mahasiswa mampu menemukan, mengkontruksi atau mengembangkan sendiri materi baru yang belum pernah diteliti sebelumnya, dan dalam penelitian ini materi yang digunakan adalah kajian *rainbow antimagic coloring* pada graf. Kegiatan dan hasil tersebut menjadi kebaruan dalam penelitian *problem based learning* jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian *problem based learning* sebelumnya, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Susanto dan Retnawati pada tahun 2016 dengan judul “Perangkat Pembelajaran Matematika Bercirikan PBL Untuk Mengembangkan *HOTS* Siswa SMA” Berdasarkan hasil penelitian bahwa produk perangkat pembelajaran matematika bercirikan PBL untuk mengembangkan *HOTS* siswa SMA kelas X semester 2 memiliki karakteristik: (a) berorientasi pada masalah nyata yang tidak terstruktur; (b) disusun secara sistematis berdasarkan langkah PBL dan saintifik; dan (c) mengembangkan *HOTS* siswa. Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria kevalidan dengan skor rata-rata penilaian validator pada kategori valid. Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria

praktis dengan rata-rata penilaian guru pada kategori sangat praktis dan rata-rata penilaian siswa pada kategori praktis. Produk akhir perangkat pembelajaran memenuhi kriteria efektif yang ditunjukkan dari persentase ketuntasan klasikal subjek uji coba lebih dari 75%, yaitu sebesar 80% pada SMAN 03 dan sebesar 82,61% pada SMAN 05 Mukomuko.

- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Cahyono di tahun 2017 dengan judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Problem-Based Learning* Berorientasi pada Kemampuan Berpikir Kreatif dan Inisiatif Siswa”. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut. Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS telah memenuhi kriteria valid yang ditunjukkan oleh RPP memperoleh rata-rata skor 175,33 dan LKS memperoleh rata-rata skor 120,33. Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS terkategori praktis, dengan kriteria sangat baik berdasarkan penilaian kepraktisan oleh guru, RPP masuk kategori praktis dengan jumlah skor 45 dengan kriteria sangat baik dan LKS masuk kategori praktis dengan jumlah skor 70 dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan angket respon siswa, diperoleh rata-rata skor klasikal sebesar 67,31 sehingga masuk kategori praktis dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran secara klasikal diperoleh rata-rata persentase keterlaksanaan 94,03% dengan kriteria sangat baik. Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS memenuhi kriteria efektif berdasarkan hasil tes kemampuan berpikir kreatif siswa dengan rincian persentase ketuntasan siswa kelas VIII A mencapai 81,82%, dan siswa kelas VIII D mencapai 87,50%, serta rata-rata persentase ketuntasan secara klasikal sebesar 84,62%. Untuk persentase siswa dengan tingkat inisiatif minimal tinggi pada kelas VIII A adalah 81,82%, kelas VIII D adalah 84,38%, dan rata-rata persentase siswa dengan tingkat inisiatif minimal tinggi secara klasikal sebesar 84,62%. Secara klasikal persentase siswa yang mengalami peningkatan skor tingkat inisiatifnya adalah 95,38% atau sebanyak 62 siswa yang terdiri atas 31 siswa dari kelas VIII A dan 31 siswa dari kelas VIII D.

3) Penelitian yang dilakukan oleh Susanti di tahun 2017 dengan judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Bangun Ruang Sisi Datar Berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) untuk Mengembangkan Kreativitas Siswa”. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), dan Tes Hasil Belajar (THB) pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar kelas VIII tingkat SMP/MTs yang valid, praktis dan efektif. Penemuan rumus keliling jaring-jaring prisma tegak segi- $n$  beraturan dengan sisi tegak mengelompok melalui kegiatan pembelajaran siswa.

b) Ketrampilan berfikir kreatif inovatif.

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan ketrampilan berfikir kreatif inovatif adalah:

1) Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Firma Yudha, Dafik dan Nanik Yulianti yang berjudul “*The Analysis of Creative and Innovative Thinking Skills of the 21st Century Students in Solving the Problems of “Locating Dominating Set” in Research Based Learning*”. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat siswa & keterampilan berpikir kreatif dan inovatif adalah sebagai berikut: Dari 34 siswa, 3 siswa dipilih untuk mewakili keterampilan berpikir kritis pada level 4, 3, dan 2. Setiap siswa memiliki karakter yang berbeda dalam menyelesaikan tes A, B, dan C. Juga, di antara 3 siswa tersebut, hasil tes dianalisis selama 3 pertemuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang mendapat nilai 0 dari tes berpikir kritis. Ini berarti bahwa siswa menguasai keterampilan berpikir kreatif dan inovatif dalam menyelesaikan masalah, terutama dalam menyelesaikan *locating dominating set*.

2) Penelitian yang dilakukan oleh M Tohir, Z Abidin, Dafik dan Hobri yang berjudul “*Students creative thinking skills in solving two dimensional arithmetic series through research-based learning*”. Berdasarkan hasil analisis data pada tugas 1, tingkat keterampilan berpikir kreatif siswa diklasifikasikan sebagai berikut; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai “tidak kreatif”; 38,89% siswa dikategorikan sebagai kategori “kurang

kreatif"; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai "cukup kreatif"; dan 16,67% siswa dikategorikan "kreatif". Sebaliknya, hasil analisis data pada tugas 2 menemukan bahwa tingkat keterampilan berpikir kreatif siswa diklasifikasikan sebagai berikut; 22,22% dari siswa dikategorikan sebagai "cukup kreatif", 44,44% dari siswa dikategorikan sebagai "kreatif"; dan 33,33% siswa dikategorikan "sangat kreatif". Hasil analisis ini dapat menetapkan dasar untuk referensi pengajaran dan mengaktualisasikan model pengajaran yang lebih baik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Azizah , Dafik, Susanto yaitu “*The Effectiveness of Discovery Based Learning Implementation through Improving Students’ Innovative thinking Skills in solving Open Ended Task of Pattern Generalization*” Penelitian ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir inovatif mahasiswa dengan penerapan discovery based learning sangat mempengaruhi keaktifan mahasiswa dalam menyelesaikan dan menemukan sesuatu yang baru dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Berdasarkan temuan-temuan yang diperoleh beberapa yaitu adanya peningkatan pada mahasiswa dalam menunjukkan minat belajar dan pada tahap pre tes kelas kontrol terdapat 7 mahasiswa berada pada tahap sedang dan 13 mahasiswa tahap tinggi, sedangkan kelas eksperimen terdapat 9 mahasiswa pada tahap sedang dan 18 Mahasiswa tahap tinggi.
- 4) Berdasarkan hasil analisis dan diskusi, penentuan tingkat berpikir kreatif siswa dalam penyelesaian masalah berdasarkan NCTM dalam mata pelajaran fungsi dapat disimpulkan. Indikator tujuan penyelesaian masalah berdasarkan prestasi NCTM yang paling dipenuhi oleh siswa kelas XI MIPA 1 SMAN 1 Situbondo adalah indikator pertama, keempat dan kelima yang 100% siswa dari kelas ini mampu memenuhi indikator ini. Sedangkan indikator tujuan penyelesaian masalah berdasarkan prestasi NCTM yang paling tidak dipenuhi oleh siswa kelas XI MIPA 1 SMAN 1 Situbondo adalah indikator ketiga yaitu hanya 29,4% siswa dari kelas ini

yang mampu memenuhi indikator ini. Pada indikator pertama, semua siswa dapat memenuhinya. Pada indikator kedua, ada lima siswa yang mampu memenuhinya. Di Indikator ketiga, semua siswa mampu memenuhinya. Dalam indikator keempat, semua siswa dapat memenuhinya. Dan pada indikator kelima semua stud mampu memenuhinya. Siswa tidak dapat memenuhi indikator kedua karena mereka tidak dapat menggunakan lebih dari satu solusi alternatif untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Sedangkan indikator ketiga tidak dapat dipenuhi karena mereka tidak dapat menemukan solusi penyelesaian masalah baru yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah fungsi yang diberikan masalah. Paling sedikit solusi alternatif yang digunakan oleh siswa adalah 1 solusi alternatif, sedangkan solusi alternatif yang paling banyak digunakan oleh siswa adalah 6 solusi alternatif. Jumlah alternatif pemecahan masalah baru yang paling banyak ditemukan oleh siswa untuk memecahkan masalah fungsi subjek yang diberikan adalah 4 alternatif baru. Jumlah siswa kelas XI MIPA 1 yang masuk kategori sangat memuaskan adalah sebanyak 10 siswa atau 29,4% dari total siswa di kelas tersebut, jumlah siswa kelas XI MIPA 1 yang masuk dalam kategori memuaskan adalah sebanyak 23 siswa atau 67,6% dari total siswa di Indonesia kelas, jumlah siswa kelas XI MIPA 1 yang dikategorikan dalam tingkat kurang memuaskan adalah sebagai sebanyak 1 orang atau 2,9% dari total siswa di kelas dan tidak ada siswa kelas XI MIPA 1 yang dikategorikan dalam tingkat tidak memuaskan. Saran dari hasil penelitian ini yang dapat dijelaskan oleh peneliti adalah (1) Untuk peneliti selanjutnya, disarankan untuk mencari literatur sebanyak mungkin memperkuat teorinya, (2) Memilih kelas untuk mata pelajaran penelitian dengan matematika yang lebih heterogen keterampilan, (3) Memantapkan tingkat berpikir kreatif dalam penyelesaian masalah indikator masalah matematika di agar dapat menganalisis tingkat berpikir kreatif dalam pemecahan masalah yang lebih baik.

#### 4.8.5 Pembahasan Monograf

Pada penelitian ini menghasilkan monograf berupa buku yang berisi materi *rainbow antimagic coloring*. Buku tersebut berisi definisi dan teorema yang ditemukan oleh peneliti beserta pembuktiannya yang berkaitan dengan *rainbow antimagic coloring*. Selain itu, terdapat juga hasil penelitian dari peneliti sebelumnya.

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dari hasil penelitian kualitatif maupun kuantitatif, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran *problem based leaning* sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan berfikir kreatif inovatif mahasiswa pada kajian *rainbow antimagic coloring*



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *problem based learning* untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa pada kajian konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian mengenai *cognitive style: field dependent* dan *field independent* didapatkan bahwa dari 41 mahasiswa terdapat 10 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *field dependent* dan 31 mahasiswa yang memiliki gaya kognitif *field independent*. Mahasiswa dengan gaya kognitif *field independent* memiliki keunggulan lebih daripada mahasiswa dengan gaya kognitif *field dependent* jika dihubungkan dengan keterampilan kreatif inovatif.
2. Proses pengembangan perangkat pembelajaran ini menggunakan model Thiagarajan dengan 4 langkah-langkah, diantaranya adalah.
  - a) Tahap pendefinisian terdapat 5 langkah, diantaranya adalah analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran.
  - b) Tahap perancangan yaitu merancang perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan, meliputi penyusunan rencana pembelajaran, LKM dan tes yang meliputi *pre-test* dan *post-test* dengan materi pewarnaan *rainbow antimagic coloring* yang berbasis *problem based learning*.
  - c) Tahap pengembangan memiliki dua langkah, yakni penilaian yang dilakukan oleh para ahli (*expert*) dan uji coba lapangan. Hasil uji coba lapangan dianalisis dan dilakukan revisi sehingga menghasilkan perangkat final.
  - d) Tahap penyebaran dalam penelitian ini dilakukan pada S1 Pendidikan Matematika Universitas Jember dengan menggunakan *e-learning* dan berbagai macam pembelajaran *online* lainnya.

3. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran dengan model *problem based learning* untuk mengukur keterampilan kreatif inovatif mahasiswa pada kajian konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*, meliputi rencana pembelajaran, LKM, dan tes hasil belajar. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Kriteria tersebut dijabarkan sebagai berikut.
  - a) Perangkat yang dikembangkan memenuhi kategori valid ditunjukkan dengan koefisien validitas rencana pembelajaran 3,75; LKM sebesar 3.68 dan tes hasil belajar sebesar 3,6 dengan demikian perangkat dikatakan valid.
  - b) Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas pengajar, aktivitas pengajar memiliki nilai rata-rata yaitu 3,69 dengan persentase yaitu 95,14% Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran dapat dikatakan praktis karena persentase aktivitas dosen mencapai  $\geq 80\%$ .
  - c) Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan hasil penilaian post-tes, persentase aktivitas mahasiswa dan hasil respon mahasiswa menunjukkan kategori baik, dengan rincian sebagai berikut.
    - (1) Hasil tes akhir riset pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran model *problem-based learning* dengan penggunaan LKM memperoleh hasil 18 mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 14 mahasiswa di level kreatif inovatif, 9 mahasiswa di level cukup kreatif inovatif dan tidak ada mahasiswa di level kurang dan tidak kreatif inovatif.
    - (2) Skor rata-rata dalam persentase aktivitas mahasiswa mencapai 95,83%. Hal ini menunjukkan mahasiswa aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *problem based learning*.
    - (3) Hasil dari responden mahasiswa melalui angket didapatkan data bahwa rata-rata dari setiap pertanyaan memiliki persentase 95,27%

responden menjawab “iya” dan 4,73% responden menjawab “tidak”. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata dari mahasiswa yang mengikuti pembelajaran menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan.

4. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa terdapat mahasiswa dengan jumlah 6 mahasiswa di level keterampilan berpikir sangat kreatif inovatif, 11 mahasiswa di level keterampilan berpikir kreatif inovatif, 20 mahasiswa di level keterampilan berpikir cukup kreatif inovatif dan 4 mahasiswa di level keterampilan berpikir kurang kreatif inovatif. Hasil *post-test* mahasiswa menunjukkan persentase dari kelas eksperimen bahwa 18 mahasiswa berada di level sangat kreatif inovatif, 14 mahasiswa berada di level kreatif inovatif dan 9 mahasiswa berada di level cukup kreatif inovatif. Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa perangkat pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa.
5. Potret fase keterampilan kreatif inovatif yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan keterampilan kurang kreatif inovatif, cukup kreatif inovatif dan sangat kreatif inovatif.
6. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti dan mahasiswa berupa *rainbow antimagic coloring* dari graf *triangular book graph* ( $Tb_n$ ), *jelly fish graph* ( $JF_n$ ), *broom graph* ( $Br_{(m,n)}$ ), *windmill graph* ( $K_4^{(n)}$ ), dan *semi jahangir graph* ( $SJ_n$ ).

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang penelitian pengembangan perangkat pembelajaran, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut.

1. Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *problem based learning* pada kajian konsep pewarnaan *rainbow antimagic coloring*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain selain untuk membantu pemahaman konsep kepada mahasiswa.

2. Kepada peneliti, disarankan untuk menyebarkan perangkat pembelajaran tersebut sebagai uji coba kepada mahasiswa pada jengang semester berbeda atau kepada universitas yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alenezi, D. 2008. 'A Study of Learning Mathematics Related to Some Cognitive Factors and to Attitudes', *Dissertation*, p. University of Glasgow. Available at: <http://theses.gla.ac.uk/333/>.
- Arends, R. I. 2008. *Belajar Untuk Mengajar*. Edisi Ketujuh. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian*. Edisi Revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2013. *Manajemen Penelitian*. Edisi Revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arumugam, S. *et al.* 2017. 'Local Antimagic Vertex Coloring of A Graph', *Graphs and Combinatorics*, 33(2), pp. 275–285. doi: 10.1007/s00373-017-1758-7.
- Barrows, H. S. 1996. 'Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview', *New Directions for Teaching and Learning*, 68(68), pp. 3–12.
- Barrows, H. S. dan Tamblyn, R. M. 1980. 'Problem-Based Learning An Approach to Medical Education', *Springer Publishing Company*, p. 225.
- Cahyanti, A. E. 2016. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pendekatan Saintifik Model Problem Based Learning dan High Order Thinking Materi Barisan dan Deret SMK Kelas X*. Tesis tidak diterbitkan. Jember: Universitas Jember.
- Cahyono, A. E. Y. 2017. 'Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Model PBL Berorientasi pada Kemampuan Berpikir Kreatif dan Inisiatif Siswa', *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), p. 1. doi: 10.21831/pg.v12i1.14052.
- Chartrand, G. *et al.* 2008. 'Rainbow Connection in Graphs', *Mathematica Bohemica*, 133(1), pp. 85–98. Available at: <https://www.emis.de/journals/MB/133.1/8.html>.
- Chen, S. Y. dan Macredie, R. D. 2002. 'Cognitive Styles and Hypermedia Navigation: Development of A Learning Model', *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(1), pp. 3–15. doi: 10.1002/asi.10023.
- Davis, J. K. dan Frank, B. M. 1979. 'Learning and Memory of Field Independent-Dependent Individuals', *Journal of Research in Personality*, 13(4), pp. 469–479. doi: 10.1016/0092-6566(79)90009-6.

- Desmita. 2009. *Psikologi Perkembangan Peserta Didik*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Frank, B. M. 1983. 'Flexibility of Information Processing and The Memory of Field-Independent and Field-Dependent Learners', *Journal of Research in Personality*, 17(1), pp. 89–96. doi: 10.1016/0092-6566(83)90063-6.
- Frank, B. M. 1984. 'Effect of Field Independence-Dependence and Study Technique on Learning from A Lecture', *American Educational Research Journal*, 21(3), pp. 669–678. doi: 10.3102/00028312021003669.
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila.
- Kiewra, K. A. dan Frank, B. M. 1988. 'Encoding and External-Storage Effects of Personal Lecture Notes, Skeletal Notes, and Detailed Notes for Field-Independent and Field-Dependent Learners', *Journal of Educational Research*, 81(3), pp. 143–148. doi: 10.1080/00220671.1988.10885814.
- Kozhevnikov, M. 2007. 'Cognitive Styles in The Context of Modern Psychology: Toward an Integrated Framework of Cognitive Style', *Psychological Bulletin*, 133(3), pp. 464–481. doi: 10.1037/0033-2909.133.3.464.
- Ling, C. dan Salvendy, G. 2009. 'Effect of Evaluators' Cognitive Style on Heuristic Evaluation: Field Dependent and Field Independent Evaluators', *International Journal of Human Computer Studies*, 67(4), pp. 382–393. doi: 10.1016/j.ijhcs.2008.11.002.
- Masyhud, M. S. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Edisi Ketii. Jember: Lembaga Pengembangan Manajemen dan Profesi Kependidikan (LPMPK).
- Messick, S. 1984. 'The Nature of Cognitive Styles: Problems and Promises in Educational Research', *Educational Psychologist*, 19(2), pp. 59–74. doi: 10.1080/00461528409529283.
- Newman, M. J. 2005. 'Problem Based Learning: An Introduction and Overview of the Key Features of The Approach', *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), pp. 12–20. doi: 10.3138/jvme.32.1.12.
- Rhodes, M. 1961. 'Analysis of Creativity: Can It Be Taught?', *The Phi Delta Kappan*, 42(7), pp. 305–310.
- Riding, R. dan Cheema, I. 1991. 'Cognitive Styles—An Overview and Integration', *Educational Psychology*, 11(3–4), pp. 193–215. doi: 10.1080/01443410701369146.
- Riyanto, Y. 2009. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Edisi Pertama. Jakarta: Prenada Media.

- Roets, L. dan Maritz, J. 2017. 'Facilitating The Development of Higher-Order Thinking Skills (HOTS) of Novice Nursing Postgraduates in Africa', *Nurse Education Today*. Elsevier B.V., 49, pp. 51–56. doi: 10.1016/j.nedt.2016.11.005.
- Salahudin, A. dan Alkrienciehie, I. 2013. *Pendidikan Karakter (Pendidikan Berbasis Agama dan Budaya Bangsa)*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Santrock, J. W. 2007. *Perkembangan Anak*. Edisi Kesebelas. Edited by W. Hardani. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Satori, D. dan Komariah, A. 2014. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Savery, J. R. 2006. 'Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions', *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(6). doi: 10.7771/1541-5015.1002.
- Siswono, T. Y. E. 2004a. 'Identifikasi Proses Berpikir Kreatif Siswa dalam Pengajuan Masalah (Problem Posing) Matematika Berpandu dengan Model Wallas dan Creative Problem Solving (CPS)', *Buletin Pendidikan Matematika*, 6(2), pp. 1–16. Available at: [https://tatagyes.files.wordpress.com/2009/11/paper04\\_wallascps1.pdf%0A](https://tatagyes.files.wordpress.com/2009/11/paper04_wallascps1.pdf%0A).
- Siswono, T. Y. E. 2004b. 'Mendorong Berpikir Kreatif melalui Pengajuan Masalah (Problem Posing)', *Journal of Mathematics Education*, 1(1), pp. 23–27.
- Siswono, T. Y. E. 2006. 'Desain Tugas untuk Mengidentifikasi Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Matematika', *Jurnal UNEJ*, p. online.
- Siswono, T. Y. E. 2011. 'Level of Student's Creative Thinking in Classroom Mathematics', *Educational Research and Review*, 6(7), pp. 548–553. Available at: <http://www.academicjournals.org/ERR>.
- Siswono, T. Y. E. 2018. *Pembelajaran Matematika Berbasis Pengajuan dan Pemecahan Masalah*. Edited by N. N. M. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Edited by Sutopo. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian & Pengembangan*. Edited by S. Y. Suryandari. Bandung: Alfabeta.
- Susanti, H. 2017. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Bangun Ruang Sisi Datar Berbasis Problem-Based Learning (PBL) untuk Mengembangkan Kreativitas Siswa*. Tesis tidak diterbitkan. Jember: Universitas Jember.
- Susanto, E. dan Retnawati, H. 2016. 'Perangkat Pembelajaran Matematika Berisikan PBL untuk Mengembangkan HOTS Siswa SMA', *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 3(2), p. 189. doi: 10.21831/jrpm.v3i2.10631.

- Sutrisno. 2005. *Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning, PBL) dalam Model-Model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pengajaran Sains/Kimia*. Edited by I. W. Dasna and Sutrisno. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Suyitno, H. 2016. *Pengantar Filsafat Matematika*. Yogyakarta: Magnum Pustaka Utama.
- Udwadia, F. E. 1990. 'Creativity and Innovation in Organizations: Two Models and Managerial Implications', *Technological Forecasting and Social Change*, 38(1), pp. 65–80. doi: 10.1016/0040-1625(90)90018-Q.
- Walton, H. J. dan Matthews, M. B. 1989. 'Essentials of Problem-Based Learning', *Medical Education*, 23(6), pp. 542–558. doi: 10.1111/j.1365-2923.1989.tb01581.x.
- Witkin, H. A. *et al.* 1977. 'Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications', *Review of Educational Research*, 47(1), pp. 1–64. doi: 10.3102/00346543047001001.
- Yee, M. H. *et al.* 2015. 'Disparity of Learning Styles and Higher Order Thinking Skills among Technical Students', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier B.V., 204(November 2014), pp. 143–152. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.08.127.
- Zubaidah, S. 2016. 'Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan Yang Diajarkan Melalui Pembelajaran', *Seminar Nasional Pendidikan*, 2(2), pp. 1–17. doi: 10.1021/acs.langmuir.6b02842.

