



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERBASIS *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN KOMBINATORIAL MAHASISWA
DALAM MENYELESAIKAN MASALAH *r-DYNAMIC LOCAL
IRREGULARITY VERTEX COLORING* PADA GRAF KHUSUS**

TESIS

Oleh:

Ika Nur Maylisa

NIM. 180220101003

PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MIPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERBASIS *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN KOMBINATORIAL MAHASISWA
DALAM MENYELESAIKAN MASALAH *r-DYNAMIC LOCAL
IRREGULARITY VERTEX COLORING* PADA GRAF KHUSUS**

TESIS

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

Oleh:

Ika Nur Maylisa

NIM. 180220101003

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

2019

PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT dan karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga setiap kalimat dan rangkaian paragraf dalam tugas akhir ini membawa kebaikan dan tambahan pengetahuan bagi pembaca pada umumnya, dan bagi penulis sendiri tentunya. Tak lupa, disampaikan pula terimakasih yang sangat mendalam kepada:

1. kedua orang tua saya, Bapak Sobingi dan Ibu Kayatin yang selalu mendoakan kebaikan penulis, serta selalu memberikan dukungan moral maupun material sehingga penulis bisa menyelesaikan studi pascasarjana ini dengan baik;
2. bapak dan ibu dosen pascasarjana, program studi magister pendidikan matematika FKIP Universitas Jember yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan maupun penyusunan tugas akhir ini;
3. teman-teman magister pendidikan matematika FKIP Universitas Jember angkatan 2018 yang selalu memberikan motivasi selama masa studi ini;
4. dan seluruh pihak yang membantu, baik secara langsung maupun tidak demi terselesaikannya tugas akhir ini.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ika Nur Maylisa

NIM : 180220101003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *r-Dynamic Local Irregularity Vertex Coloring* pada Graf Khusus” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali 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 dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2019

Yang menyatakan,

Ika Nur Maylisa

NIM. 180220101003

TESIS

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERBASIS *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN KOMBINATORIAL MAHASISWA
DALAM MENYELESAIKAN MASALAH *r-DYNAMIC LOCAL
IRREGULARITY VERTEX COLORING* PADA GRAF KHUSUS**

Oleh

Ika Nur Maylisa
NIM. 180220101003

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

Dosen Pembimbing 2: Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA
BERBASIS *RESEARCH BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP KETERAMPILAN KOMBINATORIAL MAHASISWA
DALAM MENYELESAIKAN MASALAH *r-DYNAMIC LOCAL
IRREGULARITY VERTEX COLORING* PADA GRAF KHUSUS**

TESIS

Diajukan guna Memenuhi Syarat untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Strata
Dua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi
Magister Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

Nama : Ika Nur Maylisa
NIM : 180220101003
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Angkatan : 2018
Daerah Asal : Tulungagung
Tempat, Tanggal Lahir : Tulungagung, 06 Mei 1994

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *r-Dynamic Local Irregularity Vertex Coloring* pada Graf Khusus” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 02 Januari 2020

Tempat : Gedung III 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,

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

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

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195912201985031002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *r-Dynamic Local Irregularity Vertex Coloring* pada Graf Khusus”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata dua (S2) pada Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dan bimbingan dalam penyusunan tesis ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Jember;
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang selalu meluangkan waktu dan selalu siap setiap saat membantu, membimbing, memberi arahan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini;
4. Dosen Penguji I, Dosen Penguji II, dan Dosen Penguji III yang telah memberikan koreksi dan saran dalam penyelesaian tesis ini;
5. Seluruh dosen dan staf FKIP Universitas Jember;
6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Besar harapan penulis kepada pemerhati untuk memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga tesis ini bermanfaat dan membawa barokah untuk kita semua, aamiin!

Jember, Desember 2019

Penulis

RINGKASAN

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *r-Dynamic Local Irregularity Vertex Coloring* pada Graf Khusus; Ika Nur Maylisa, 180220101003; 2019; 101 halaman; Program Studi Magister Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pembelajaran yang mampu mengembangkan potensi diri siswa sangat dibutuhkan dalam dunia pendidikan. Pembelajaran ini tentunya melibatkan pendidik dan peserta didik. Oleh karenanya, pendidikan tidak lepas dari kedua unsur tersebut. Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) berbeda dengan pembelajaran konvensional yang berpusat pada pendidik (*teacher centered learning*). Ini menunjukkan bahwa keduanya mempunyai pendekatan berbeda dalam isi, instruksi, lingkungan kelas, penilaian maupun teknologi yang digunakan. Untuk itu, dalam penelitian ini dibahas tentang pengembangan perangkat pembelajaran matematika yang berdasarkan *research based learning* dan mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *local irregularity vertex coloring r-dynamic* pada graf khusus. Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian pengembangan yang menggunakan model 4D, yaitu meliputi tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan tahap penyebaran. Pada penelitian ini, mahasiswa diharapkan mampu membuat graf baru pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan menentukan kardinalitas serta fungsi pewarnaan titiknya.

Berdasarkan hasil validasi dari kedua