LAMPIRAN A.1

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Penerapan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis <i>Prolem Based Learning</i> dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah <i>Rainbow Antimagic Coloring</i> Berdasarkan <i>Cognitive Style</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bagaimanakah <i>cognitive style</i> mahasiswa berdasarkan <i>field dependent</i> dan <i>field independent</i>?</li> <li>2. Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan <i>problem based learning</i> pada kajian <i>rainbow antimagic coloring</i>?</li> <li>3. Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan <i>problem based learning</i> dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Cognitive Style</i></li> <li>2. <i>Problem Based Learning, Rainbow Antimagic Coloring</i></li> <li>3. <i>Problem Based Learning, Rainbow Antimagic Coloring, Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif</i></li> <li>4. <i>Problem Based Learning,</i></li> </ol>	Berpikir kreatif inovatif meliputi sensitivitas yang tinggi, produktivitas yang tinggi, elastisitas yang tinggi, orisinalitas yang tinggi.	Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember	Penelitian Kombinasi ( <i>Mixed Methods</i> )

	<p>dalam kajian <i>rainbow antimagic coloring</i>?</p> <p>4. Adakah pengaruh pembelajaran <i>problem based learning</i> dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dalam kajian <i>rainbow antimagic coloring</i>?</p> <p>5. Bagaimana potret fase keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam kajian <i>rainbow antimagic coloring</i>?</p> <p>6. Bagaimanakah bentuk monograf hasil penerapan perangkat pembelajaran dalam kajian <i>rainbow antimagic coloring</i>?</p>	<p><i>Rainbow Antimagic Coloring, Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif</i></p> <p>5. <i>Rainbow Antimagic Coloring, Keterampilan Berpikir Kreatif Inovatif</i></p> <p>6. <i>Rainbow Antimagic Coloring</i></p>			
--	--	--	--	--	--

LAMPIRAN A.2

KISI-KISI PERANGKAT PEMBELAJARAN

No	Indikator	Perangkat Pembelajaran				<i>Problem Based Learning</i>	Berpikir Kreatif	Berpikir Inovatif
		Silabus	RPS	LKM	Monograf			
1	Menentukan graf	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Kegiatan I	Mengamati hasil karya mahasiswa	Memberikan orientasi siswa terhadap masalah	Penyelesaian	Sensitivitas yang tinggi
2	Menentukan kardinalitas dari suatu graf	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Kegiatan I dan II	Menanya dengan cara lisan	Memberikan orientasi siswa terhadap masalah  Membantu menginvestigasi secara individu maupun kelompok	Penyelesaian	Sensitivitas yang tinggi  Produktivitas yang tinggi  Elastisitas yang tinggi

No	Indikator	Perangkat Pembelajaran				<i>Problem Based Learning</i>	Berpikir Kreatif	Berpikir Inovatif
		Silabus	RPS	LKM	Monograf			
3	Memberikan pewarnaan <i>rainbow local antimagic coloring</i>	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Kegiatan III	-	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya	Penyelesaian Kefasihan Fleksibilitas Kebaruan	Sensitivitas yang tinggi Produktivitas yang tinggi Elastisitas yang tinggi
4	Memberikan pewarnaan <i>rainbow local antimagic coloring</i> dengan membuat graf baru	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Kegiatan IV	-	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Penyelesaian Kefasihan Fleksibilitas Kebaruan	Sensitivitas yang tinggi Orisinalitas yang tinggi

No	Indikator	Perangkat Pembelajaran				<i>Problem Based Learning</i>	Berpikir Kreatif	Berpikir Inovatif
		Silabus	RPS	LKM	Monograf			
5	Menarik kesimpulan hingga membentuk suatu rumus	Ditunjukkan pada capaian mata kuliah	Ditunjukkan pada capaian pembelajaran	Mempresentasikan hasil kelompok	-	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Penyelesaian	Sensitivitas yang tinggi

## LAMPIRAN A.3

 <b>UNIVERSITAS JEMBER</b> <b>FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN</b> <b>JURUSAN PENDIDIKAN MIPA</b> <b>PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA</b>	
<b>SILABUS</b>	
<b>Nama Mata Kuliah</b>	: Kombinatorika
<b>Kode Mata Kuliah</b>	: KPM1313
<b>Semester</b>	: 3
<b>SKS</b>	: 2
<b>Dosen Pengampu Mata Kuliah</b>	: Prof. Drs. Slamim, M.Comp.Sc., Ph.D. [A]
<b>Tim Pengajar</b>	: Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd. [B] Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd. [C]
<b>Deskripsi Mata Kuliah</b>	: Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.
<b>Capaian Pembelajaran Mata Kuliah</b>	: <p><b>Sikap:</b> S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila</p> <p><b>Pengetahuan:</b> PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya</p> <p><b>Ketrampilan Umum:</b> KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS</p> <p><b>Ketrampilan Khusus:</b> Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>)</p> <p><b>CP Mata Kuliah</b></p> <p>(1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian)</li> <li>kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait</li> <li>permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait</li> <li>ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait</li> <li>peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait</li> </ol> <p>(2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit</li> <li>Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam</li> </ol>

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

## LAMPIRAN A.4

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

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

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

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

## LAMPIRAN A.5

## SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

<b>Fakultas</b>	:	Keguruan dan Ilmu Pendidikan
<b>Prodi</b>	:	Pendidikan Matematika
<b>Mata Kuliah</b>	:	
<b>Semester</b>	:	
<b>SKS</b>	:	
<b>Dosen Pengampu</b>	:	
<b>Bahan Kajian</b>	:	<i>Rainbow Antimagic Coloring</i>
<b>Pertemuan ke</b>	:	1
<b>Kemampuan Akhir</b>	:	Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>rainbow antimagic coloring</i> dari suatu graf
<b>Sub Bahan Kajian</b>	:	Kardinalitas, <i>rainbow antimagic coloring</i>
<b>Sumber Pembelajaran</b>	:	Buku dan Jurnal Penelitian terkait
<b>Media Pembelajaran</b>	:	LKM
<b>Pendekatan/metode</b>	:	Pembelajaran Berbasis Masalah
<b>Skenario Pembelajaran</b>	:	

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucap salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. 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, <i>rainbow connection</i> , <i>antimagic labeling</i> , <i>rainbow antimagic coloring</i>	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf, <i>rainbow connection</i> , <i>antimagic labeling</i> , <i>rainbow antimagic coloring</i>	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
Memberikan Orientasi Siswa Terhadap Masalah		
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'

Mengorganisasi Siswa untuk Belajar		
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'
Membantu Menginvestigasi Secara Individu Maupun Kelompok		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi serta memberikan penjelasan ketika terdapat pertanyaan	5. Melakukan diskusi	30
Mengembangkan dan Mempresentasikan Hasil Karya		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah		
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

## LAMPIRAN A.6

**PRE TES**  
**Rainbow Antimagic Coloring**

Nama :

**PETUNJUK TES!**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah di tentukan!
3. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami.

**SELAMAT MENGERJAKAN**

1. Tentukan expan dan kardinalitas dari graf tersebut!

Tuliskan Jawaban Anda di kolom ini!

Produktivitas yang Tinggi

Dapatkan Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan dari pada jawaban sebelumnya !

Sensitivitas yang Tinggi

Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda!

2. Tentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut!

Tuliskan Jawaban Anda di kolom ini!

Produktivitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan daripada jawaban sebelumnya !

Sensitivitas yang Tinggi

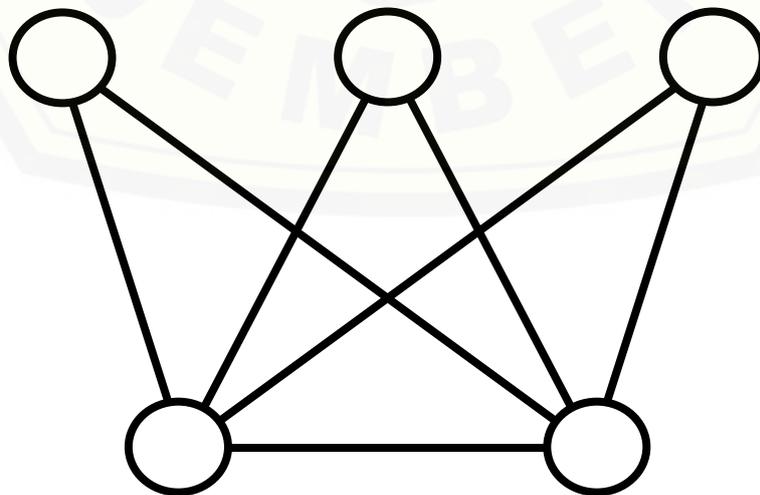
Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda !

**LAMPIRAN A.7****POST TEST****Rainbow Antimagic Coloring****Nama :****PETUNJUK TES!**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah di tentukan!
3. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami.

**SELAMAT MENERJAKAN**

Perhatikan graf berikut.



1. Tentukan kardinalitas dari graf tersebut!

Tuliskan Jawaban Anda di kolom ini!

Produktivitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan dari pada jawaban sebelumnya !

Sensitivitas yang Tinggi

Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda!

2. Tentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut!

Tuliskan jawaban Anda di kolom ini!

Produktivitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan dari pada jawaban sebelumnya !

Sensitivitas yang Tinggi

Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda!

3. Buatlah 2 graf selain graf di atas kemudian tentukan kardinalitasnya!

Tuliskan jawaban Anda di kolom ini!

Produktivitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan dari pada jawaban sebelumnya !

Sensitivitas yang Tinggi

Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda!

4. Tentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut!

Tuliskan jawaban Anda di kolom ini!

## Produktivitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan berbagai cara atau strategi?

## Elastisitas yang Tinggi

Dapatkah Anda menyelesaikan masalah tersebut dengan benar?

## Orisinalitas yang Tinggi

Tuliskan kebaruan dan keunikan yang Anda temukan dari pada jawaban sebelumnya !

## Sensitivitas yang Tinggi

Apakah Anda memeriksa kembali hasil perhitungan dan konsep yang Anda gunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas? Berikan komentar Anda!

LAMPIRAN A.8



**LEMBAR KERJA MAHASISWA**

**RAINBOW ANTIMAGIC COLORING**

Setelah Pembelajaran ini diharapkan mahasiswa mampu:

Mengembangkan *Rainbow Local Antimagic Coloring* serta menentukan *Rainbow Antimagic Coloring*.

**Indikator**

Mahasiswa dapat menentukan *Rainbow Local Antimagic Coloring* suatu graf.

**PETUNJUK LKM**

- \* Berdoalah sebelum mengerjakan.
- \* Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- \* Buatlah kelompok dengan anggota 4-5 orang.
- \* Tuliskan nama anggota pada kolom yang disediakan.



Nama Anggota:

- |         |          |
|---------|----------|
| 1. .... | NIM..... |
| 2. .... | NIM..... |
| 3. .... | NIM..... |
| 4. .... | NIM..... |





## LEMBAR KERJA MAHASISWA



**Memberikan orientasi maha siswa terhadap**



**Sensitivitas mahasiswa**

Salah satu konsep graf adalah *rainbow local antimagic coloring*. Pada LKM ini akan dibahas cara menentukan *rainbow local antimagic coloring*. Suatu graf dapat dikatakan mempunyai *rainbow local antimagic coloring*, jika didefinisikan sebagai berikut.

**DEFINISI**

Misalkan  $G(V, E)$  merupakan graf yang terhubung dan sederhana dengan himpunan titik ( $V$ ) dan himpunan sisi ( $E$ ). Fungsi bijektif  $f: V \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, |V(G)|\}$  disebut *rainbow local antimagic labelling* jika ada jalur pelangi antara setiap pasangan titik dan untuk setiap sisi  $e = uv \in E(G)$ , bobot  $w(e) = f(u) + f(v)$ . Graf  $G$  adalah *rainbow local antimagic* jika  $G$  memiliki *rainbow local antimagic labelling*.

$V$  = Himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices*), dapat ditulis  $V = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$

$E$  = Himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul, dapat ditulis  $E = \{X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, X_n\}$

$|V|$  = Jumlah titik suatu graf (*order*)

$|E|$  = Jumlah sisi suatu graf (*size*)



LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Mengorganisasi siswa untuk belajar**

← →

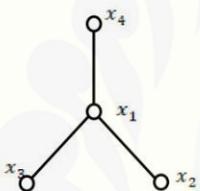
**Produktivitas Mahasiswa**

**KEGIATAN I**

Amatilah graf di bawah ini!

Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

**1. Graf**                      **Bintang (Star Graf) dengan 4 titik**



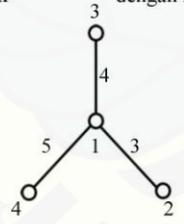
$$V = \{X_1, X_2, \dots, X_4\}$$

$$E = \{X_1X_2, \dots, \dots\}$$

$$|V| = n$$

$$|E| = \dots \dots$$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan n = 4 di



Menentukan fungsi titik	Menentukan bobot (W)
$f(x) = 1$	$W(xy_1) = \dots$
$f(y_1) = 2$	$W(xy_2) = 4$
$f(y_2) = \dots$	$W(xy_3) = \dots$
$f(y_3) = \dots$	

bawah ini !

3

4

LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Membantu menginvestigasi secara individu maupun kelompok**

← →

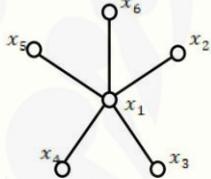
**Produktivitas Mahasiswa**

**KEGIATAN II**

Amatilah graf di bawah ini!

Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

**2. Graf Bintang (Star Graf) dengan 6 titik**



$V = \{x_1, \dots, \dots, \dots, \dots\}$

$E = \{\dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots\}$

$|V| = n$

$|E| = \dots \dots \dots$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan  $n = 6$  di bawah ini !



Menentukan fungsi titik

$f(x) = 1$

$f(y_1) = 2$

$f(y_2) = \dots$

$f(y_3) = \dots$

$f(y_4) = \dots$

$f(y_5) = \dots$

Menentukan bobot (W)

$W(xy_1) = \dots$

$W(xy_2) = \dots$

$W(xy_3) = \dots$

$W(xy_4) = \dots$

LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Mengembangkan dan mempresentasikan has karya**

← →

**Elastisitas Mahasiswa**

KEGIATAN III

Amatilah graf di bawah ini!

Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

3. Graf Bintang (Star Graf) dengan sebanyak n titik

$$V = \{x_1, \dots, \dots, \dots, \dots\}$$

$$E = \{\dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots\}$$

$$|V| = n$$

$$|E| = \dots \dots \dots$$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan n = 6 di bawah ini !

Menentukan fungsi titik	Menentukan bobot (W)
$f(x) = 1$	$W(xy_1) = \dots$
$f(y_1) = \dots$	$W(xy_2) = \dots$
$f(y_2) = \dots$	$W(xy_3) = \dots$
$f(y_j) = \dots$	$W(xy_j) = \dots$



The worksheet is titled "LEMBAR KERJA MAHASISWA" (Student Worksheet) and is framed with a green border. At the top, there are three decorative circles on each side. Below the title, two boxes are connected by a double-headed arrow. The left box contains the text "Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah" (Analyze and evaluate the problem-solving process), and the right box contains "Orisinalitas Mahasiswa" (Student Originality). The main body of the worksheet is enclosed in a dashed-line border and contains the following text:

**KEGIATAN IV**

Carilah minimal 2 graf (selain Star Graf), kemudian tentukan kardinalitasnya yang meliputi titik, jumlah titik, dan berikan pewarnaan rainbow local antimagic !!

In the bottom-left corner, there is a circular logo with a stylized number '6'.



LAMPIRAN A.9



**LEMBAR KERJA MAHASISWA**

**RAINBOW ANTIMAGIC COLORING**

Setelah Pembelajaran ini diharapkan mahasiswa mampu:

Mengembangkan *Rainbow Local Antimagic Coloring* serta menentukan *Rainbow Antimagic Coloring*.

**Indikator**

Mahasiswa dapat menentukan *Rainbow Local Antimagic Coloring* suatu graf.

**PETUNJUK LKM**

- \* Berdoalah sebelum mengerjakan.
- \* Perhatikan penjelasan dosen tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan.
- \* Buatlah kelompok dengan anggota 4-5 orang.
- \* Tuliskan nama anggota pada kolom yang disediakan.



Nama Anggota:

- |         |          |
|---------|----------|
| 1. .... | NIM..... |
| 2. .... | NIM..... |
| 3. .... | NIM..... |
| 4. .... | NIM..... |





## LEMBAR KERJA MAHASISWA



**Memberikan orientasi maha siswa terhadap**



**Sensitivitas mahasiswa**

Salah satu konsep graf adalah *rainbow local antimagic coloring*. Pada LKM ini akan dibahas cara menentukan *rainbow local antimagic coloring*. Suatu graf dapat dikatakan mempunyai *rainbow local antimagic coloring*, jika didefinisikan sebagai berikut.

**DEFINISI**

Misalkan  $G(V, E)$  merupakan graf yang terhubung dan sederhana dengan himpunan titik ( $V$ ) dan himpunan sisi ( $E$ ). Fungsi bijektif  $f: V \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, |V(G)|\}$  disebut *rainbow local antimagic labelling* jika ada jalur pelangi antara setiap pasangan titik dan untuk setiap sisi  $e = uv \in E(G)$ , bobot  $w(e) = f(u) + f(v)$ . Graf  $G$  adalah *rainbow local antimagic* jika  $G$  memiliki *rainbow local antimagic labelling*.

$V$  = Himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices*), dapat ditulis  $V = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$

$E$  = Himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul, dapat ditulis  $E = \{X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, X_n\}$

$|V|$  = Jumlah titik suatu graf (*order*)

$|E|$  = Jumlah sisi suatu graf (*size*)



LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Mengorganisasi siswa  
untuk belajar**

← →

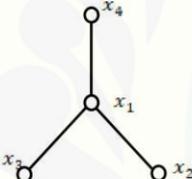
**Produktivitas  
Mahasiswa**

**KEGIATAN I**

Amatilah graf di bawah ini!

Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

**1. Graf Bintang (Star Graf) dengan 4 titik**



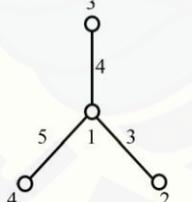
$$V = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$$

$$E = \{X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4\}$$

$$|V| = 4$$

$$|E| = 3$$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan  $n = 4$  di bawah ini !



Menentukan fungsi titik

$$f(x) = 1$$

$$f(y_1) = 2$$

$$f(y_2) = 3$$

$$f(y_3) = 4$$

Menentukan bobot (W)

$$W(xy_1) = 3$$

$$W(xy_2) = 4$$

$$W(xy_3) = 5$$

3

**LEMBAR KERJA MAHASISWA**

Membantu menginvestigasi secara individu maupun kelompok



Produktivitas Mahasiswa

**KEGIATAN II**

Amatilah graf di bawah ini!

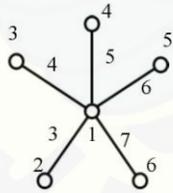
Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

**2. Graf Bintang (Star Graf) dengan 6 titik**



- $V = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}$
- $E = \{X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_1X_5, X_1X_6\}$
- $|V| = 7$
- $|E| = 6$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan  $n = 6$  di bawah ini !



Menentukan fungsi titik

- $f(x) = 1$
- $f(y_1) = 2$
- $f(y_2) = 3$
- $f(y_3) = 4$
- $f(y_4) = 5$
- $f(y_5) = 6$

Menentukan bobot (W)

- $W(xy_1) = 3$
- $W(xy_2) = 4$
- $W(xy_3) = 5$
- $W(xy_4) = 6$
- $W(xy_5) = 7$





## LEMBAR KERJA MAHASISWA



**Mengembangkan dan mempresentasikan has karya**



**Elastisitas Mahasiswa**

**KEGIATAN III**

Amatilah graf di bawah ini!

Tuliskanlah kardinalitas yang meliputi titik, jumlah titik, sisi dan jumlah sisi dari graf tersebut !

**3. Graf Bintang (Star Graf) dengan sebanyak n titik**

$$V = \{X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n\}$$

$$E = \{X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, \dots, X_1X_n\}$$

$$|V| = n+1$$

$$|E| = n$$

Berikan pewarnaan rainbow antimagic (*rainbow local antimagic coloring*) pada star graf dengan  $n = 6$  di bawah ini !

<p style="text-align: center;">Menentukan fungsi titik</p> $f(x) = 1$ $f(y_1) = 2$ $f(y_2) = 3$ $f(y_j) = j+1 ; 1 \leq j \leq n$	<p style="text-align: center;">Menentukan bobot (W)</p> $W(xy_1) = 3$ $W(xy_2) = 4$ $W(xy_3) = 5$ $W(xy_j) = j+2 ; 1 \leq j \leq n$
--	---





The worksheet is titled "LEMBAR KERJA MAHASISWA" (Student Worksheet) and is framed with a green border. At the top, there are three decorative circles on each side. Below the title, two boxes are connected by a double-headed arrow. The left box contains the text "Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah" (Analyze and evaluate the problem-solving process), and the right box contains "Orisinalitas Mahasiswa" (Student Originality). The main body of the worksheet is enclosed in a dashed-line border and contains the following text:

**KEGIATAN IV**

Carilah minimal 2 graf (selain Star Graf), kemudian tentukan kardinalitasnya yang meliputi titik, jumlah titik, dan berikan pewarnaan rainbow local antimagic !!

In the bottom-left corner, there is a circular logo with a stylized number '6'.



**LAMPIRAN A.10****LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

Hari/Tanggal Observasi :  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Rainbow Antimagic Coloring*  
 Pertemuan ke- :

**A. Petunjuk**

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

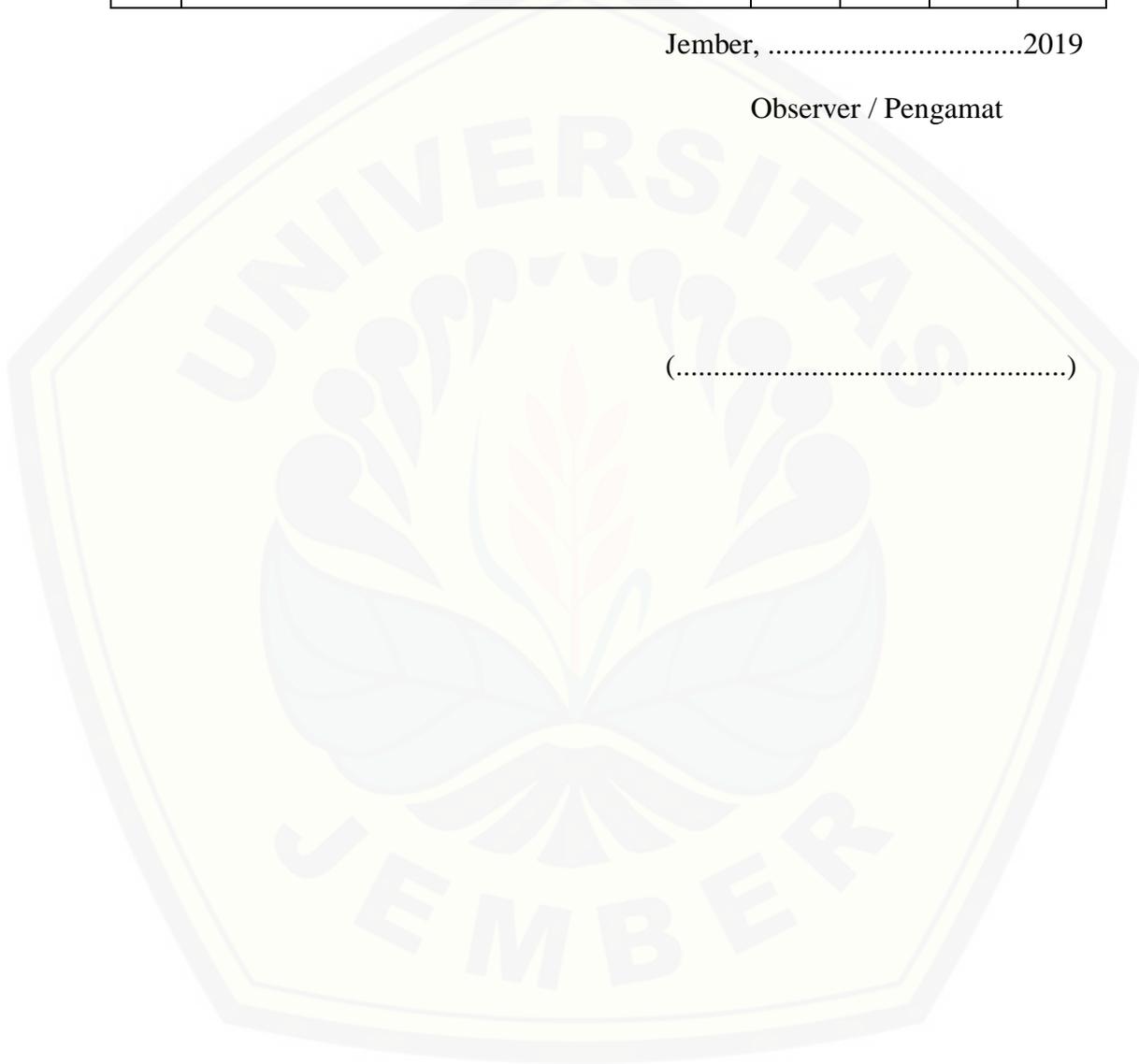
No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan di pelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
Memberikan Orientasi Siswa Terhadap Masalah					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa menerima LKM yang diberikan dosen				
Mengorganisasi Siswa untuk Belajar					
3	Menerima referensi dan mendengarkan penjelasan dari dosen				
Membantu Menginvestigasi Secara Individu Maupun Kelompok					
4.	Mahasiswa melakukan diskusi				
Mengembangkan dan Mempresentasikan Hasil Karya					
5.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				

Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah				
6.	Mahasiswa mendengarkan evaluasi dari dosen			
<b>III. PENUTUP</b>				
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan			

Jember, .....2019

Observer / Pengamat

(.....)



**LAMPIRAN A.11****LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK  
DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi :  
 Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Pokok Bahasan : *Rainbow Antimagic Coloring*  
 Pertemuan ke- :

**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>					
Memberikan Orientasi Siswa Terhadap Masalah					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok				
Mengorganisasi Siswa untuk Belajar					
3.	Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian dan memberikan penjelasan				
Membantu Menginvestigasi Secara Individu Maupun Kelompok					
4.	Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi serta memberikan penjelasan ketika terdapat pertanyaan				
Mengembangkan dan Mempresentasikan Hasil Karya					
5.	Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah					
6.	Mengevaluasi jalannya presentasi				
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun				

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

Saran :

.....

.....

.....

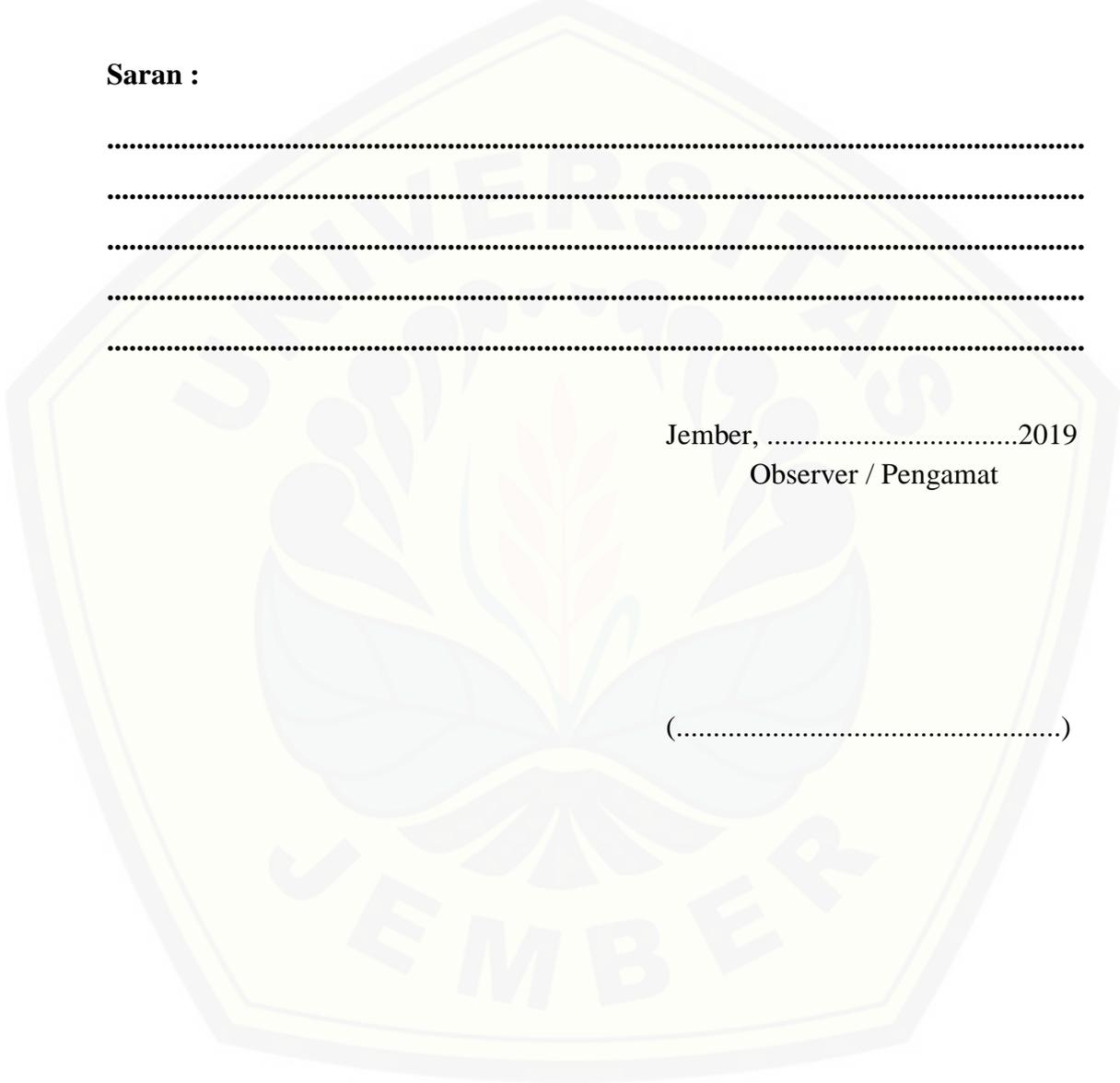
.....

.....

Jember, .....2019

Observer / Pengamat

(.....)



**LAMPIRAN A.12**

**ANGKET RESPON MAHASISWA  
TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN**

**Petunjuk Pengisian Angket :**

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah alasanmu dengan mengisi di kolom alasan.
4. Jawaban saudara/saudari mahasiswa akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai mata kuliah ini

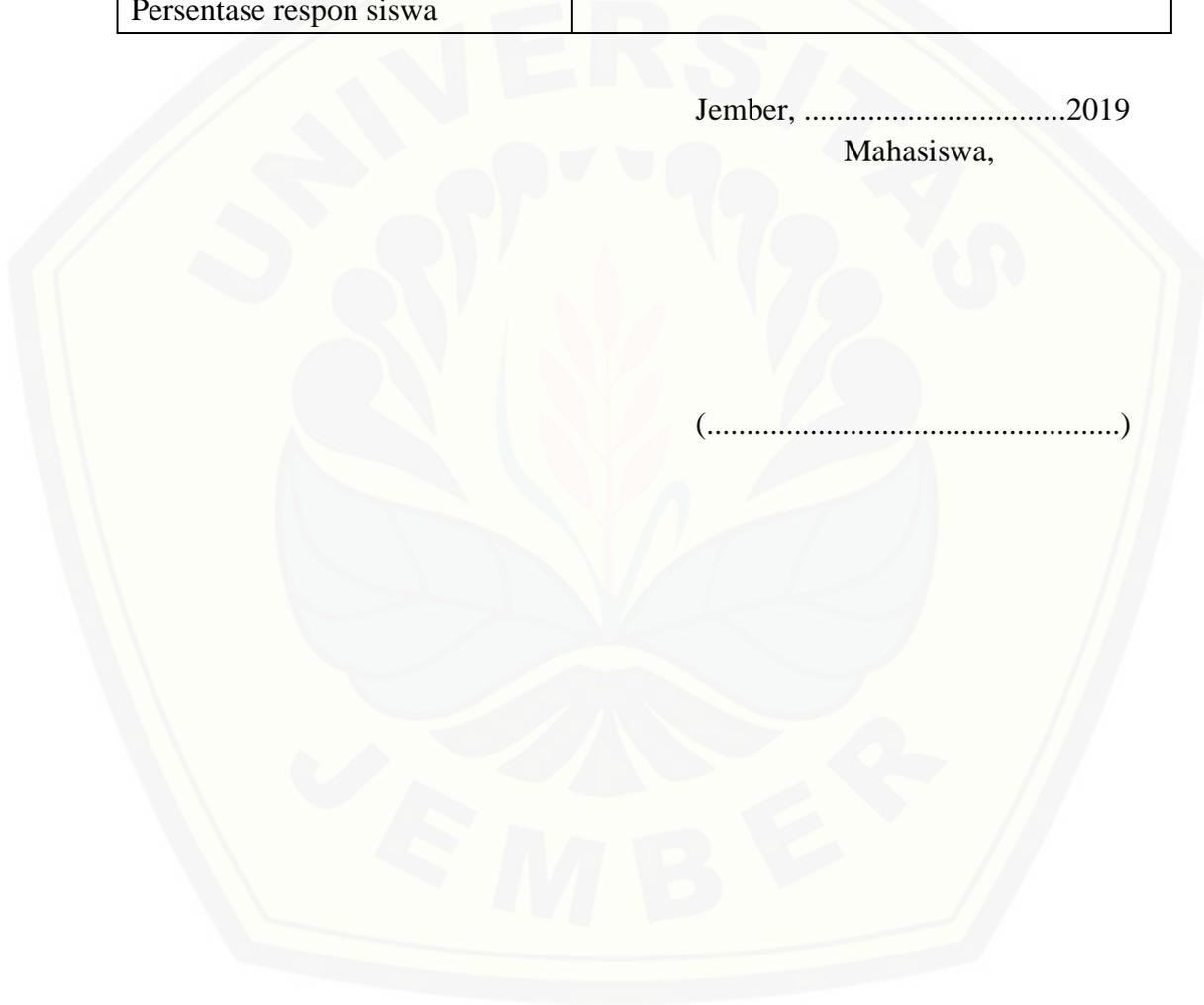
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
2.	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran			
	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			
5	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir			
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			

	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir			
7.	Apakah Anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?			
Jumlah Penilaian				
Persentase respon siswa				

Jember, .....2019

Mahasiswa,

(.....)



**LAMPIRAN A.13****PEDOMAN WAWANCARA****A. Petunjuk Wawancara**

1. Wawancara dilakukan setelah mahasiswa mengerjakan tes hasil belajar (post test)
2. Wawancara yang dilakukan dengan peserta didik mengacu pada pedoman wawancara.
3. Wawancara tidak harus berjalan sesuai urutan pertanyaan pada pedoman wawancara dan pertanyaan yang diberikan lanjutan sesuai dengan jawaban responden.
4. Pedoman wawancara hanya digunakan sebagai garis besar saja, dan peneliti diperbolehkan untuk mengembangkan pembicaraan (diskusi) ketika wawancara berlangsung karena wawancara ini tergolong wawancara tidak terstruktur.
5. Pada proses wawancara peserta didik kemampuan berpikir kreatif inovatif yang dilakukan setelah mengerjakan tes hasil belajar (post tes)

**B. Pedoman wawancara**

<b>Tahapan Proses Keterampilan Bepikir Kreatif Inovatif</b>	<b>Pertanyaan</b>
<b>Kefasihan</b> 1. Mengerjakan dengan lebih dari satu jawaban benar dan berbeda dari jawaban pertama 2. Mengerjakan dengan satu jawaban benar tetapi cara penyelesaian sama	Apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
<b>Fleksibilitas</b> 1. Mengerjakan dengan cara penyelesaian lebih dari satu cara dan berbeda secara konseptual 2. Mengerjakan dengan cara penyelesaian lebih dari satu cara dan tidak berbeda secara konseptual (beragam)	Apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

Tahapan Proses Keterampilan Bepikir Kreatif Inovatif	Pertanyaan
3. Mengerjakan dengan cara penyelesaian sama dengan yang dibuat pertama	
<p>Kebaruan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menuliskan jawaban lebih dari satu jawaban dan berbeda, tidak menunjukkan berpola</li> <li>2. Menuliskan cara lebih dari satu cara dan berbeda, tidak menunjukkan berpola.</li> <li>3. Menuliskan jawaban atau cara lebih dari satu dan hanya beragam</li> <li>4. Menuliskan jawaban atau cara tidak lebih dari satu dan hanya beragam</li> </ol>	<p>Apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?</p>
<p>Sensitivitas yang tinggi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan pemeriksaan kembali terhadap apa yang telah dikerjakannya</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah kamu memeriksa kembali pekerjaan kamu?</li> <li>2. Bagian konsep atau perhitungan yang kamu periksa kembali?</li> <li>3. Berapa kali kamu memeriksa kembali pekerjaanmu?</li> </ol>
<p>Produktivitas yang tinggi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menentukan berbagai kemungkinan cara</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menurutmu ada berapa banyak cara untuk bisa menyelesaikan permasalahan tersebut? Sebutkan dan jelaskan!</li> </ol>
<p>Elastisitas yang tinggi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengerjaan cara yang telah diperoleh</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tolong jelaskan caramu menerapkan strategi tersebut?</li> </ol>
<p>Orisinalitas yang tinggi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menuliskan kebaruan dan keunikan lebih dari dua jawaban yang ditemukan daripada jawaban sebelumnya</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bagaimana memperoleh cara tersebut?</li> </ol>

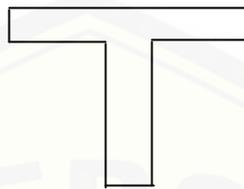
**LAMPIRAN A.14**

**GROUP EMBEDDED FIGURES TEST**

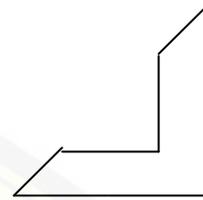
**BENTUK- BENTUK SEDERHANA**



A



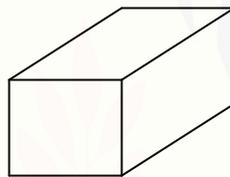
B



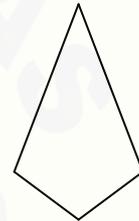
C



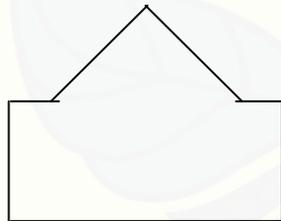
D



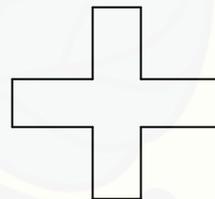
E



F



G



H

**GROUP EMBEDDED FIGURES TEST (GEFT)**

N a m a : .....

Jenis Kelamin : .....

Waktu : 25 Menit

Tanggal (hari ini) : .....

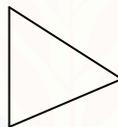
---

**PEJELASAN**

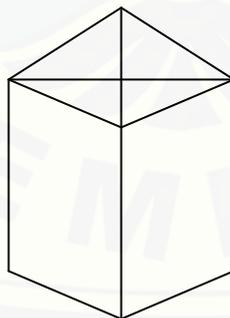
Tes ini dimaksudkan untuk menguji kemampuan anda dalam menemukan bentuk sederhana yang tersembunyi pada gambar yang rumit.

**Contoh**

Gambar berikut merupakan bentuk yang sederhana dan diberi nama “X”

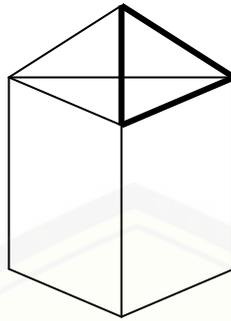


Bentuk sederhana yang bernama “X” ini tersembunyi di dalam gambar yang lebih rumit di bawah ini.



Coba temukan bentuk sederhana “X” tersebut pada gambar rumit dan tebalkan dengan pensil bentuk yang anda temukan tadi. Bentuk yang ditemukan haruslah mempunyai ukuran, perbandingan dan arah yang sama dengan bentuk sederhana “X”

Jika Anda selesai, baliklah halaman ini untuk memeriksa jawaban Anda.



---

Pada halaman berikut ditemukan soal-soal seperti di atas pada setiap halaman, Anda melihat gambar rumit dan kalimat di bawahnya merupakan perintah untuk menunjukkan bentuk sederhana yang tersembunyi di dalamnya.

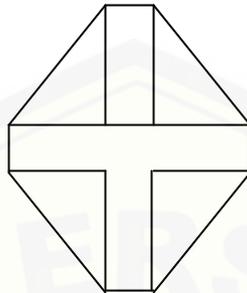
Untuk mengerjakan setiap soal, lihat sampul belakang buku ini untuk melihat bentuk sederhana yang harus ditemukan. Kemudian berilah garis tebal pada bentuk yang sudah ditemukan dalam gambar rumit tersebut.

Perhatikan hal-hal berikut:

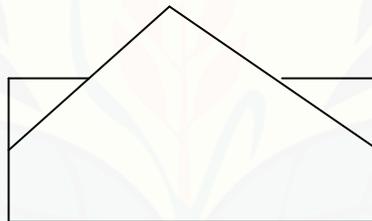
1. Lihat kembali bentuk sederhana jika dianggap perlu.
2. Hapus semua yang Anda anggap salah.
3. Kerjakan soal-soal secara berurutan. Jangan melompati sebuah soal kecuali jika Anda benar-benar tidak bisa menjawab.
4. Banyaknya bentuk yang ditebalkan hanya satu. Jika Anda menemukan lebih dari satu bentuk sederhana yang tersembunyi pada gambar rumit, maka yang perlu ditebalkan hanya satu saja.
5. Bentuk sederhana yang tersembunyi pada gambar rumit mempunyai ukuran, perbandingan dan arah menghadap yang sama dengan bentuk sederhana pada sampul belakang.

**JANGAN MEMBALIK HALAMAN SEBELUM ADA PERINTAH**

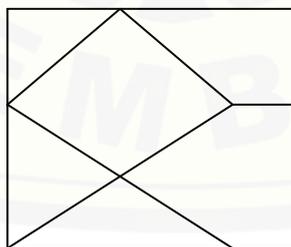
**BAGIAN. I**



1. Carilah bentuk sederhana ' B '



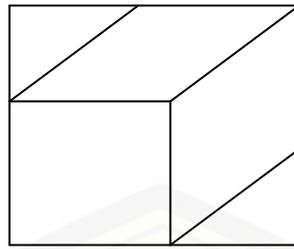
2. Carilah bentuk sederhana ' G '



3. Carilah bentuk sederhana ' D '

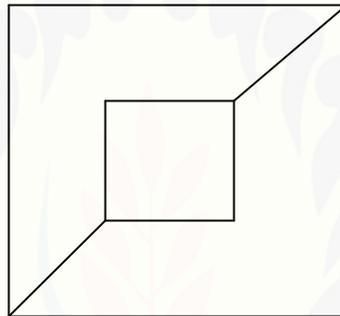
---

**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**



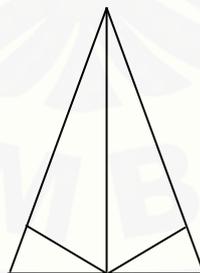
4. Carilah bentuk sederhana ' E '

---



5. Carilah bentuk sederhana ' C '

---



6. Carilah bentuk sederhana ' F '

---

**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**



7. Carilah bentuk sederhana ' A '

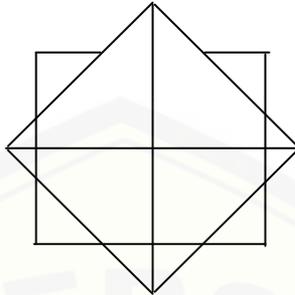


**SILAHKAN BERHENTI  
TUNGGU INSTRUKSI LEBIH LANJUT !!!**



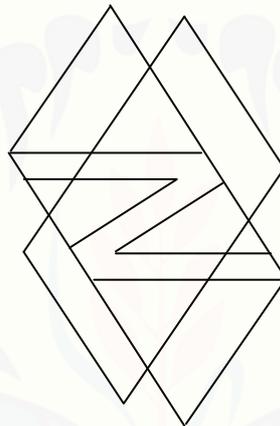
**BAGIAN. II**

---



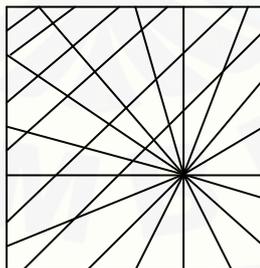
1. Carilah bentuk sederhana ' G '

---



2. Carilah bentuk sederhana ' A '

---

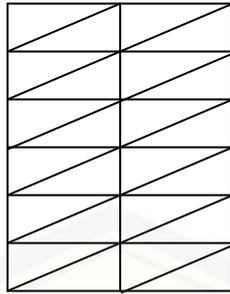


3. Carilah bentuk sederhana ' G '

---

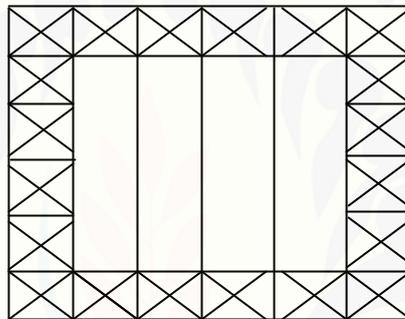
**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**





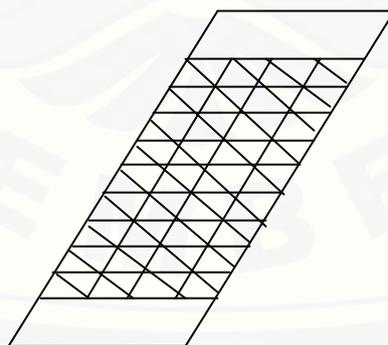
4. Carilah bentuk sederhana ' E '

---



5. Carilah bentuk sederhana ' B '

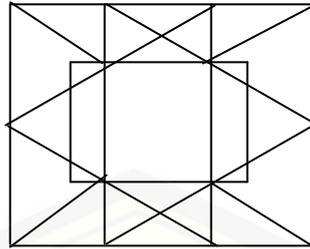
---



6. Carilah bentuk sederhana ' C '

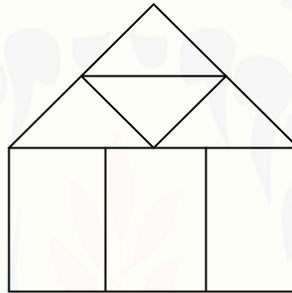
---

**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**



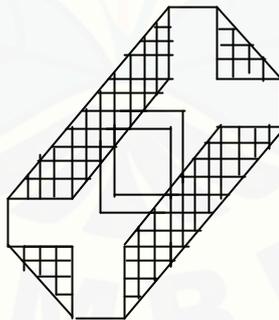
7. Carilah bentuk sederhana ' E '

---



8. Carilah bentuk sederhana ' D '

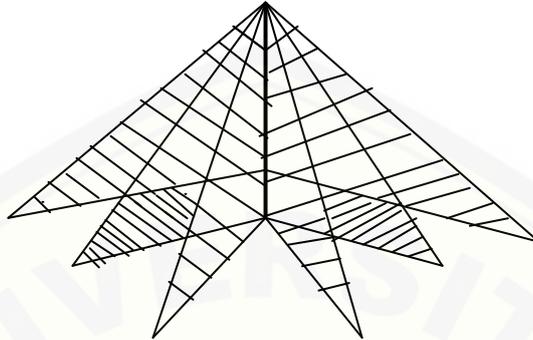
---



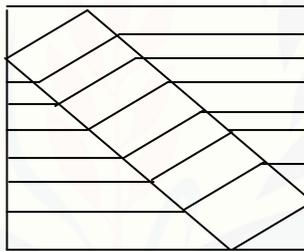
9. Carilah bentuk sederhana ' H '

---

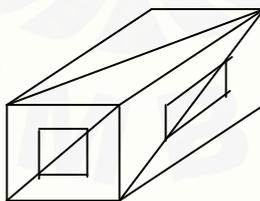
**SILAHKAN BERHENTI  
TUNGGU INSTRUKSI LEBIH LANJUT !!!**

**BAGIAN. III**

1. Carilah bentuk sederhana ' F '



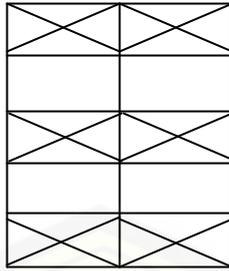
2. Carilah bentuk sederhana ' G '



3. Carilah bentuk sederhana ' C '

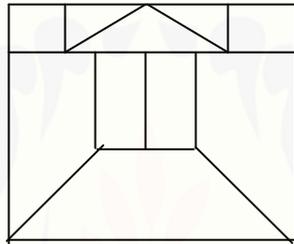
---

**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**



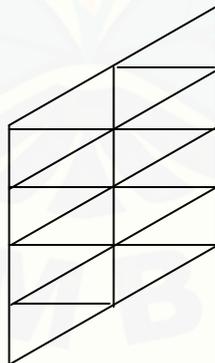
4. Carilah bentuk sederhana ' E '

---



5. Carilah bentuk sederhana ' B '

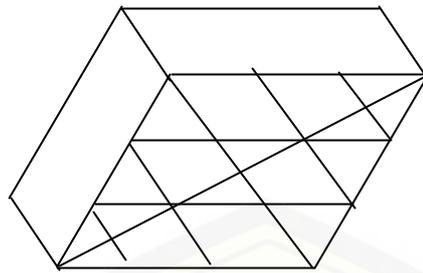
---



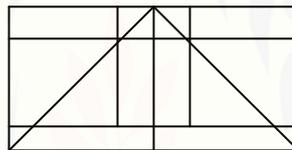
6. carilah bentuk sederhana ' E '

---

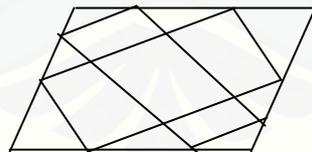
**TERUSKAN KE HALAMAN BERIKUT**



7. Carilah bentuk sederhana dari ' A '



8. Carilah bentuk sederhana ' C '



9. Carilah bentuk sederhana ' A '

.....

**SILAHKAN BERHENTI  
TUNGGU INSTRUKSI LEBIH LANJUT !!!**

<b>LAMPIRAN B.1</b>
---------------------

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

Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Materi : *Rainbow Antimagic Coloring*  
 Kelas/Semester :  
 Nama Validator :

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

**B. 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”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “Sangat baik”

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Perumusan tujuan pembelajaran</b>					
1.	Kejelasan kompetensi inti dan kompetensi dasar				
2.	Kesesuaian kompetensi inti dan kompetensi dasar dengan tujuan pembelajaran				
3.	Ketepatan penjabaran kompetensi dasar ke dalam indikator				
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan peserta didik				
<b>II. Isi SAP</b>					
1.	Sistematika penyusunan SAP				
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah				
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari				

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	pendahuluan, inti dan penutup				
III. Bahasa dan tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				

#### D. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

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

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

#### E. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

.....

Jember, .....2019

Validator

(.....)

<b>LAMPIRAN B.2</b>
---------------------

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

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

**B. Petunjuk**

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

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 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
I. Format					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				
II. Isi LKM					
1.	LKM disajikan secara sistematis				
2.	Kebenaran konsep dan materi				
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi peserta didik				
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik				
6.	Penyajian LKM menarik				
III. Bahasa dan Tulisan					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu				

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
2.	Menggunakan istilah-istilah yang sudah dipahami				
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)				
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				

#### D. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. LKM Pembelajaran ini:

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

b. LKM Pembelajaran ini:

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

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

#### E. Komentar dan saran perbaikan

.....

.....

.....

Jember, .....2019

Validator

(.....)

<b>LAMPIRAN B.3</b>
---------------------

**RUBRIK PENILAIAN LKM**  
**(LEMBAR KERJA MAHASISWA)**

**I. Aspek format LKM**

No.	Indikator penilaian	Rubrik
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	(1) Jika petunjuk pengerjaan tidak jelas (2) Jika petunjuk pengerjaan kurang jelas (3) Jika petunjuk pengerjaan cukup jelas (4) Jika petunjuk pengerjaan sudah jelas

**II. Aspek isi LKM**

No.	Indikator penilaian	Rubrik
1.	LKM disajikan secara sistematis	(1) Jika LKM disajikan tidak secara sistematis (2) Jika LKM disajikan kurang secara sistematis (3) Jika LKM disajikan cukup secara sistematis (4) Jika LKM disajikan sudah secara sistematis
2.	Kebenaran konsep dan materi	(1) Jika konsep dan materi tidak benar (2) Jika konsep dan materi kurang benar (3) Jika konsep dan materi cukup benar (4) Jika konsep dan materi sudah benar
3.	Masalah yang diangkat sesuai dengan kognisi mahasiswa	(1) Jika masalah yang diangkat tidak sesuai dengan kognisi peserta (2) Jika masalah yang diangkat kurang sesuai dengan kognisi peserta (3) Jika masalah yang diangkat cukup sesuai dengan kognisi peserta (4) Jika masalah yang diangkat sudah sesuai dengan kognisi peserta
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	(1) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang tidak jelas (2) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang kurang jelas (3) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang cukup jelas (4) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang sudah jelas

No.	Indikator penilaian	Rubrik
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa	(1) Jika kegiatan yang disajikan tidak menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa (2) Jika kegiatan yang disajikan kurang menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa (3) Jika kegiatan yang disajikan cukup menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa (4) Jika kegiatan yang disajikan sudah menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa
6.	Penyajian LKM menarik	(1) Jika penyajian LKM tidak menarik (2) Jika penyajian LKM kurang menarik (3) Jika penyajian LKM cukup menarik (4) Jika penyajian LKM sudah menarik

### III. Bahasa dan tulisan

No.	Indikator penilaian	Rubrik
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu	(1) Jika soal tidak dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu (2) Jika soal kurang dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu (3) Jika soal cukup dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu (4) Jika soal sudah dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	(1) Jika tidak menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami (2) Jika kurang menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami (3) Jika cukup menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami (4) Jika sudah menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)	(1) Jika tidak dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)

No.	Indikator penilaian	Rubrik
		(2) Jika kurang dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD) (3) Jika cukup dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD) (4) Jika sudah dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak komunikatif (2) Jika bahasa yang digunakan kurang komunikatif (3) Jika bahasa yang digunakan cukup komunikatif (4) Jika bahasa yang digunakan komunikatif

<b>LAMPIRAN B.4</b>
---------------------

**LEMBAR VALIDASI OBSERVASI KEMAMPUAN DOSEN DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

**A. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) 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.	Format memudahkan observer melakukan pengisian				
2.	Lembar observasi memiliki komponen yang lengkap				
<b>II. BAHASA</b>					
1.	Kesesuaian dengan EYD				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				
3.	Bahasa yang digunakan tidak ambigu				
4.	Kejelasan petunjuk dan arahan				
<b>III. ISI</b>					
1.	Kesesuaian aktivitas dosen dengan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)				
2.	Kesesuaian urutan observasi dengan urutan aktivitas dosen dalam Satuan Acara Perkuliahan (SAP)				
3.	Pernyataan dirumuskan secara jelas, spesifik dan operasional sehingga mudah diukur				

**C. Penilaian Umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a) Lembar observasi kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran ini:

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

b) Lembar observasi kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran ini:

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

3 : dapat digunakan dengan sedikit revisi

4 : dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan anda

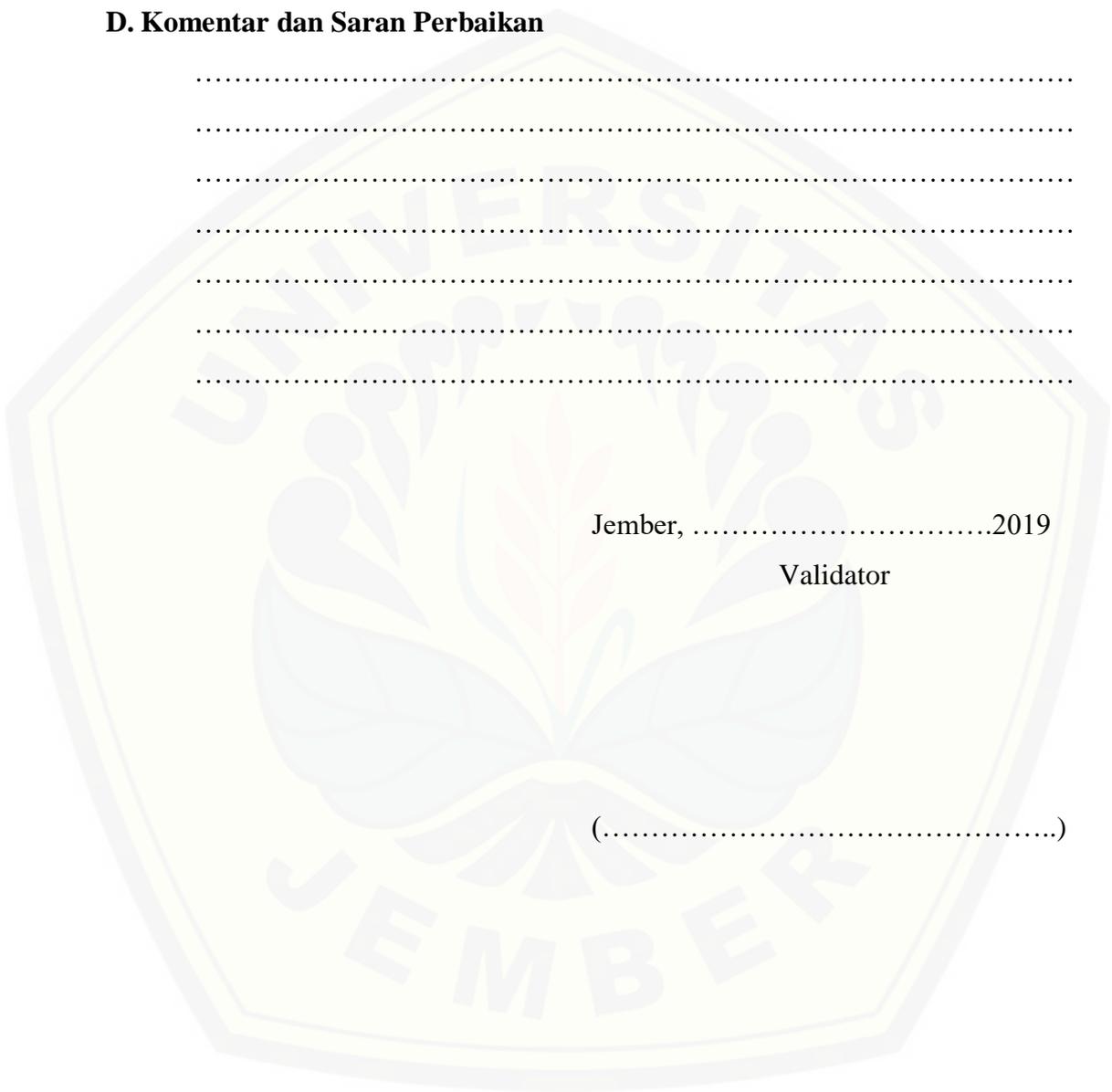
**D. Komentar dan Saran Perbaikan**

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

Jember, .....2019

Validator

(.....)



<b>LAMPIRAN B.5</b>
---------------------

### LEMBAR VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

#### A. Petunjuk

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

#### B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

NO.	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>IV. FORMAT</b>					
1.	Format memudahkan observer melakukan pengisian				
2.	Lembar observasi memiliki komponen yang lengkap				
<b>V. BAHASA</b>					
1.	Kesesuaian dengan EYD				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				
3.	Bahasa yang digunakan tidak ambigu				
4.	Kejelasan petunjuk dan arahan				
<b>VI. ISI</b>					
1.	Kesesuaian aktivitas siswa dengan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)				
2.	Kesesuaian urutan observasi dengan urutan aktivitas siswa dalam Satuan Acara Perkuliahan (SAP)				
3.	Pernyataan dirumuskan secara jelas, spesifik dan operasional sehingga mudah diukur				

#### C. Penilaian Umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

c) Lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran ini:

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

d) Lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran ini:

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

4 : dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan anda

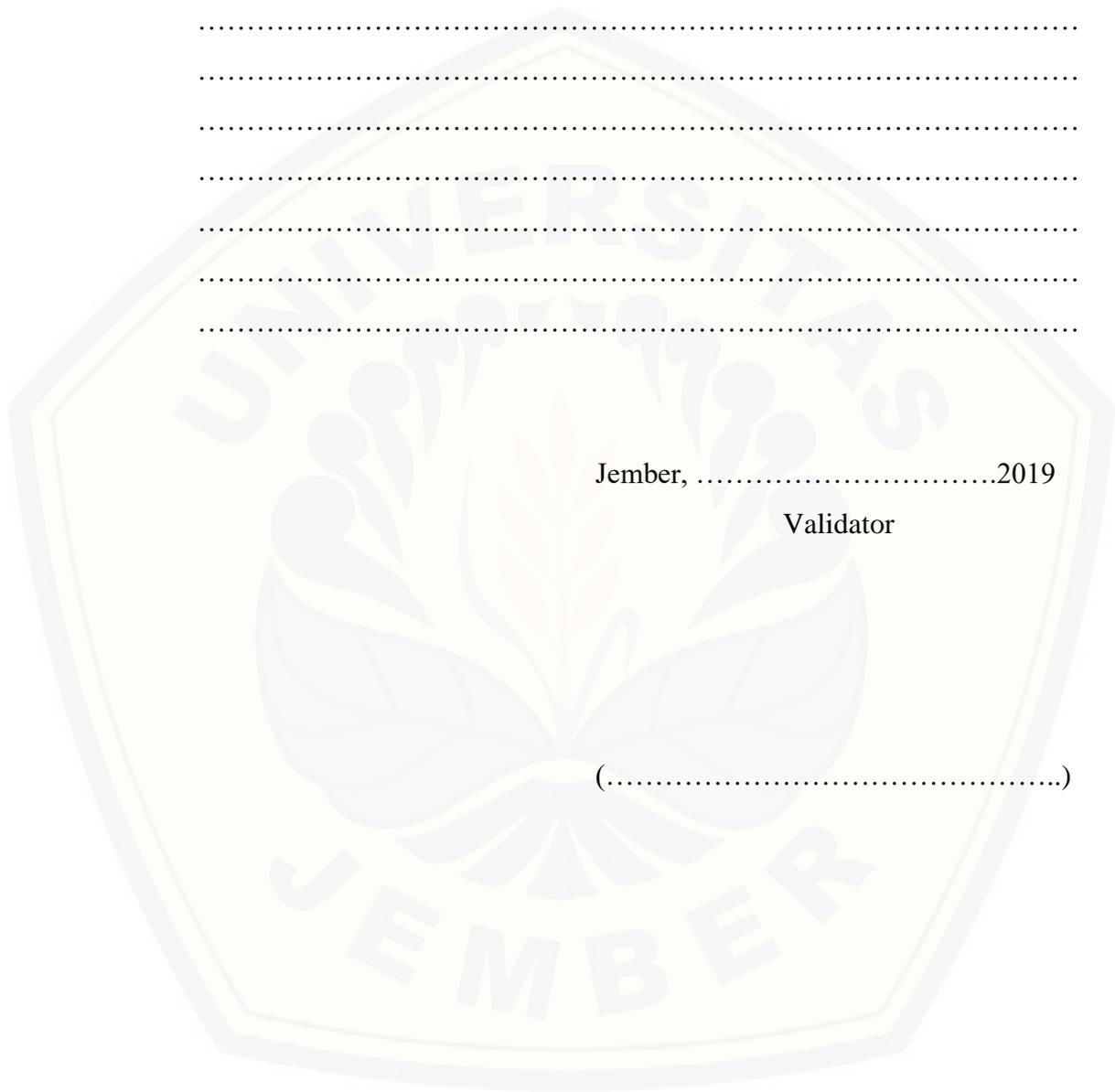
**D. Komentar dan Saran Perbaikan**

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

Jember, .....2019

Validator

(.....)



## LAMPIRAN B.6

## RUBRIK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI

## OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA

## I. Aspek Format

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian	(1) Jika format tidak jelas sehingga tidak memudahkan observer melakukan pengisian
		(2) Jika format kurang jelas sehingga kurang memudahkan observer melakukan pengisian
		(3) Jika format cukup jelas sehingga cukup memudahkan observer melakukan pengisian
		(4) Jika format jelas sehingga memudahkan observer melakukan pengisian

## II. Aspek Isi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Kesesuaian dengan aktivitas mahasiswa dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	(1) Jika aktivitas mahasiswa tidak sesuai dengan RPP
		(2) Jika aktivitas mahasiswa kurang sesuai dengan RPP
		(3) Jika aktivitas mahasiswa cukup sesuai dengan RPP
		(4) Jika aktivitas mahasiswa sudah sesuai dengan RPP
2.	Urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	(1) Jika urutan observasi tidak sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
		(2) Jika urutan observasi kurang sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
		(3) Jika urutan observasi cukup sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
		(4) Jika urutan observasi sesuai dengan urutan aktivitas dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
3.	Setiap aktivitas mahasiswa dapat	(1) Jika setiap aktivitas mahasiswa tidak dapat teramati

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
	teramati	(2) Jika setiap aktivitas mahasiswa kurang dapat teramati
		(3) Jika setiap aktivitas mahasiswa cukup dapat teramati
		(4) Jika setiap aktivitas mahasiswa dapat teramati

### III. Aspek Bahasa dan Tulisan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
		(4) Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
2.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	(1) Jika bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		(2) Jika bahasa yang digunakan kurang mudah dipahami
		(3) Jika bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami
		(4) Jika bahasa yang digunakan mudah dipahami

<b>LAMPIRAN B.7</b>
---------------------

### LEMBAR VALIDASI PRE-TES DAN POST-TES

#### A. Pedoman Validasi

1. Mohon agar Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap tes keterampilan berpikir kreatif inovatif ditinjau dari beberapa aspek, penilaian umum dan saran-saran untuk merevisi tes keterampilan berpikir kreatif inovatif yang disusun.
2. Instrumen ini bertujuan sebagai tes untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif inovatif mahasiswa

#### B. Petunjuk Pengisian Validasi

1. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor dengan cara mencentang pada kolom yang telah disediakan sesuai kriteria.
2. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, maka dimohon Bapak/Ibu memberikan butir revisi pada bagian saran dan kritik pada lembar yang telah disediakan.

No	Aspek	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kesesuaian isi					
2	Kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kreatif inovatif					
3	Kejelasan petunjuk cara mengerjakan tes					
4	Kejelasan butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif					
5	Butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					
Jumlah						
Skor total						
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )						

**C. Penilaian**

Skor tes kemampuan berpikir metakognisi:

$1 \leq \bar{x} \leq 2$  : tidak valid (belum dapat digunakan)

$2 \leq \bar{x} \leq 3$  : kurang valid (dapat digunakan dengan banyak revisi)

$3 \leq \bar{x} \leq 4$  : valid (dapat digunakan dengan sedikit revisi)

$4 \leq \bar{x} \leq 5$  : sangat valid (dapat digunakan tanpa revisi)

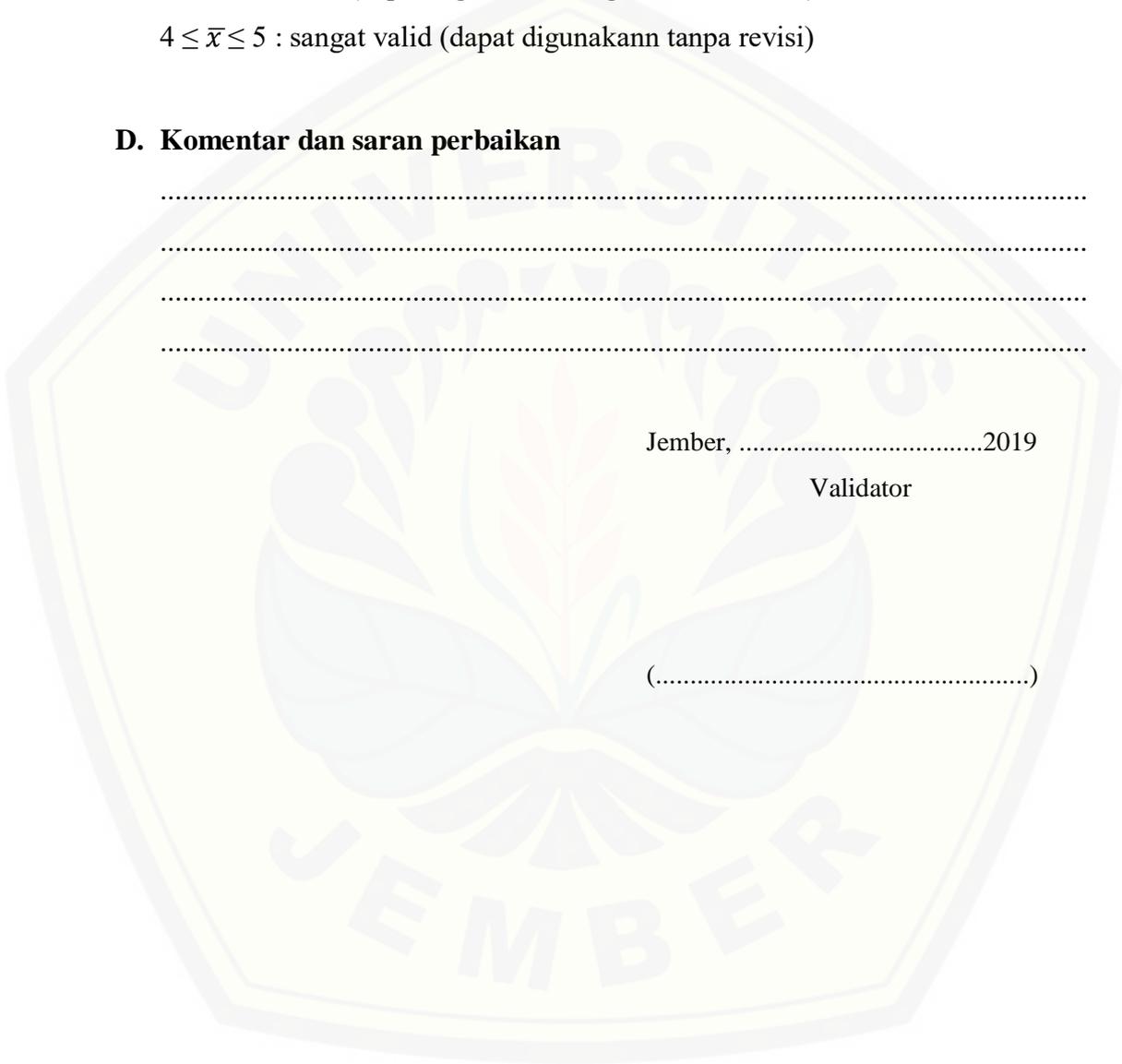
**D. Komentar dan saran perbaikan**

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

Jember, .....2019

Validator

(.....)



<b>LAMPIRAN B.8</b>
---------------------

**LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA**

**A. Tujuan**

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *rainbow antimagic coloring*..

**B. Petunjuk**

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (√) pada kolom yang ada.
2. Arti point validitas adalah 1 (tidak baik), 2 (kurang baik), 3 (cukup baik) dan 4 (baik)

**C. Penilaian**

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

Berdasarkan hal di atas, lembar validasi pedoman wawancara ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Dapat digunakan dengan banyak revisi
3. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
4. Dapat digunakan tanpa revisi

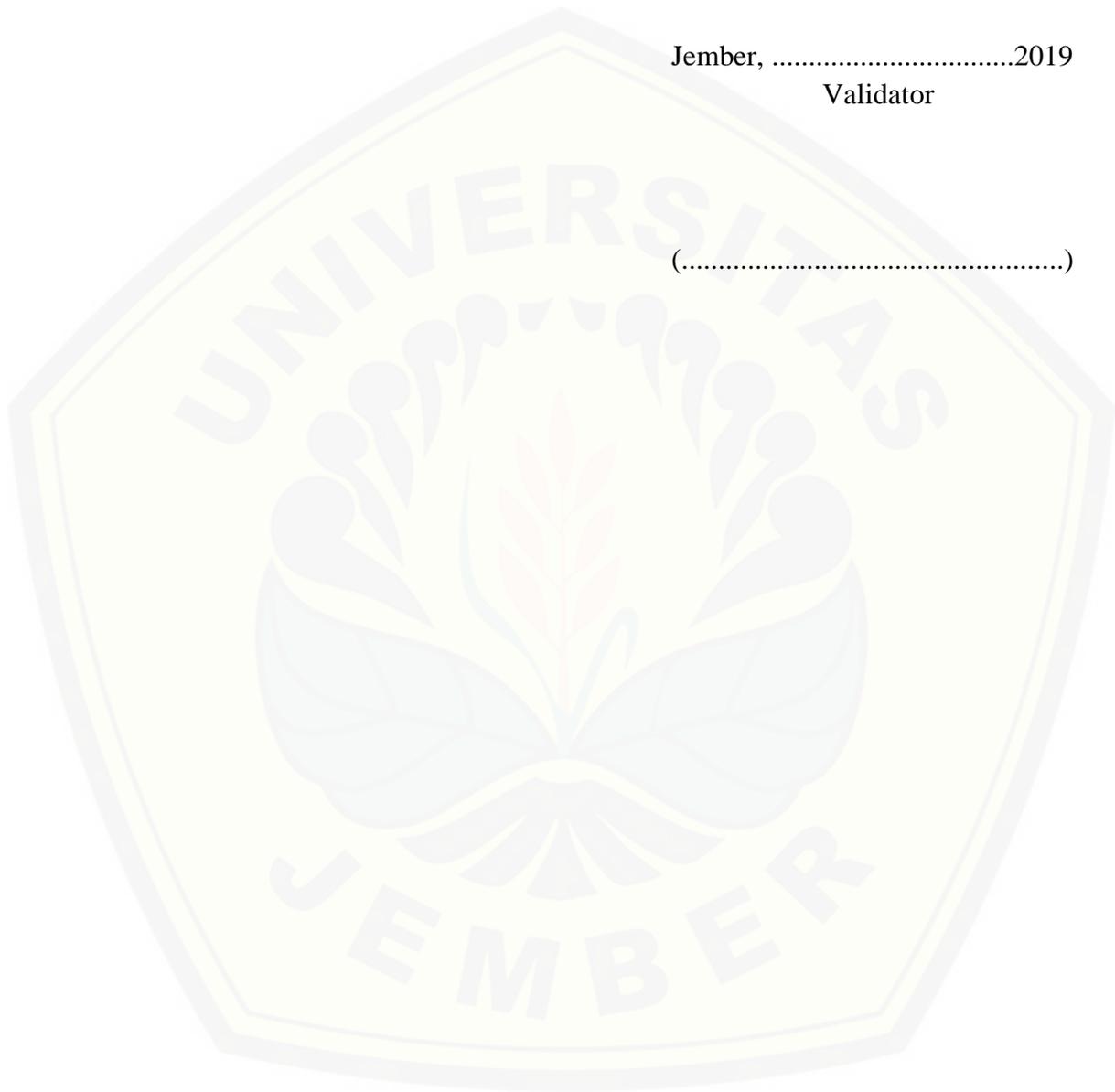
**D. Komentor dan Saran Perbaikan**

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

Jember, .....2019

Validator

(.....)



## LAMPIRAN C.1

**HASILVALIDASI  
SATUAN ACARA PERKULIAHAN**

**1. Validator 1**

Mata Kuliah : *Kombinatorik*  
 Materi : *Rainbow Antimagic Coloring*  
 Kelas/Semester :  
 Nama Validator : *Robiatul Adawiyah, S.Pd. M.si*

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

**B. Petunjuk**

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

Keterangan skala penilaian:

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

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan tujuan pembelajaran					
1.	Kejelasan kompetensi inti dan kompetensi dasar				✓
2.	Kesesuaian kompetensi inti dan kompetensi dasar dengan tujuan pembelajaran				✓

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
3.	Ketepatan penjabaran kompetensi dasar ke dalam indikator			✓	
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				✓
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan peserta didik			✓	
II. Isi SAP					
1.	Sistematika penyusunan SAP			✓	
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah				✓
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup				✓
III. Bahasa dan tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				✓

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

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

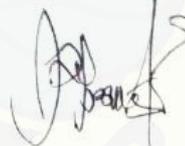
\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
Perbaiki tata tulis  
.....  
.....  
.....

Jember, 3 Oktober .....2019

Validator



(.....Robatul Adawiyah, S.Pd, M.Si.....)

## 2. Validator 2

### LAMPIRAN D LEMBAR VALIDASI SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : *Kombinatorik*  
 Materi : *Rainbow Antimagic Coloring*  
 Kelas/Semester :  
 Nama Validator : *Ermita R.A.S.Pd. M.Pd.*

#### A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

#### B. Petunjuk

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

Keterangan skala penilaian:

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

#### C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. Perumusan tujuan pembelajaran					
1.	Kejelasan kompetensi inti dan kompetensi dasar				✓
2.	Kesesuaian kompetensi inti dan kompetensi dasar dengan tujuan pembelajaran				✓

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
3.	Ketepatan penjabaran kompetensi dasar ke dalam indikator				✓
4.	Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				✓
5.	Kesesuaian indikator dengan tingkat perkembangan peserta didik				✓
II. Isi SAP					
1.	Sistematika penyusunan SAP				✓
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah				✓
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup				✓
III. Bahasa dan tulisan					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
IV. Waktu					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				✓

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1 : berarti "tidak baik"

2 : berarti "cukup baik"

3 : berarti "baik"

4 : berarti "Sangat baik"

b. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

2: dapat digunakan dengan banyak revisi

3: dapat digunakan dengan sedikit revisi

4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\* ) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

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

Jember, 31 Desember .....2019

Validator



(Ermita R.A., S.Pd., M.Si.)

NRP. 760017209

## LAMPIRAN C.2

### HASILVALIDASI PRE TEST DAN POST TEST

#### 1. Valdator 1

##### A. Pedoman Validasi

- Mohon agar Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap tes keterampilan berpikir kreatif inovatif ditinjau dari beberapa aspek, penilaian umum dan saran-saran untuk merevisi tes keterampilan berpikir kreatif inovatif yang disusun.
- Instrumen ini bertujuan sebagai tes untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif inovatif mahasiswa

##### B. Petunjuk Pengisian Validasi

- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor dengan cara mencentang pada kolom yang telah disediakan sesuai kriteria.
- Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, maka dimohon Bapak/Ibu memberikan butir revisi pada bagian saran dan kritik pada lembar yang telah disediakan.

No	Aspek	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kesesuaian isi				✓	
2	Kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kreatif inovatif			✓		
3	Kejelasan petunjuk cara mengerjakan tes			✓		
4	Kejelasan butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif				✓	
5	Butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				✓	
Jumlah						
Skor total					18	
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )					3.6	

**C. Penilaian**

Skor tes kemampuan berpikir metakognisi:

$1 \leq \bar{x} \leq 2$  : tidak valid (belum dapat digunakan)

$2 \leq \bar{x} \leq 3$  : kurang valid (dapat digunakan dengan banyak revisi)

$3 \leq \bar{x} \leq 4$  : valid (dapat digunakan dengan sedikit revisi)

$4 \leq \bar{x} \leq 5$  : sangat valid (dapat digunakan tanpa revisi)

**D. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
Dari penilaian dikatakan Valid  
.....  
.....

Jember, 3 Oktober .....2019

Validator



(.....Robiatul Adawiyah, S.Pd., M.Ps.)

## 2. Validator 2

### LAMPIRAN G LEMBAR VALIDASI PRE-TEST DAN POST-TEST

#### A. Pedoman Validasi

- a. Mohon agar Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap tes keterampilan berpikir kreatif inovatif ditinjau dari beberapa aspek, penilaian umum dan saran-saran untuk merevisi tes keterampilan berpikir kreatif inovatif yang disusun.
- b. Instrumen ini bertujuan sebagai tes untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif inovatif mahasiswa

#### B. Petunjuk Pengisian Validasi

- a. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor dengan cara mencentang pada kolom yang telah disediakan sesuai kriteria.
- b. Jika Bapak/Ibu menganggap perlu ada revisi, maka dimohon Bapak/Ibu memberikan butir revisi pada bagian saran dan kritik pada lembar yang telah disediakan.

No	Aspek	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kesesuaian isi				✓	
2	Kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kreatif inovatif				✓	
3	Kejelasan petunjuk cara mengerjakan tes				✓	
4	Kejelasan butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif				✓	
5	Butir pertanyaan pada tes keterampilan berpikir kreatif inovatif menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				✓	
Jumlah						
Skor total						
Rata-rata skor ( $\bar{x}$ )						

**C. Penilaian**

Skor tes kemampuan berpikir metakognisi:

$1 \leq \bar{x} \leq 2$  : tidak valid (belum dapat digunakan)

$2 \leq \bar{x} \leq 3$  : kurang valid (dapat digunakan dengan banyak revisi)

$3 \leq \bar{x} \leq 4$  : valid (dapat digunakan dengan sedikit revisi)

$4 \leq \bar{x} \leq 5$  : sangat valid (dapat digunakan tanpa revisi)

**D. Komentar dan saran perbaikan**

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

Jember, 31 Desember .....2019

Validator



(.....  
Ermita Rizki A.S.Pd., M.Si  
NRP. 760017209

## LAMPIRAN C.3

### HASILVALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA

#### 1. Validator 1

##### A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

##### B. 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"
- 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
I. Format					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
II. Isi LKM					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep dan materi				✓
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi peserta didik				✓
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas			✓	
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik				✓
6.	Penyajian LKM menarik			✓	
III. Bahasa dan Tulisan					

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang sudah dipahami			✓	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif			✓	

#### D. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. LKM Pembelajaran ini:

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

b. LKM Pembelajaran ini:

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

\*\* ) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

#### E. Komentar dan saran perbaikan

Gunakan istilah yang mudah dipahami

Jember, .....2019

Validator

  
 (Robiatul Adawiyah, S.Pd.M.Pd.Si)

## 2. Validator 2

### LAMPIRAN I LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

#### A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik.

#### B. 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"
- 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
I. Format					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
II. Isi LKM					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep dan materi				✓
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi peserta didik				✓
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif inovatif peserta didik				✓
6.	Penyajian LKM menarik				✓
III. Bahasa dan Tulisan					

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu				✓
2.	Menggunakan istilah-istilah yang sudah dipahami				✓
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				✓

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. LKM Pembelajaran ini:

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

b. LKM Pembelajaran ini:

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

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Anda*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....

.....

.....

Jember, .....2019

Validator

(Emrita Rizki A, S.Pd., M.Si)

NRP. 760017209

## LAMPIRAN C.4

## HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

### 1. Validator 1

#### LAMPIRAN N LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

##### A. Tujuan

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *rainbow antimagic coloring*.

##### B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang ada.
2. Arti point validitas adalah 1 (tidak baik), 2 (kurang baik), 3 (cukup baik) dan 4 (baik)

##### C. Penilaian

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

Berdasarkan hal di atas, lembar validasi pedoman wawancara ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Dapat digunakan dengan banyak revisi
3. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
4. Dapat digunakan tanpa revisi

**D. Komentar dan Saran Perbaikan**

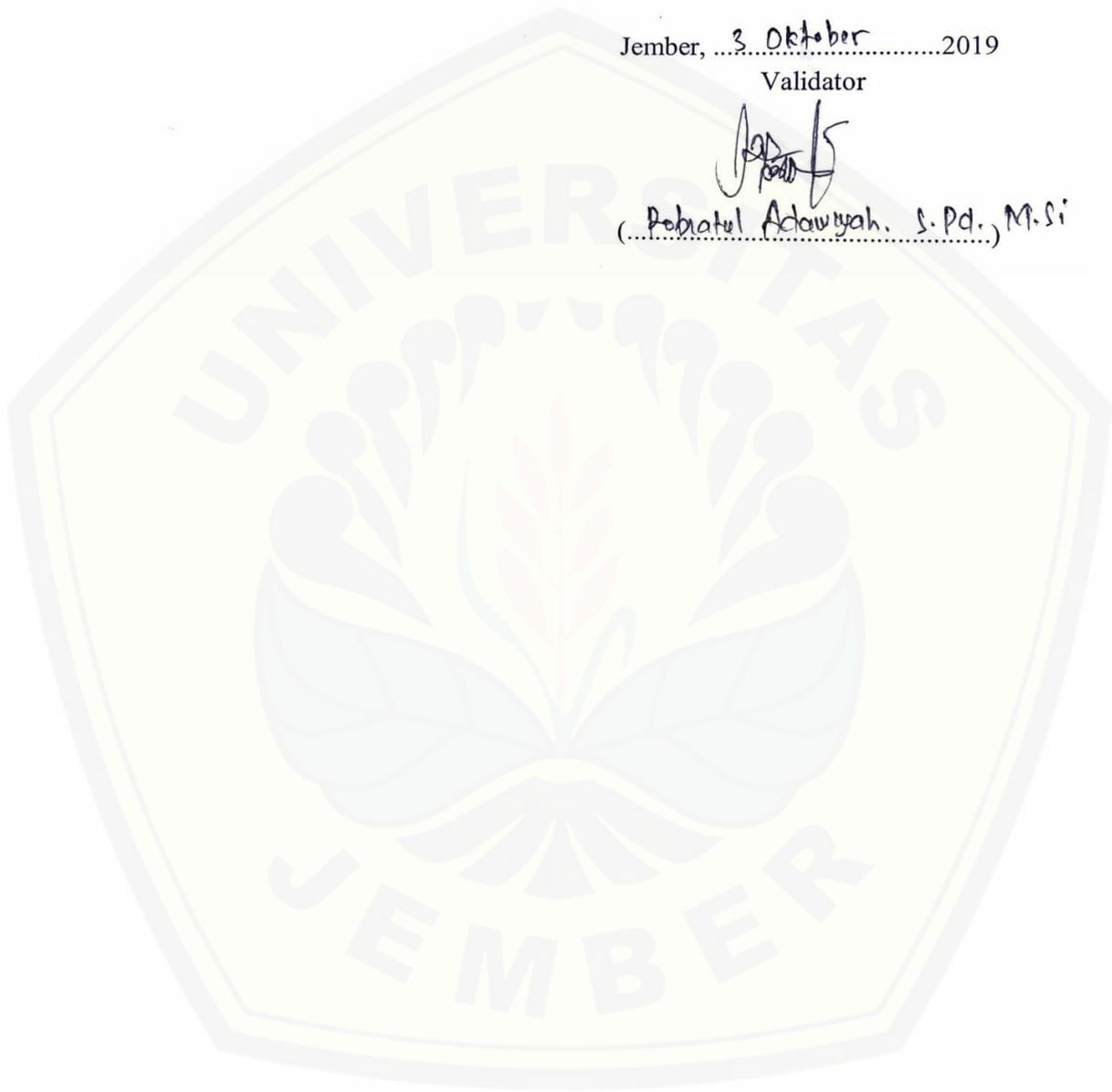
Pertanyaan yang diajukan mencerminkan dari isi Keahlian kreatif inovatif.

Jember, 3 Oktober .....2019

Validator



(Pehatul Adawiyah, S.Pd., M.Si)



## 2. Validator 2

### LAMPIRAN N LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

#### A. Tujuan

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *rainbow antimagic coloring*.

#### B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang ada.
2. Arti point validitas adalah 1 (tidak baik), 2 (kurang baik), 3 (cukup baik) dan 4 (baik)

#### C. Penilaian

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

Berdasarkan hal di atas, lembar validasi pedoman wawancara ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Dapat digunakan dengan banyak revisi
3. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
4. Dapat digunakan tanpa revisi

**D. Komentar dan Saran Perbaikan**

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

Jember, 31 Desember ..... 2019

Validator

(Ernita Rizki A, S.Pd., M.Si)

NRP. 760017209



## LAMPIRAN C.5

**HASIL BELAJAR MAHASISWA  
KELAS EKSPERIMEN**

No	Nama Mahasiswa	Pre-Test	Post-Test
1	Afnindya A Pratiwi	70	76
2	Ahmad Aji	66	73
3	Al Furqonud D B	71	73
4	Aldi Maulana Putra	52	62
5	Ammar Dzaky	75	83
6	Angelica Ona E	61	62
7	Anggi L Ifarda	63	85
8	Ayustika R Sannah	75	76
9	Berliana W Annisaa	58	70
10	Deddy Setyawan	60	62
11	Dela Wardani	62	68
12	Dinda A Furoida	65	68
13	Dinda Putri K	68	74
14	Dinda Rizkina M	50	61
15	Earlene Luke S	73	80
16	Eka Nia P	69	79
17	Enggita Rahmawati	68	75
18	Fenyka Guritno W	72	75
19	Firman	71	70
20	Fitri W Khoir	77	70
21	Gusti Sarifuddin M	64	75
22	Hilman Hanif P.P	70	75
23	Iga Regina A	64	68
24	Irbah Nurjannah	57	70
25	Khofifatul Ummah	80	84
26	Lia M Rohmah	63	69
27	Lita Octavia A	70	75
28	Luvki Dwi I P	60	70
29	M Abdullah Faiq	75	78
30	M Iyanul Arsyi	79	80
31	Mega Putri P	68	74
32	Moetiara S Agustias	73	75
33	Moh Nafih	65	73
34	Putri Intan D	65	73
35	Rftiani Dwi W	66	63
36	Risma Hadi K	72	78
37	Sufirman	60	65
38	Tri Ajeng K	73	73

No	Nama Mahasiswa	Pre-Test	Post-Test
39	Viga Dwi Oktavia	65	75
40	Tri Yoga Cahya A.	69	67
41	Moh Adrian I.	70	71



**LAMPIRAN C.6****HASIL BELAJAR MAHASISWA  
KELAS KONTROL**

No	Nama Mahasiswa	Pre-Test	Post-Test
1	Yuliarni Rosyiida	72	72
2	Rosidatul Masburoh	74	74
3	Fiyoni Octavia C.	69	69
4	Nadiyahatu Wafrina	59	59
5	Putri Dziqriya	65	65
6	Siti Khoirunnisa	66	66
7	Ilil Hanimro	65	65
8	Ariel Bachtiar R.	61	61
9	Laura Widya P.	70	70
10	Annisa Nurul P.	67	67
11	Lina Anggraini	60	60
12	Indah Riski H.	74	74
13	Vindi Dwi T.D.	60	60
14	Nofiatuz Zekieh	71	71
15	Siti Adira N.	70	70
16	Ocfiana	64	64
17	Aldafia Maharani P.	52	52
18	Vira Aufi D.I. Nisa	71	71
19	Lilianawati	63	63
20	Ismi Nurafdila P.	62	62
21	Shinta Afrilya F.	75	75
22	Ajiany Irawan	71	71
23	Afifatul Khoirunnisa'	60	60
24	Muhammad Fahmy A.	71	71
25	Bayu Kurniya S.	63	63
26	Saptaningtias F.	67	93
27	Khusnul Khotimah	64	64
28	Dinda Novinda R.	62	71
29	Salsabila Puspa R.	62	62
30	Annisa Istiqomah	65	70
31	Adinda Beauty A.	67	68
32	Quthrotul Aini F.	70	70



Jember, 5<sup>th</sup> December 2019

Our Ref : 001/ICCGANT/XII/2019

Subjects : IOP Publication

**Dear Zuhristawa Luthfi Al Jabbar,**

Paper Id : ICCGANT 019-074,

Paper Title : The Analysis of Problem Based Learning Implementation and Its Effect on Students Creative Innovative Skills in Solving Rainbow Antimagic Coloring Based on Cognitive Style

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

1. Please kindly revise your paper based on the feedback given by the reviewer as attached in the email.
2. Please follow the guideline of **JPCS manuscript**, see [ic.cgant.unej.ac.id](http://ic.cgant.unej.ac.id) or see the JOP website: <http://iopscience.iop.org/journal/1742-6596> to help you to organize your paper.
3. The revised paper together with relevant files should be **compressed into one file** with the following name: AUTHORNAME\_ICCGANT2019\_PAPERID. It should be resubmitted to the committee by no longer than December 13<sup>th</sup> by emailing the organizing committee [cgant@unej.ac.id](mailto:cgant@unej.ac.id) and cc to [iccgant@gmail.com](mailto:iccgant@gmail.com).
4. Please kindly make a payment for the IOP publication fee, each paper will be charged USD 125 for international author or IDR 1.750.000 for Indonesian author. Payment shall be made before December 16<sup>th</sup>, 2019 to the following details.

Bank name: BNI SYARIAH JEMBER

Account name: Panitia ICCGANT 2019

Account number: 8882222089

Address: BNI Syariah Cabang Jember, Jember, Indonesia

(For international transfer, the SWIFT Code is BNINIDJA)

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

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

Chairperson for ICCGANT 2019

**The International Conference on  
Physics and Mathematics for Biological Science**

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

16<sup>th</sup> November 2019

**Paper ID : ICOPAMBS-5**

**Authors : Zuhristawa Luthfi Al Jabbar, Dafik Dafik, Alfian Futuhul Hadi, Ermita Rizki  
Albirri and Ika Hesti Agustin**

**Paper Title : On Rainbow Antimagic Coloring of Related Book**

Dear Authors,

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

1. Please kindly revise your paper based on the feedback given by the reviewer as attached in the email.
2. Please follow the guideline of **JOP (Journal of Physics) Template**. The revised paper together with relevant files should be **compressed into one file** with the following name: AUTHORNAME\_ICOPAMBS\_2019\_PAPERID. It should be resubmitted to the committee by no longer than November 20<sup>th</sup> 2019 by emailing the organizing committee.
3. Please kindly make a payment for the publication fee, each paper will be charged IDR 1.225.000 for author. Payment shall be made before November 20<sup>th</sup>, 2019 to the following details.

Bank name : BNI Syariah Jember  
Account name : PANITIA ICOPAMBS 2019  
Account number : 8882112882  
Address : BNI Syariah Cabang Jember, Jember, Indonesia

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

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

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

**IOP Publishing - Journal of Physics**

Chairperson for ICOPAMBS 2019



ScienceDirect®

Scopus®



Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes



Ministry of Research, Technology and Higher Education  
University of Jember  
Faculty of Teacher Training and Education  
Department of Mathematics and Natural Science Education

# Certificate

ICOPAMBS 2019

We acknowledge that

**Zuhristawa Luthfi Al Jabbar**

University of Jember  
has participated as a

**Presenter**

**In The International Conference on Physics and Mathematics  
for Biological Science**  
*entitled*

**On Rainbow Antimagic Coloring of Some Special Graphs**

**University of Jember, 2019**

**31<sup>st</sup> August – 1<sup>st</sup> September 2019**



FKIP University of Jember  
Dean

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



Organizing Committee  
Chairperson

**Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes**

# MONOGRAF

Rainbow Antimagic Coloring

**Zuhristawa Luthfi Al Jabbar**

**Dafik**

**Alfian Futuhul Hadi**



**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



***Dedication***

*Untuk orang tua saya yang senantiasa mendoakan anak-anaknya, untuk kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan terhadap saya, untuk teman-teman magister pendidikan matematika yang selalu memberikan bantuan-bantuannya.*



CONTENTS

<b>Acknowledgments</b> .....	<b>iv</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>1</b>
<b>Bab 1</b> .....	<b>2</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>2</b>
CHAPTER 1 .....	3
Pengertian Awal Graf.....	3
CHAPTER 2 .....	6
Jenis Graf.....	6
<b>Bab 2</b> .....	<b>9</b>
<b>Rainbow Antimagic Coloring</b> .....	<b>9</b>
Chapter 3 .....	10
Rainbow Connection.....	10
Chapter 4 .....	14
Antimagic Labeling.....	14
Chapter 5 .....	16
Rainbow Antimagic Coloring.....	16
<b>Bab 3</b> .....	<b>17</b>
<b>HASIL PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
Chapter 6 .....	18
Prosedur Penelitian.....	18
Chapter 7 .....	20
Pembuktian Teorema.....	20
Chapter 8 .....	34
Open Problem .....	34
<b>Daftar Pustaka</b> .....	<b>35</b>

## Acknowledgments

**D**alam penyusunan monograf ini, banyak orang yang memberikan motivasi, nasehat dan support kepada peneliti. Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terimakasih dan dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada mereka yang telah membantu. Pertama, saya ingin berterimakasih sedalam-dalamnya kepada orangtua tercinta, abi dan umi yang selalu mendoakan, cinta yang tulus, dukungan, dan selalu mengingatkan untuk segera menyelesaikan tugas-tugas termasuk monograf ini.

Penghargaan yang tulus juga saya haturkan kepada Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku dekan FKIP Universitas Jember, Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd. selaku ketua program studi magister pendidikan matematika, Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1, Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu sabar dalam membimbing dalam penyelesaian monograf ini.

Akhirnya, saya haturkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan monograf ini. Monograf ini jauh dari kata sempurna, tetapi harapan saya semoga monograf ini berguna bukan hanya kepada peneliti lain, akan tetapi juga bagi pembaca. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk membantu dalam menyempurnakan monograf ini.

Penulis



## Kata Pengantar

**P**uji syukur dihaturkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga monograf tentang *Rainbow Antimagic Coloring* dapat terselesaikan dengan baik, shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi motivasi serta inspirasi atas perjalanan spiritual hidup ini. Monograf ini berisi tentang hasil-hasil penelitian *Rainbow Antimagic Coloring* dengan hasil penemuan penulis sendiri.

Terima kasih disampaikan kepada Prof. Drs. Dafik, M.Sc. Ph.D. dan Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. atas kesabarannya dalam membimbing penulis sehingga monograf ini dapat diselesaikan dengan baik.

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



# BAB 1

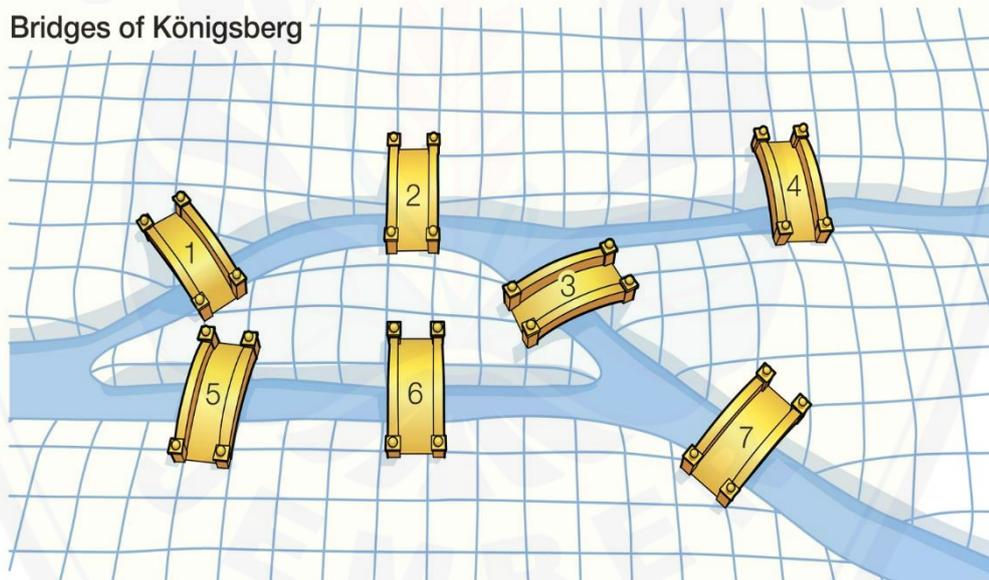
---

## **PENDAHULUAN**

CHAPTER 1

PENGERTIAN AWAL GRAF


 onsep dasar teori graf berawal pada tahun 1736 ketika Leonhard Euler mempublikasikan bukunya mengenai pemecahan masalah jembatan Königsberg yang berjudul *Solutio Problematis Ad Geometriam Situs Pertinentis*. Pada tahun 1836, Leonhard Euler membuktikan bahwa perjalanan di kota Königsberg dengan syarat melalui setiap jembatan tepat satu kali, tidak dapat dilaksanakan. Dia mencoba untuk memecahkan teka-teki tersebut dan lebih dikenal dengan masalah Jembatan Königsberg. Terdapat 7 buah jembatan yang dapat menghubungkan 2 pulau dan juga sebuah sungai

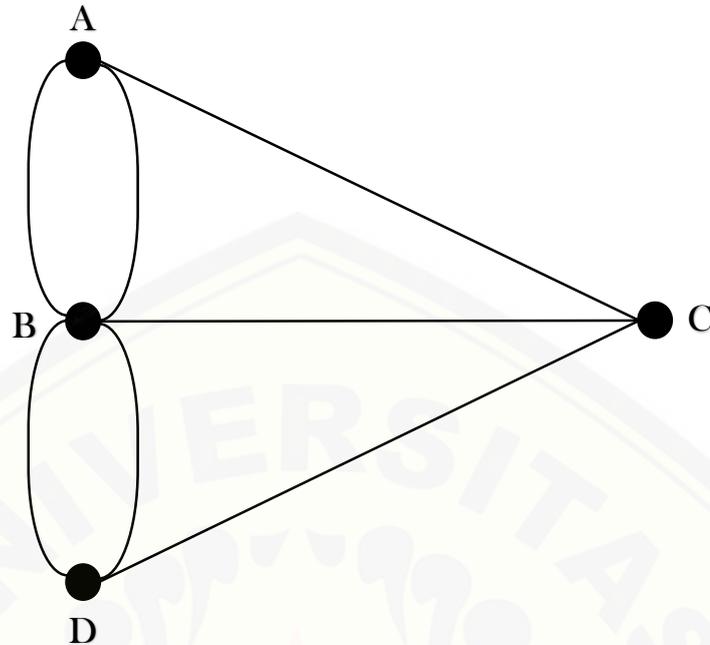


© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

**Gambar 1.1** Tujuh Jembatan dan Sungai Pregel di Königsberg

(Sumber: <https://www.britannica.com/science/Konigsberg-bridge-problem>)

yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 dan direpresentasikan menggunakan graf pada gambar 1.2. Titik-titik yang diberi label A, B, C, dan D pada Gambar 1.2 itulah yang disebut verteks dan dengan garis saling menghubungkan antar titik itulah yang disebut dengan *edge*.



**Gambar 1.2** Representasi Masalah Tujuh Jembatan di Konigsberg dengan Graf

Pada semua multigraph euler telah membuat sebuah aturan yang dapat dipakai dalam mencari solusi pada jembatan Konigsberg, sehingga aturan ini disebut dengan sebutan Eulerian path, yang berbunyi:

*“Andai kita mempunyai sebuah multigraph untuk beberapa pasang verteks sehingga akan terdapat sebuah path (lintasan) diantara verteks-verteks tersebut. Multigraph tersebut memiliki eulerian path dan jika terdapat 0 datau 2 verteks tersebut maka banyak edge yang meninggalkan verteks tersebut akan berjumlah ganjil”*

Berkat pekerjaan Euler yang diilhami melalui persoalan jembatan Konigsberg itu, maka muncullah suatu cabang Matematika yang cukup penting, yang dikenal dengan nama Teori Graf (*Graph Theory*). Dari teori graf inilah banyak sekali manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu konsep yang munculnya tidak lama setelah konsep sirkuit Eulerian adalah sikel Hamiltonian yang dipelajari oleh Sir William Rowan Hamilton dari Irlandia dan Thomas Penyngton Kirkman asal Inggris di tahun 1800an, yaitu siklus dalam sebuah graf yang mencakup semua titik dari graf tersebut. Konsep ini digunakan untuk memecahkan masalah perjalanan yang dikenal dengan *traveling salesperson problem*. Pertanyaan pada masalah ini

adalah “jika diberikan sejumlah kota dan biaya perjalanan antar kota yang satu ke kota yang lain, berapa biaya perjalanan keliling termurah yang diperlukan jika setiap kota dikunjungi dan kembali ke kota awal?”

Adapun mengenai graf sendiri, terdapat beberapa pengertian yang dipelajari dalam permulaannya, yakni.

- Graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V(G), E(G))$  dimana  $V(G)$  adalah himpunan tak kosong dari unsur-unsur yang disebut titik (*vertex*) dan  $E(G)$  adalah himpunan dari pasangan tak terurut  $(u, v)$  dari titik-titik  $u, v$  di  $V(G)$  yang disebut sisi (*edge*). Selanjutnya sisi  $e = (u, v)$  pada graf  $G$  ditulis  $e = uv$
- Banyak titik pada graf  $G$  disebut *ordo*
- Banyak sisi pada graf  $G$  disebut *size*
- $u$  dan  $v$  disebut *adjacent* jika  $u$  dan  $v$  merupakan titik-titik dari graf  $G$  dengan terdapat sisi yang menghubungkan antara  $u$  dan  $v$ .
- Derajat (*degree*) suatu titik  $v$  di graf  $G$  adalah banyaknya sisi yang menempel dengan titik  $v$ .
- Graf Kosong diberi pengertian bahwasanya definisi graf menyatakan bahwa  $V$  tidak boleh kosong, sedangkan  $E$  boleh kosong. Jadi sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satupun tetapi simpulnya harus ada, minimal satu.
- Untuk sembarang sisi  $e = (u, v)$ , sisi  $e$  dikatakan bersisian (*incident*) dengan simpul  $u$  dan simpul  $v$ .



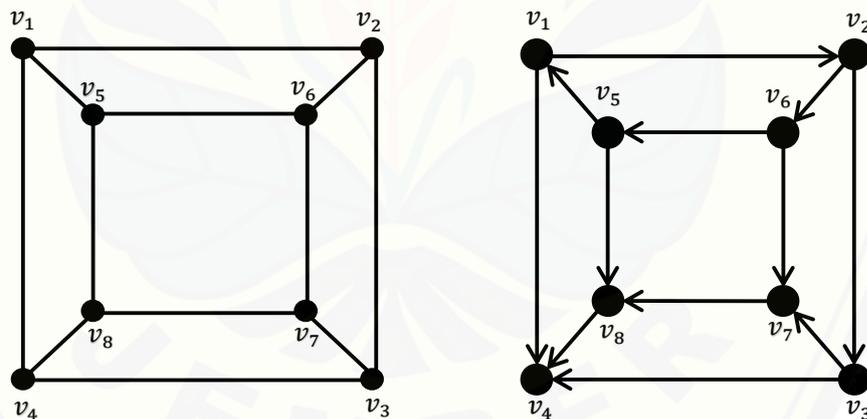
CHAPTER 2

JENIS GRAF

Graf terdiri dari beberapa jenis, terdapat *undirect graph* dan *direct graph*; *finite graph* dan *infinite graph*; *connected graph* dan *disconnected graph*; *simple graph* dan *unsimple graph*. Berikut ini disajikan pembahasan dari masing-masing graf yang telah disebutkan tersebut.

Jika diklarifikasikan berdasarkan arahnya, graf terbagi menjadi dua macam, diantaranya adalah sebagai berikut.

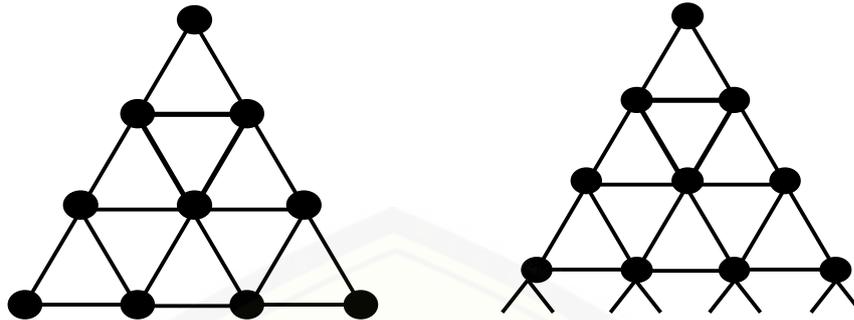
1. Graf tidak berarah (*undirect graph*) adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah.
2. Graf berarah (*directed graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah.



Gambar 1.3 Undirect Graph dan Direct Graph

Berdasarkan jumlah simpul pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis, diantaranya adalah.

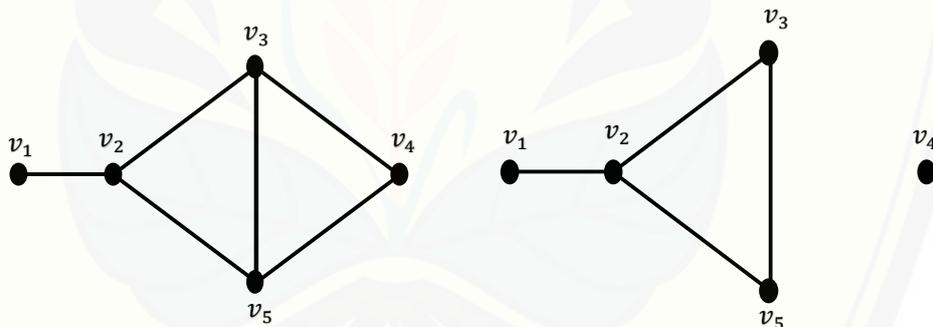
1. Graf berhingga (*finite graph*) adalah graf yang jumlah simpulnya  $n$  berhingga.
2. Graf tak-berhingga (*infinite graph*) adalah graf yang jumlah simpulnya,  $n$  tidak berhingga banyaknya disebut graf tak berhingga.



Gambar 1.4 Finite Graph dan Infinite Graph

Berdasarkan titik yang terhubung, maka graf dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

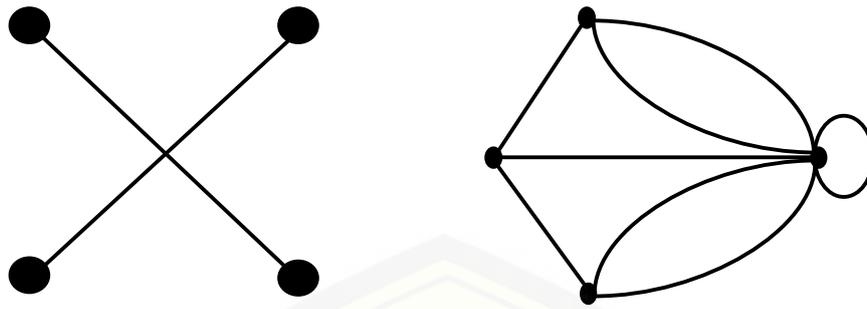
1. Graf terhubung (*connected graph*) adalah untuk setiap dua titik yang berbeda  $v_i$  dan  $v_j$  di graf  $G$  terdapat lintasan dari  $v_i$  ke  $v_j$ .
2. Graf tak terhubung (*disconnected graph*) adalah terdapat minimal dua titik yang berbeda  $v_i$  dan  $v_j$ , sehingga tidak terdapat lintasan dari  $v_i$  ke  $v_j$ .



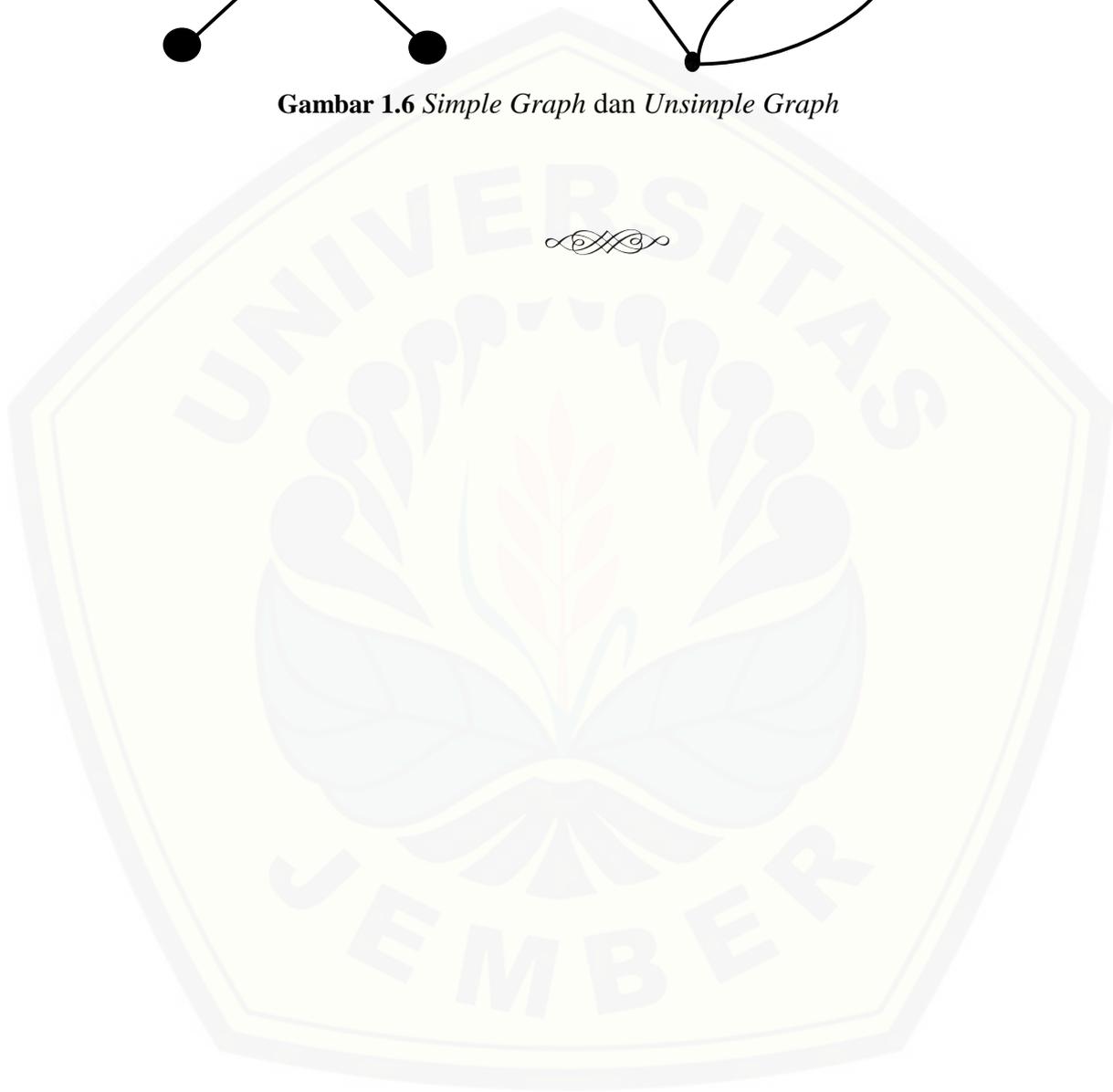
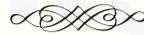
Gambar 1.5 Connected Graph dan Disconnected Graph

Berdasarkan keberadaan *loop* dan sisi ganda, graf digolongkan menjadi dua jenis, antara lain.

1. Graf sederhana (*simple graph*) adalah graf yang tidak mengandung *loop* dan sisi ganda.
2. Graf tak-sederhana (*unsimple graph*) adalah graf yang mengandung *loop* atau sisi ganda.



Gambar 1.6 Simple Graph dan Unsimple Graph



## BAB 2

---

### **RAINBOW ANTIMAGIC COLORING**



CHAPTER 3

# RAINBOW CONNECTION

**R**ainbow connection pertama kali didefinisikan oleh Chartrand et al., (2008) dimana  $G$  merupakan sebuah graf yang terhubung dengan pewarnaan sisi  $c: (E(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}, k \in \mathbb{N}$ . Jika dalam lintasan  $u - v$  tidak terdapat dua sisi dengan warna yang sama dalam graf tersebut maka lintasan tersebut adalah lintasan pelangi (*rainbow path*). Sebuah graf  $G$  dapat disebut *rainbow connection* jika terdapat setidaknya satu *rainbow path* dari titik  $u$  menuju titik  $v$ .

Pewarnaan *rainbow connection* sendiri telah banyak dipelajari dan diteliti sampai saat ini. Telah dihasilkan banyak graf yang diteliti dengan pewarnaan *rainbow* sendiri. Dari *rainbow connection* tersebut, dikembangkan menjadi *strong rainbow coloring*, *rainbow vertex coloring*, *total rainbow coloring*. Penelitian-penelitian mengenai hal tersebut dapat dilihat pada Dafik, et al. (2018), Hastuti, et al (2019), Fauziah, et al. (2019), Hasan, et al. (2018)

Berikut hasil penelitian terdahulu tentang *rainbow connection* disajikan sebagai berikut.

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Pohon $n \geq 2$	$rc(T) = m$	Chartrand G, et al. (2008)
Graf Sikel $n \geq 4$	$rc(C_n) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$	Chartrand G, et al (2008)
Complete Graph $n \geq 2$	$rc(K_n) = 1$	Chartrand G, et al (2008)
Wheel Graph $n \geq 3$	$rc(W_n) = 1; n = 3$ $rc(W_n) = 2; 4 \leq n \leq 6$ $rc(W_n) = 3; n \geq 7$	Chartrand G, et al (2008)
Complete Bipartit $2 \leq s \leq t$	$rc(K_{s,t}) = \min\{\lceil \sqrt[3]{t} \rceil, 4\}$	Chartrand G, et al (2008)

Complete $k$ -partit $k \geq 3$ dan $n_1 \leq n_2 \leq \dots \leq n_k$	$rc(G) = 1; n_k = 1$ $rc(G) = 2; n_k \geq 2, s > t$ $rc(G) = \min\{\lceil \sqrt[t]{s} \rceil, 3\}; s \leq t$	Chartrand G, <i>et al.</i> (2008)
Gear Graph	$rc(G_n) = 4$	Syafrizal Sy, <i>et al.</i> (2014)
Book Graph	$rc(B_n) = 4$	Syafrizal Sy, <i>et al.</i> (2014)
Fan Graph	$rcF_n = \begin{cases} 1, & \text{untuk } n = 2 \\ 2, & \text{untuk } 3 \leq n \leq 6 \\ 3, & \text{untuk } n \geq 7 \end{cases}$	Syafrizal Sy, <i>et al.</i> (2013)
Sun Graph	$rcS_n = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 2$ untuk $n \geq 2$	Syafrizal Sy, <i>et al.</i> (2013)
Triangular Ladder Graph	$rc_2(TL) = n$	Agustin I H, <i>et al.</i> (2017)
$G = C_n \cong TL_m$	$rc(G) = \frac{n}{2} + 2m - 2$ untuk $n = \text{genap}$ $rc_2(G) = 2m + 1$ untuk $n = 4$	Agustin I H, <i>et al.</i> (2017)
$G = C_n \cong K_m$	$rc(G) = \frac{n}{2} + 1$ untuk $n = \text{genap}$ $rc_2(G) = 4$ untuk $n = 4$	Agustin I H, <i>et al.</i> (2017)
Triangular Book Graph	$rc(Bt_n) = \begin{cases} 2, & \text{jika } 2 \leq n \leq 4 \\ 3, & \text{jika } n \geq 5 \end{cases}$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Graf Kipas Tangkai	$rc(Kt_n) = \begin{cases} 2, & \text{jika } n = 2, 3 \\ 3, & \text{jika } n \geq 4 \end{cases}$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Graf Bunga	$rcFl_n = 3$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Graf Jaring Laba-Laba	$rcWb_n = \begin{cases} 3, & \text{jika } 3 \leq n \leq 6 \\ 4, & \text{jika } n = 7 \\ 5, & \text{jika } n \geq 8 \end{cases}$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Graf Tangga Permata	$rcDl_n = n + 1$ untuk $n \geq 2$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Graf Parasut	$rcPc_n = n + 1$ untuk $n \geq 2$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
Windmill Graph	$rcW_4^n = 3$ untuk $n \geq 2$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)

<i>Helmet Graph</i> $n \geq 3; m \geq 1$	$rc(H_{n,m}) = nm + 3$	Alfarisi R, <i>et al.</i> (2014)
<i>Watermill Graph</i>	$rc(WM_{(m,n)}) = \begin{cases} \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + n, & \text{untuk } m \leq n - 1 \\ \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + m + 1, & \text{untuk } m \geq n \end{cases}$	Surbakti N M dan Sugeng K A (2019)
<i>Triangular Snake Graph</i> $n \geq 2$	$rc(T_n) = n - 1$	Parmar D, <i>et al.</i> (2019)
<i>Double Triangular Snake Graph</i> $n \geq 2$	$rc(DT_n) = n - 1$	Parmar D, <i>et al.</i> (2019)
<i>Triple Triangular Snake Graph</i> $n \geq 2$	$rc(TT_n) = n$	Parmar D, <i>et al.</i> (2019)
<i>Alternate Triangular Snake Graph</i> $n \geq 2$	$rc(AT_n) = n - 1$	Parmar D, <i>et al.</i> (2019)
<i>Two Copies of Fan Graph by A Path</i>	$rc(G) = n - 1$ $n - \text{number of vertices}$	Babu S R dan Ramya N (2019)
<i>Arrow Graph</i>	$rcA_n^2 = n$ $n - \text{number of vertices}$	Babu S R dan Ramya N (2019)
<i>Corona Graph</i> $K_{1,m} \Theta K_{1,n}$	$rcK_{1,m} \Theta K_{1,n} = n$ $n - \text{number of vertices}$	Babu S R dan Ramya N (2019)
<i>Jelly Fish Graph</i>	$rc(G) = m + n + 2$ $m - \text{Pendent edges in LHS}$ $n - \text{Pendent edges in RHS}$	Babu S R dan Ramya N (2019)
<i>Cycle-Cactus Graph</i>	$rc(G) = k$ $k - \text{number of vertices}$	Babu S R dan Ramya N (2019)
<i>2-Tuple Graph</i>	3	Babu S R dan Ramya N

		(2019)
<i>Lotus Inside Circle Graph</i>	$rc(LC_n) = \begin{cases} 4, & \text{jika } n \geq 7 \\ 3, & \text{jika } n = 4,5,6 \\ 2, & \text{jika } n = 3 \end{cases}$	Zamora R B, <i>et al.</i> (2019)
<i>Helm Graph</i>	$rc(H_n) = n$	Zamora R B, <i>et al.</i> (2019)
<i>Sunflower Graph</i>	$rc(SF_n) = \begin{cases} 2, & \text{jika } n = 3 \\ 3, & \text{jika } n = 4,5 \\ 4, & \text{jika } n \geq 6 \end{cases}$	Zamora R B, <i>et al.</i> (2019)
<i>Flower Graph</i>	$rc(G) = 3$	Ramya N., <i>et al.</i> (2012)
<i>Corona Graph G</i> $P_n \circ K_2$	$rc(G) = 2n - 1$	Ramya N., <i>et al.</i> (2012)
<i>Corona Graph G</i> $P_n \circ C_4$	$rc(G) = n + 1$	Ramya N., <i>et al.</i> (2012)
<i>Friendship Graph</i>	$rc(G) = 3$	Ramya N., <i>et al.</i> (2012)



CHAPTER 4

# ANTIMAGIC LABELING

**A**ntimagic labeling atau bisa disebut dengan pelabelan antimagic pertama kali diperkenalkan oleh Hartsfield dan Ringel di tahun 1990 dengan memberikan pembuktian graf lintasan, *2-regular graphs*, *complete graphs*, dan dua konjektur mengenai pelabelan antimagic. Diberikan  $G = (V(G), E(G))$  adalah sebuah graf dengan pemetaan bijektif  $f: E \rightarrow \{1, 2, \dots, |E|\}$  sehingga hasil penjumlahan dari setiap sisi yang berpasangan memiliki nilai yang berbeda dengan hasil penjumlahan dari setiap sisi yang berpasangan tersebut didefinisikan dengan rumus  $\varphi f(u) = \sum_{e \in E(u)} f(e)$  dimana  $E(u)$  adalah himpunan sisi yang bersisian dengan  $u$ . Jika  $\varphi f(u) \neq \varphi f(v)$  untuk dua titik yang berbeda  $u, v \in V(G)$ , maka  $f$  disebut *antimagic labeling* dari  $G$ . Sebuah graf  $G$  disebut *antimagic* jika  $G$  memiliki *antimagic labeling*. Berikut dua konjektur yang diberikan oleh Hartsfield dan Ringel.

**Konjektur 1.** *Setiap graf yang terhubung selain  $K_2$  adalah antimagic.*

**Konjektur 2.** *Setiap graf pohon selain  $K_2$  adalah antimagic.*

Terdapat banyak penelitian mengenai pelabelan *antimagic* itu sendiri. Berikut akan disajikan data mengenai hasil penelitian tersebut.

Graf	Hasil	Keterangan
Graf Lintasan	<i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel (1994).
Graf Sikel	<i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel (1994).
<i>Complete Graph</i>	$K_n$ ( $n \geq 3$ ) adalah <i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel

		(1994).
Setiap graf yang terhubung kecuali $K_2$	<i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel (1994).
<i>Wheel Graph</i>	<i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel (1994).
<i>Bipartite graphs</i> $K_{2,m}, m \geq 3$	<i>antimagic</i>	Hartsfield dan Ringel (1994).
<i>Cubic Graph</i>	<i>antimagic</i>	Liang, Y.-C. dan Zhu, X (2012).
<i>Odd Regular Graphs</i>	<i>antimagic</i>	Wang TM. dan Zhang GH (2008).
<i>Generalized Web Graph</i>	<i>antimagic</i>	Ryan J, <i>et al.</i> (2010)
<i>Flower Graph</i>	<i>antimagic</i>	Ryan J, <i>et al.</i> (2010)



## CHAPTER 5

## RAINBOW ANTIMAGIC COLORING

**R**ainbow antimagic coloring adalah angka pewarnaan terkecil yang dibutuhkan untuk membuat graf  $G$  menjadi *rainbow connected* yang dinotasikan dengan  $\text{rac}(G)$ . Fungsi bijektif  $f: V \rightarrow \{1, 2, \dots, |E|\}$  dikatakan *rainbow antimagic labeling* jika terdapat *rainbow path* di antara setiap titik-titik yang terhubung dan setiap sisi diberikan rumus  $e = uv \in E(G)$ . Pewarnaan bobot dari sisi tersebut diberikan rumus  $w(e) = f(u) + f(v)$ . Graf  $G$  dikatakan *rainbow antimagic* jika  $G$  memiliki *rainbow antimagic labeling*.



## BAB 3

---

### **HASIL PENELITIAN**



CHAPTER 6

PROSEDUR PENELITIAN



enelitian graf ini memiliki beberapa langkah dalam menemukan hasil temuannya. Hasil temuan graf ini berupa *book graph* ( $B_n$ ), *triangular book* ( $TB_n$ ) dan graf generalisasi buku, graf sapu, graf persahabatan. Berikut ini dipaparkan prosedur penelitian *rainbow antimagic coloring*, sebagai berikut.

1. Menentukan graf.

Langkah pertama yaitu menentukan graf yang akan dijadikan objek penelitian. Graf yang hendak digunakan dapat berupa graf khusus maupun graf hasil operasi. Aktivitas riset yang dilakukan pada tahap ini yaitu pengumpulan data.

2. Menentukan pola graf.

Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi adalah simbol berupa huruf pada titik, dalam pemberian notasi harus menggunakan simbol yang benar dan diperlukan untuk memperhatikan pola. Setelah memberikan notasi, kemudian berdasarkan notasi tersebut selanjutnya dituliskan kardinalitas dari graf tersebut.

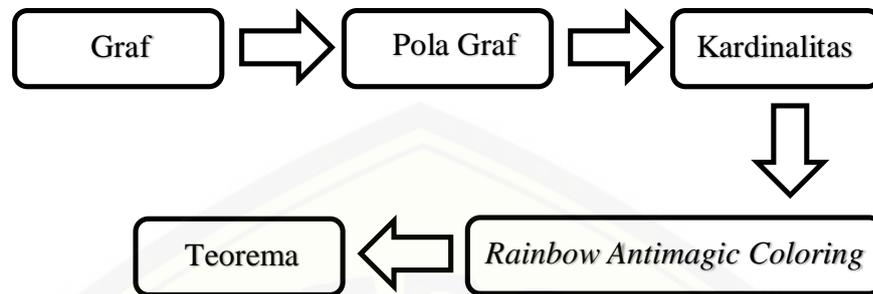
3. Menentukan kardinalitas graf yang meliputi notasi titik, himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameter graf tersebut.

Pada langkah ini, yaitu tahapan dalam penentuan kardinalitas dari graf tersebut. Kardinalitas meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik dan sisi, serta diameternya.

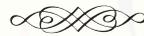
4. Menentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut.

Dalam menentukan *rainbow antimagic coloring* diperlukan kecermatan dalam penentuan pola. Hal ini disebabkan karena pewarnaan *rainbow antimagic* sendiri memerlukan pewarnaan dengan angka terkecil yang diperlukan dalam sebuah graf hingga membuat graf tersebut *rainbow connected*.

Berdasarkan uraian di atas, prosedur penelitian *rainbow antimagic coloring* secara ringkas ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



**Gambar 6.1** Alur Penelitian *Rainbow Antimagic Coloring*

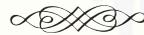


CHAPTER 7

PEMBUKTIAN TEOREMA

erikut ini akan dipaparkan beberapa graf hasil temuan dari hasil penelitian penulis dan dituliskan dalam teorema-teorema di bawah ini. Hasil temuan peneliti berupa *triangular book graph* ( $Tb_n$ ), *handle fan graph* ( $Kt_n$ ), *broom graph* ( $Br_{m,n}$ ), *windmill graph* ( $Wd_{4,n}$ ) dan graf semi Jahangir ( $SJ_n$ ).

**Proposisi 1.** Untuk setiap graf  $G$  terhubung, maka  $rac(G) \geq rc(G)$ .



**Proposisi 2.** Misalkan  $G$  adalah graf nontrivial yang terhubung dengan *size* sebanyak  $m$ . Maka  $rc(G) = m$  jika dan hanya jika  $G$  adalah graf pohon (Chartrand *et al*, 2008).



**Lemma 1.** Untuk setiap graf  $G$  terhubung, misalkan  $rc(G)$  dan  $\Delta(G)$  menjadi *rainbow connection number* dari  $G$  dan derajat maksimal dari  $G$  secara berurutan. Maka  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ .

**Bukti.** Dengan menggunakan Proposisi 1, didapat  $rac(G) \geq rc(G)$ . Sekarang misalkan  $x$  merupakan sebuah titik di  $G$  sedemikian rupa  $\deg(x) = \Delta(G)$ . Karena pelabelan semua titik berbeda, maka, tentu saja bobot-bobot dari semua sisi yang bersisian dengan  $x$  berbeda. Jadi,  $rac(G) \geq \Delta(G)$ . Dengan mengkombinasikan hal tersebut, maka didapat  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ .



**Lemma 2.** Untuk setiap graf  $G$  terhubung, jika  $a, b \in V(G)$  dan  $a, b \in E(G)$ , maka  $N[a] = N[b]$ .

**Bukti.** Misalkan  $u$  merupakan sebuah titik di  $G$  sedemikian rupa sehingga  $\deg(u) = \Delta(G)$ . Titik dengan derajat terbesar akan menghasilkan bobot yang berbeda karena titik-titik yang terkait pada  $u$  memiliki label yang berbeda.

Titik  $a$  dan titik  $b$  merupakan titik yang memiliki derajat maksimal pada graf  $G$ . Labeli titik  $a$  dan titik  $b$  dengan label terkecil, maka label setelahnya dan label terbesarnya menghasilkan bobot yang berbeda sebanyak  $\Delta(G)$  ditambah dengan jumlah label dari  $a$  dan  $b$  menghasilkan bobot yang berbeda dengan bobot pada  $\Delta(G)$ , sehingga pada graf tersebut memiliki  $rac$  sebanyak  $\Delta(G) + 1$ .

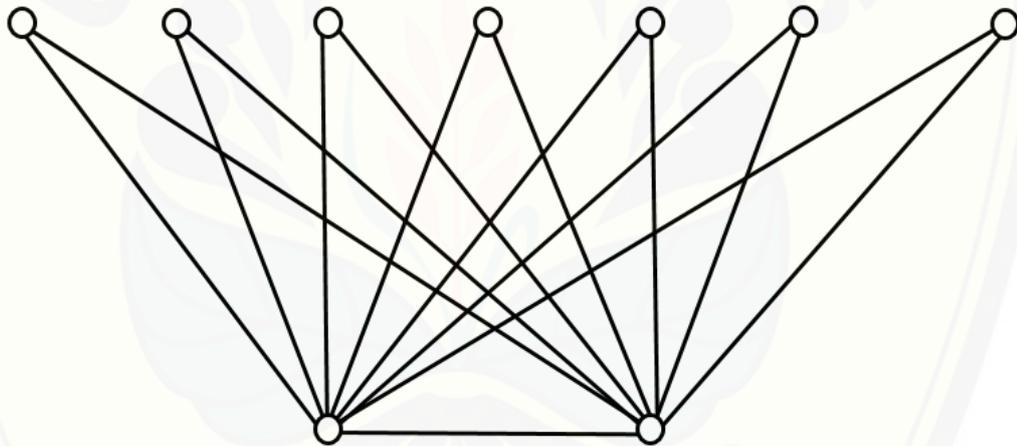


**Teorema 1.** Graf  $(Tb_n)$  adalah *triangular book graph* dengan  $n \geq 3$ . *Rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut adalah  $rac(Tb_n) = n + 2$ .

**Bukti.**

1. Menentukan graf

*Triangular book graph* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 7.1** *Triangular Book Graph*

2. Menentukan kardinalitas

*Triangular book graph* memiliki himpunan titik  $V(Tb_n) = \{x_1x_2\} \cup \{y_j, 1 \leq j \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(Tb_n) = \{x_1x_2\} \cup \{y_jx_1, y_jx_2, 1 \leq j \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(Tb_n)| = n + 2$  dan kardinalitas sisi  $|E(Tb_n)| = 2n + 1$ . Derajat maksimal dari  $Tb_n$  adalah  $\Delta(Tb_n) = n + 1$ .

3. Menentukan *rainbow antimagic coloring* pada graf tersebut.

Untuk membuktikan *rainbow antimagic coloring*  $rac(Tb_n) = n + 2$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(Tb_n) \leq n + 2$  dan batas bawah

$rac(Tb_n) \geq n + 2$ . Derajat maksimal dari  $Tb_n$  adalah  $\Delta(Tb_n) = n + 1$ . Berdasarkan Lemma 2, diketahui bahwa  $rac(G) \geq \Delta(G) + 1$ , maka  $rac(G) \geq n + 1 + 1 \equiv n + 2$ . Oleh karena itu, batas bawah  $rac(Tb_n) \geq n + 2$ . Untuk membuktikan batas atas  $rac(Tb_n)$ , diperlukan klaim  $f: V(Tb_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

$$f(x_1) = 2$$

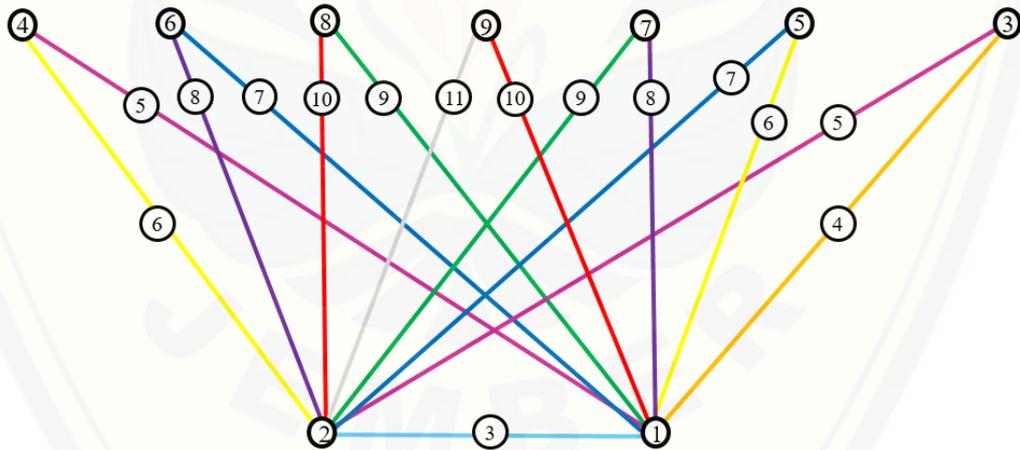
$$f(x_2) = 1$$

$$f(y_j) = j + 2, \quad 1 \leq j \leq n$$

Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

$$W(e) = \begin{cases} W(x_1x_2) = 3 \\ W(x_1y_j) = j + 4, \text{ jika } 1 \leq j \leq n \\ W(x_2y_j) = j + 3, \text{ jika } 1 \leq j \leq n \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi tersebut, fungsi  $f$  menginduksi  $n + 2$  pewarnaan, maka terdapat *rainbow path* pada titik  $x - y$ . Oleh karena itu, batas atas  $rac(Tb_n) \leq n + 2$ . Diperoleh kesimpulan bahwa  $rac(Tb_n) = n + 2$ .



Gambar 7.2 Rainbow Antimagic Coloring pada Triangular Book Graph

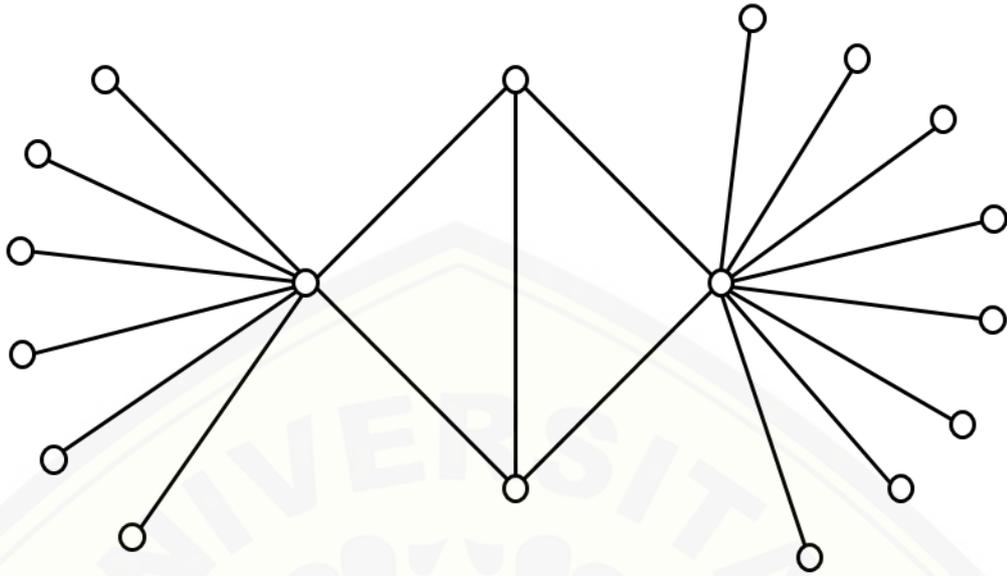


**Teorema 2.** Misalkan  $G$  adalah graf ubur-ubur, untuk semua bilangan bulat  $m \geq 3, n \geq 3$ , maka *rainbow antimagic coloring*  $rac(JF_{(m,n)}) = m + n + 2$ .

**Bukti.**

1. Menentukan graf

*Jelly fish graph* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7.3 Jelly Fish Graph

2. Menentukan kardinalitas

Jelly fish graph memiliki himpunan titik  $V(JF_{(m,n)}) = \{u\} \cup \{v\} \cup \{x\} \cup \{y\} \cup \{u_i, 1 \leq i \leq m\} \cup \{v_j, 1 \leq j \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(JF_{(m,n)}) = \{ux\} \cup \{xy\} \cup \{uy\} \cup \{vy\} \cup \{xv\} \cup \{uu_i, 1 \leq i \leq m\} \cup \{vv_j, 1 \leq j \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(JF_{(m,n)})| = m + n + 4$  dan kardinalitas sisi  $|E(JF_{(m,n)})| = m + n + 5$ . Derajat maksimal dari  $JF_{(m,n)}$  adalah  $\Delta(JF_{(m,n)}) = m + 2$ .

3. Menentukan rainbow antimagic coloring pada graf tersebut.

Untuk rainbow connection number dari jelly fish graph dengan  $m \geq 3, n \geq 3$  telah dibuktikan oleh Babu dan Ramya bahwa untuk  $rc(JF_{(m,n)}) = m + n + 2$ . Untuk membuktikan rainbow antimagic coloring  $rac(JF_{(m,n)}) = m + n + 2$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(JF_{(m,n)}) \leq m + n + 2$  dan batas bawah  $rac(JF_{(m,n)}) \geq m + n + 2$ . Derajat maksimal dari  $JF_{(m,n)}$  adalah  $\Delta(JF_{(m,n)}) = m + 2$ . Berdasarkan Lemma 1, diperoleh bahwa  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ , maka  $rac(JF_{(m,n)}) \geq \max\{m + n + 2, m + 2\} \equiv rac(JF_{(m,n)}) \geq m + n + 2$ . Untuk membuktikan batas atas

$rac(JF_{(m,n)})$ , diperlukan klaim  $f: V(JF_{(m,n)}) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

$$f(x) = 2$$

$$f(y) = 4$$

$$f(u) = 1$$

$$f(v) = 3$$

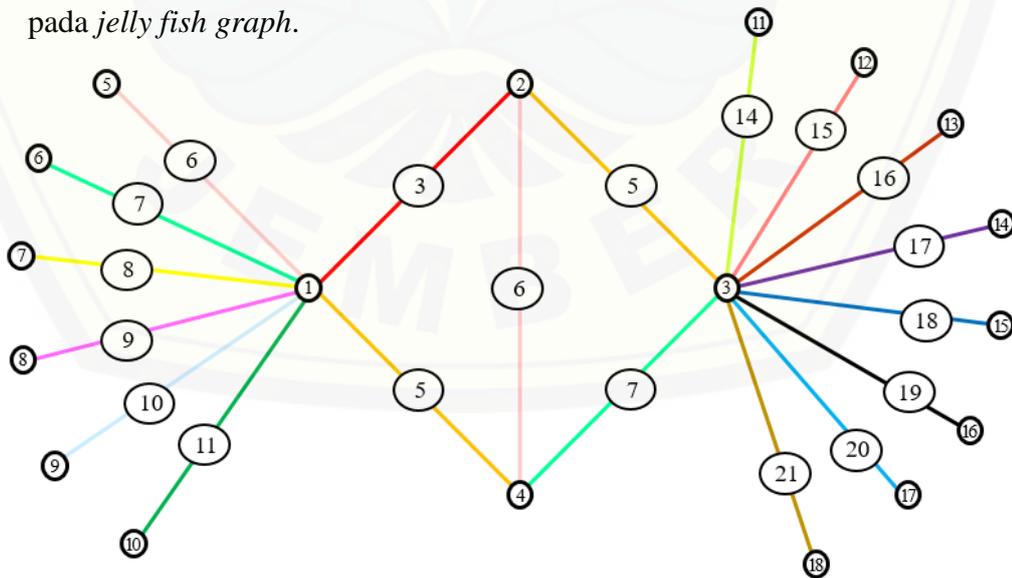
$$f(u_i) = i + 4; \text{ untuk } 1 \leq i \leq n$$

$$f(v_j) = 5 + m + j; \text{ untuk } j = \{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$$

Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

$$W(e) \begin{cases} W(xy) = 6 \\ W(xu) = 3 \\ W(yu) = 5 \\ W(xv) = 5 \\ W(yv) = 7 \\ W(uu_i) = i + 5; \text{ untuk } 1 \leq i \leq n \\ W(vv_j) = m + j + 8; \text{ untuk } j = \{0, 1, 2, \dots, n - 1\} \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi tersebut, fungsi  $f$  menginduksi  $m + n + 2$  pewarnaan, maka terdapat *rainbow path* pada titik  $x - y$ . Oleh karena itu, batas atas  $rac(JF_{(m,n)}) \leq m + n + 2$ . Diperoleh kesimpulan bahwa  $rac(JF_{(m,n)}) = m + n + 2$ . Berikut ini akan disajikan gambar *rainbow antimagic coloring* pada *jelly fish graph*.

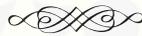


**Gambar 7.4** Rainbow Antimagic Coloring pada Jelly Fish Graph



**Teorema 3.** Misalkan  $G$  adalah graf sapu dengan  $m = 2, n \geq 4$ , maka *rainbow connection number* dari  $Br_{(m,n)}$  adalah  $rc(Br_{(m,n)}) = n + 2$ .

**Bukti.** *Broom graph* memiliki himpunan titik  $V(Br_{(m,n)}) = \{x_i, 1 \leq i \leq 3\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(Br_{(m,n)}) = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq 2\} \cup \{x_i y_j, i = 3; 1 \leq j \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(Br_{(m,n)})| = n + 3$  dan kardinalitas sisi  $|E(Br_{(m,n)})| = n + 2$ . Berdasarkan Proposisi 2, *broom graph* termasuk keluarga graf pohon, oleh karena itu *rainbow connection number* dari *broom graph* adalah sebanyak sisinya. Karena kardinalitas sisinya adalah  $n + 2$ , maka  $rc(Br_{(m,n)}) = n + 2$ .

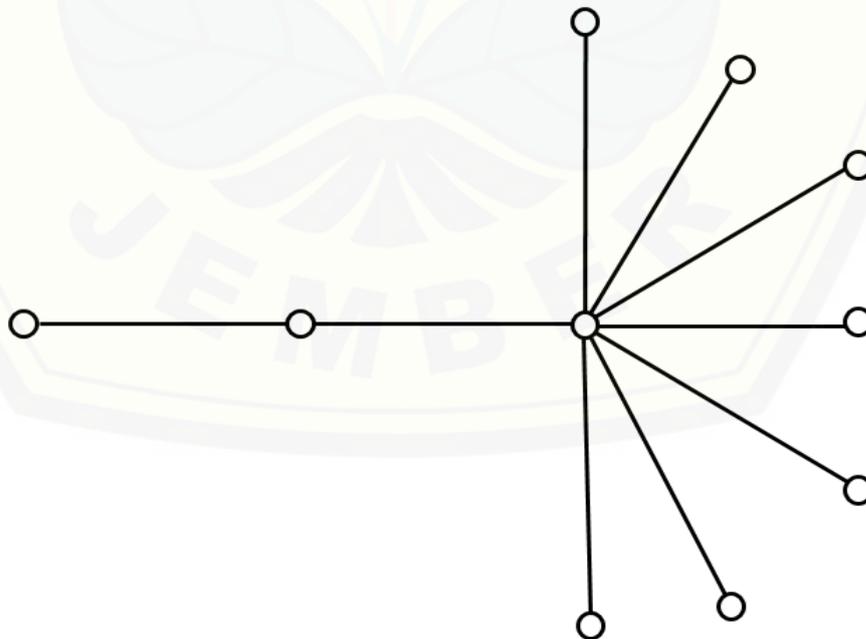


**Teorema 4.** Andaikan graf  $Br_{m,n}$  adalah graf sapu dengan  $m = 2, n \geq 4$ . *Rainbow antimagic coloring* dari graf tersebut adalah  $n + 2$ .

**Bukti.**

1. Menentukan graf

Graf sapu dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 7.5** Graf Sapu

2. Menentukan kardinalitas

*Broom graph* memiliki himpunan titik  $V(Br_{(m,n)}) = \{x_i, 1 \leq i \leq 3\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(Br_{(m,n)}) = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq 2\} \cup \{x_i y_j, i = 3; 1 \leq j \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(Br_{(m,n)})| = n + 3$  dan kardinalitas sisi  $|E(Br_{(m,n)})| = n + 2$ . Derajat maksimal dari  $Br_{(m,n)}$  adalah  $\Delta(Br_{(m,n)}) = n + 1$ .

3. Menentukan *rainbow antimagic coloring* pada graf tersebut.

Untuk membuktikan *rainbow antimagic coloring*  $rac(Br_{(m,n)}) = n + 2$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(Br_{(m,n)}) \leq n + 2$  dan batas bawah  $rac(Br_{(m,n)}) \geq n + 2$ . Derajat maksimal dari  $Br_{(m,n)}$  adalah  $\Delta(Br_{(m,n)}) = n + 1$ . Berdasarkan Lemma 1, diperoleh bahwa  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ , maka  $rac(Br_{(m,n)}) \geq \max\{n + 2, n + 1\} \equiv rac(Br_{(m,n)}) \geq n + 2$ . batas bawah  $rac(Br_{(m,n)}) \geq n + 1$ . Untuk membuktikan batas atas  $rac(Br_{(m,n)})$ , diperlukan klaim  $f: V(Br_{(m,n)}) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

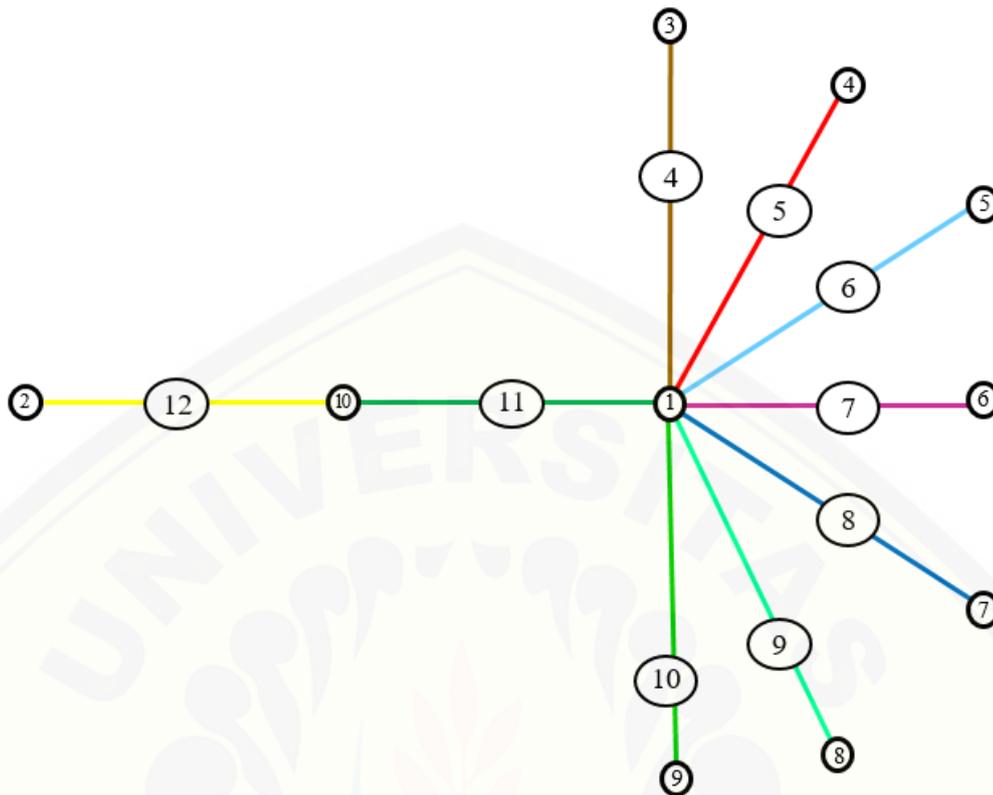
$$f(x_i) = \begin{cases} 1; & i = m \\ 2; & i = m - 2 \\ n + 3; & i = m - 1 \end{cases}$$

$$f(y_i) = i + 2; 1 \leq i \leq n$$

Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

$$W(e) = \begin{cases} W(x_m y_i) = i + 3 \\ W(x_m x_{m-1}) = n + 4 \\ W(x_{m-1} x_{m-2}) = n + 5 \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi tersebut, fungsi  $f$  menginduksi  $n + 2$  pewarnaan, maka terdapat *rainbow path* pada titik  $x - y$ . Oleh karena itu, maka batas atas  $rac(Br_{(m,n)}) \leq n + 2$ . Diperoleh kesimpulan bahwa  $rac(Br_{(m,n)}) = n + 2$ . Berikut ini akan disajikan gambar *rainbow antimagic coloring* pada graf sapu pada gambar 7.6.



Gambar 7.6 Rainbow Antimagic Coloring pada Graf Sapu



**Teorema 5.** Andaikan graf  $K_4^{(n)}$  adalah graf kincir angin dengan untuk semua bilangan bulat  $n \geq 3$ . Rainbow antimagic coloring dari graf tersebut adalah  $3n$ .

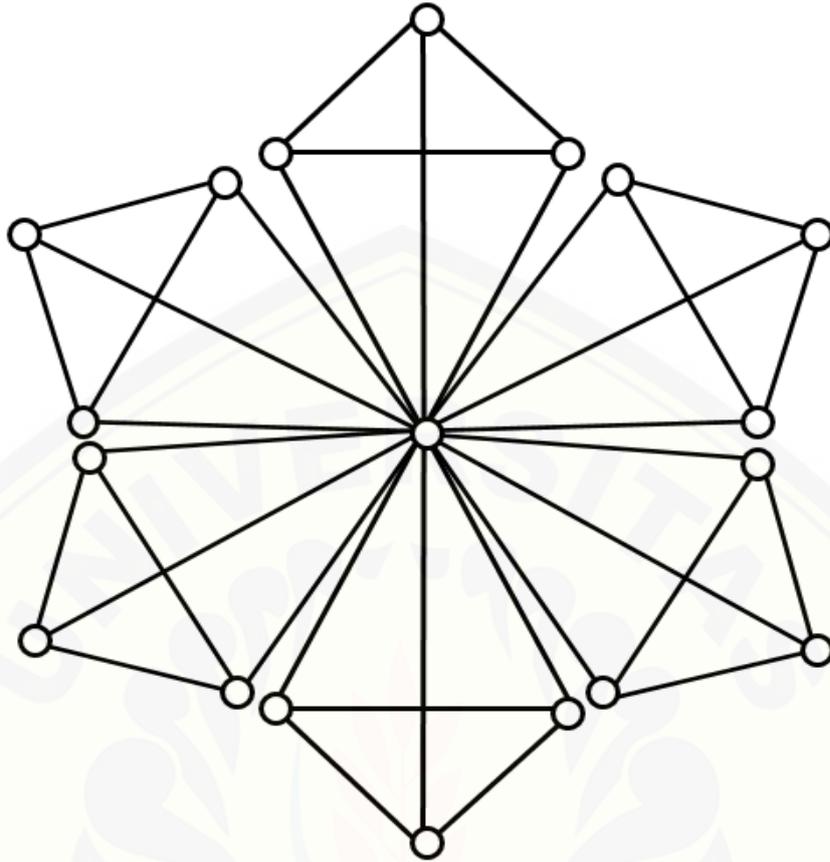
**Bukti.**

1. Menentukan graf

Graf kincir angin dapat dilihat pada gambar 7.5.

2. Menentukan kardinalitas

Windmill graph memiliki himpunan titik  $V(K_4^{(n)}) = \{Ax_{i,j}; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq 3\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(K_4^{(n)}) = \{Ax_{i,j}; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq 3\} \cup \{x_{i,j}x_{1,j+1}; 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq 2\} \cup \{x_nx_{n,j}; 1 \leq i \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(K_4^{(n)})| = 3n + 1$  dan kardinalitas sisi  $|E(K_4^{(n)})| = 6n$ . Derajat maksimal dari  $K_4^{(n)}$  adalah  $\Delta(K_4^{(n)}) = 3n$ .



Gambar 7.7 Graf Kincir Angin

3. Menentukan *rainbow antimagic coloring* pada graf tersebut.

*Rainbow connection number* untuk graf kincir angin telah dibuktikan oleh Liu dan Wang adalah  $K_4^{(n)} = 3$  untuk  $n \geq 3$ . Untuk membuktikan *rainbow antimagic coloring*  $rac(K_4^{(n)}) = 3n$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(K_4^{(n)}) \leq 3n$  dan batas bawah  $rac(K_4^{(n)}) \geq 3n$ . Derajat maksimal dari  $K_4^{(n)}$  adalah  $\Delta(K_4^{(n)}) = 3n$ . Berdasarkan Lemma 1, diperoleh bahwa  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ , maka  $rac(K_4^{(n)}) \geq \max\{3, 3n\} \equiv rac(K_4^{(n)}) \geq 3n$ . Untuk membuktikan batas atas  $rac(K_4^{(n)})$ , diperlukan klaim  $f: V(K_4^{(n)}) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

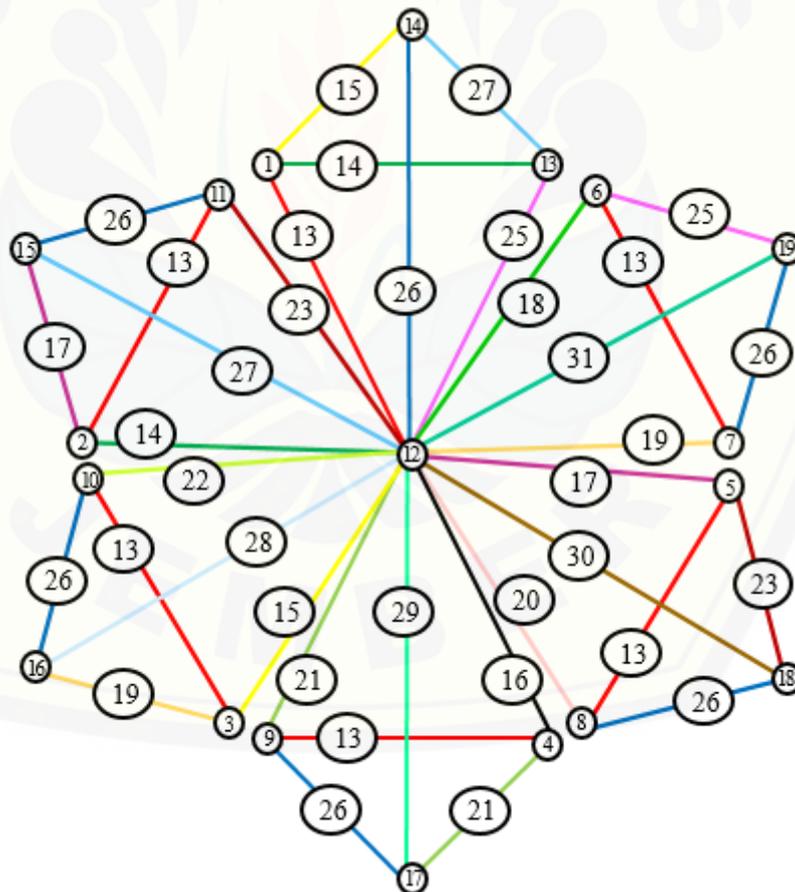
$$f(A) = 2n$$

$$f(x_{i,j}) = \begin{cases} i; & 1 \leq i \leq n; j = 1 \\ 2n + i + j - 1; & 1 \leq i \leq n; j = 2 \\ 2n + 1; & i = 1; j = 3 \\ 2n - i + 1; & 2 \leq i \leq n; j = 3 \end{cases}$$

Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

$$W(ax_{i,j}) = \begin{cases} 2n + 1; & 1 \leq i \leq n; j = 1 \\ 4n + i + j - 1; & 1 \leq i \leq n; j = 2 \\ 4n + 1; & i = 1; j = 3 \\ 2n - 1 + 1; & 2 \leq i \leq n; j = 3 \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi tersebut, fungsi  $f$  menginduksi  $3n$  pewarnaan, maka terdapat *rainbow path* pada titik  $x - y$ . Oleh karena itu, maka batas atas  $rac(K_4^{(n)}) \leq 3n$ . Diperoleh kesimpulan bahwa  $rac(K_4^{(n)}) = 3n$ . Berikut ini akan disajikan gambar *rainbow antimagic coloring* pada graf kincir angin.



**Gambar 7.8** *Rainbow Antimagic Coloring* pada Graf Kincir Angin



**Teorema 6.** Misalkan  $G$  adalah graf semi jahangir dengan  $n \geq 2$ , maka *rainbow connection number* dari  $SJ_n$  adalah  $rc(SJ_n) = n + 1$ .

**Bukti.** *Semi jahangir graph* memiliki himpunan titik  $V(SJ_n) = \{A, x_i, 1 \leq i \leq n + 1\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(SJ_n) = \{Ax_i, 1 \leq i \leq n + 1\} \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(SJ_n)| = 2n + 2$  dan kardinalitas sisi  $|E(SJ_n)| = 3n + 1$ . Kemudian, diberikan batas fungsi  $c: E \rightarrow \{1, 2, \dots, |E|\}$  sebagai berikut.

$$c(e) = \begin{cases} c(Ax_i) = \begin{cases} 3 - i; & 1 \leq i \leq 2 \\ 3; & i = 3 \\ i - 1; & 4 \leq i \leq n + 1 \end{cases} \\ c(x_i y_i) = \begin{cases} 1; & i = 1 \\ i + 1; & 2 \leq i \leq n \end{cases} \\ c(x_{i+1} y_i) = \begin{cases} 3 - i; & 1 \leq i \leq 2 \\ i; & 3 \leq i \leq n \end{cases} \end{cases}$$

Pewarnaan  $c(e)$  mencapai nilai maksimal ketika  $c(x_i y_i) = i + 1 = n + 1$ , maka  $rc(SJ_n) \leq n + 1$ . Selanjutnya, akan ditunjukkan bahwa  $rc(SJ_n) \geq n + 1$ . Digunakan kontradiksi dalam menunjukkan hal tersebut. Misalkan bahwa  $rc(SJ_n) \leq n$ , ambil bahwa  $rc(SJ_n) = n$ . Dengan mempertimbangkan bahwa himpunan sisi  $E(SJ_n) = \{Ax_i, 1 \leq i \leq n + 1\} \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq n\}$  dan  $|E(SJ_n)| = 3n + 1$ . Jika kita menggunakan pewarnaan sebanyak  $n$  untuk mewarnai  $n + 1$  sisi, lalu terdapat  $e_1 e_2 \in E'$  sedemikian rupa sehingga  $c(e_1) = c(e_2)$ , tanpa kehilangan sifat umum, kita dapat memilih  $e_1 = x_i y_i$  dan  $e_2 = x_{i+1} y_i$ . Karena  $SJ_n$  adalah graf terhubung dengan  $rc(SJ_n) = n + 1$  dan  $diam(SJ_n) = 4$ , maka lintasan  $x_i y_i - x_{i+1} y_i$  bukanlah *rainbow path* karena  $c(x_i y_i) = c(x_{i+1} y_i)$ . Hal ini merupakan kontradiksi. Oleh karena itu,  $rc(SJ_n) \geq n + 1$ . Dapat disimpulkan bahwa  $rc(SJ_n) = n + 1$ .

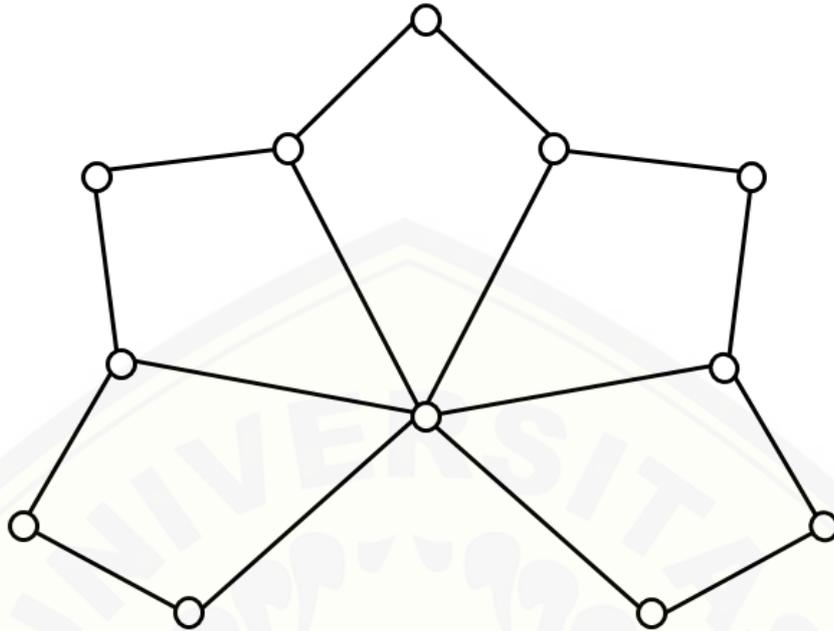


**Teorema 7.** Andaikan graf  $SJ_n$  adalah graf semi jahangir dengan untuk semua bilangan bulat  $n \geq 2$ . *Rainbow antimagic coloring* dari graf semi jahangir adalah  $n + 1$ .

**Bukti.**

1. Menentukan graf

Graf semi jahangir dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 7.9** Graf Semi Jahangir

2. Menentukan kardinalitas

Graf semi jahangir memiliki memiliki himpunan titik  $V(SJ_n) = \{A, x_i, 1 \leq i \leq n + 1\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$  dan himpunan sisinya adalah  $E(SJ_n) = \{Ax_i, 1 \leq i \leq n + 1\} \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq n\}$ . Kardinalitas titik  $|V(SJ_n)| = 2n + 2$  dan kardinalitas sisi  $|E(SJ_n)| = 3n + 1$ . Derajat maksimal dari  $SJ_n$  adalah  $\Delta(SJ_n) = n + 1$ .

3. Menentukan *rainbow antimagic coloring* pada graf tersebut.

*Rainbow connection number* untuk graf semi jahangir adalah  $n + 1$ . Untuk membuktikan *rainbow antimagic coloring*  $rac(SJ_n) = n + 1$ , diperlukan pembuktian untuk batas atas  $rac(SJ_n) \leq n + 1$  dan batas bawah  $rac(SJ_n) \geq n + 1$ . Derajat maksimal dari  $SJ_n$  adalah  $\Delta(SJ_n) = n + 1$ . Berdasarkan Lemma 1, diperoleh bahwa  $rac(G) \geq \max\{rc(G), \Delta(G)\}$ , maka  $rac(SJ_n) \geq \max\{n + 1, n + 1\} \equiv rac(SJ_n) \geq n + 1$ . Untuk membuktikan batas atas  $rac(SJ_n)$ , diperlukan klaim  $f: V(SJ_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, |V|\}$  sebagai berikut.

$$f(A) = \begin{cases} n + 1; n = \text{even} \\ n + 2; n = \text{odd} \end{cases}$$

$$f(x_i) = \begin{cases} n + 2i + 1; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n \geq 3; n = \text{ganjil} \\ n + 2i + 2; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n \geq 3; n = \text{genap} \\ 3n - 2i + 1; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n = 3 \\ 2n - 2i + 2; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n \geq 3 \\ n + 2; i = n + 1; n \geq 4; n = \text{genap} \\ n + 1; i = n + 1; n \geq 4; n = \text{ganjil} \end{cases}$$

$$f(y_i) = \begin{cases} 2i - 1; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor \\ 2i + 1; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n + 1 \end{cases}$$

Selanjutnya, untuk bobot sisi ( $W$ ) sebagai berikut.

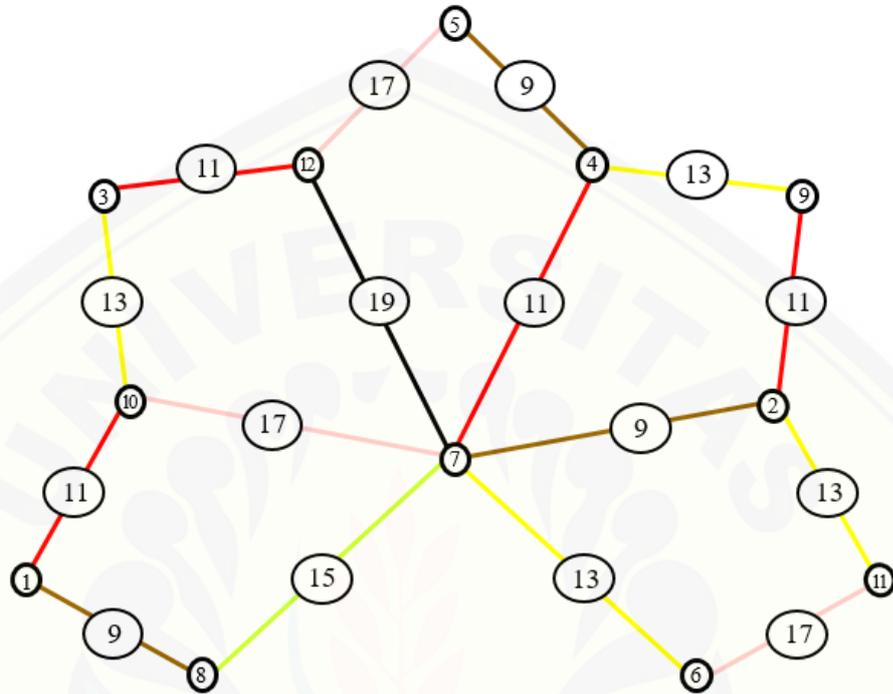
$$W(Ax_i) = \begin{cases} 2n + 2i + 3; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n \geq 3 \\ 4n - 2i + 3; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n = 3 \\ 3n - 2i + 3; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n \geq 4; n = \text{genap} \\ 3n - 2i + 4; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n \geq 4; n = \text{ganjil} \\ 2n + 3; i = n; n \geq 4 \end{cases}$$

$$W(x_i y_i) = \begin{cases} n + 4i; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n \geq 3; n = \text{ganjil} \\ n + 4i + 1; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n \geq 3; n = \text{genap} \\ 2n + 3; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n \geq 4 \\ 3n + 2; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n = 3 \end{cases}$$

$$W(y_i x_{i+1}) = \begin{cases} n + 4i + 3; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n = \text{genap} \\ n + 4i + 2; 1 \leq i \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor; n = \text{ganjil} \\ 2n + 1; \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq i \leq n; n \geq 3 \\ n + 2i + 3; i = n + 1; n \geq 4; n = \text{genap} \\ n + 2i + 2; i = n + 1; n \geq 4; n = \text{ganjil} \\ 3n; i = n + 1; n = 3 \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi tersebut, fungsi  $f$  menginduksi  $n + 1$  pewarnaan, maka terdapat *rainbow path* pada titik  $x - y$ . Oleh karena itu, maka batas atas

$rac(SJ_n) \leq n + 1$ . Diperoleh kesimpulan bahwa  $rac(SJ_n) = n + 1$ . Berikut ini akan disajikan gambar *rainbow antimagic coloring* pada graf semi jahangir.



**Gambar 7.10** *Rainbow Antimagic Coloring* pada Graf Semi Jahangir



CHAPTER 8

## OPEN PROBLEM

Berikut ini disampaikan *open problem* lebih lanjut mengenai graf-graf yang belum diteliti lebih lanjut dengan menggunakan pewarnaan *rainbow antimagic coloring*.

**Open Problem 1.** Asumsikan graf  $G$  merupakan *special graph*. Tentukan *rainbow antimagic coloring* dari graf  $G$  tersebut.



## Daftar Pustaka

- Agustin I H, Dafik, Gembong A W, Alfarisi R 2017 On rainbow k-connection number of special graphs and it's sharp lower bound *Journal of Physics: Conference Series* **855** 012003.
- Alfarisi R, Dafik, Fatahillah A. 2014. Penerapan Teknik Konstruksi Graf, Rainbow Connection, Dominating Set dalam Analisis Morfologi Jalan. Jember: Universitas Jember
- Babu S R dan Ramya N 2019 On Rainbow Connection Number of Some Graphs *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)* **9(2)** pp 2187-2190.
- Chartrand G, Johns G L, McKeon K A and Zhang P 2008 Rainbow Connection in Graphs *Mathematica Bohemica* **133** pp 85-98.
- Dafik, Slamin dan Muharromah A 2018 On the (Strong) Rainbow Vertex Connection of Graphs Resulting from Edge Comb Product *Journal of Physics: Conference Series* **1008** 012055.
- Fauziah D A, Dafik, Agustin I H and Alfarisi R 2019 The Rainbow Vertex Connection Number of Edge Corona Product Graphs *Journal of Physics: Conference Series* **243** 012020.
- Hartsfield, N., Ringel, G.: Pearls in Graph Theory, pp. 108–109. *Academic Press, Inc.*, Boston (1990) (Revised version 1994).
- Hasan M S, Slamin, Dafik, Agustin I H and Alfarisi R 2018 On The Total Rainbow Connection of The Wheel Related Graphs *Journal of Physics: Conference Series* 1008 012054
- Hastuti Y, Dafik, Agustin I H, Prihandini R M dan Alfarisi R 2019 The total rainbow connection on comb product of cycle and path graphs *Journal of Physics: Conference Series* **243** 012114.
- Liang, Y.-C. dan Zhu, X. 2014 Antimagic Labeling of Cubic Graphs. *J. Graph Theory*, 75: 31-36. doi:10.1002/jgt.21718.
- Liu Y dan Wang Z 2014 The Rainbow Connection of Windmill and Corona Graph *Applied Mathematical Sciences* **8(128)** pp 6367-6372.
- Parmar D, Shah P V dan Suthar B 2019 Rainbow Connection Number of Triangular Snake Graph *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)* **6(3)** ISSN-2349-5162.

- Ramya N, Rangarajan K dan Sattanathan R 2012 On Rainbow Coloring of Some Classes of Graphs *International Journal of Computer Applications* (0975-8887) Vol 46 No 18.
- Ryan J., Phanalasy O., Miller M., Rylands L. 2011 On Antimagic Labeling for Generalized Web and Flower Graphs. In: *Iliopoulos C.S., Smyth W.F. (eds) Combinatorial Algorithms. IWOCA 2010*. Lecture Notes in Computer Science, vol 6460. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Surbakti N M dan Sugeng K A 2019 The rainbow connection number of a watermill graph *J. Phys.: Conf. Ser.* **1211** 012001.
- Sy S, Medika G H, Yulianti L 2013 The rainbow connection of fan and sun *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 7, 2013, no. 61-64, 3155-3159 <https://doi.org/10.12988/ams.2013.13275>.
- Sy S, Wijaya R and Surahmat 2014 Rainbow Connection Numbers of Some Graphs *Applied Mathematical Sciences* **8(94)** pp 4693-4696.
- Wang TM., Zhang GH. 2012 On Antimagic Labeling of Odd Regular Graphs. In: Arumugam S., Smyth W.F. (eds) *Combinatorial Algorithms. IWOCA 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7643. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Zamora R B, Baldado Jr M P dan Padua R N 2019 Rainbow Connection Number of Some Wheel-Related Graph *Communications in Applied Analysis* (**23**) 31-49.



LAMPIRAN E.1

DOKUMENTASI PENELITIAN







**LAMPIRAN E.3****AUTOBIOGRAFI****Zuhristawa Luthfi Al Jabbar**

Lahir di Pasuruan, 29 September 1994. Lahir sebagai anak kedua dari pasangan Sutiyo dan Jamilah serta memiliki dua saudara laki-laki bernama Jauharuddin Luthfi Al Jabbar dan Ajwaddussafwatulloh Luthfi Al Jabbar. Menyelesaikan pendidikan formal berturut-turut di MI Negeri Bugul Kidul Pasuruan (2000-2006), SMP Negeri 2 Pasuruan (2006-2009), dan SMA Darul Ulum 2 Unggulan BPPT RSBI Jombang (2009-2012). Pada tahun 2012 melanjutkan studi sebagai mahasiswa S1 di Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember (UNEJ) dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2018. Pada Tahun 2018 berkesempatan melanjutkan studi Pascasarjana di Program Studi Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.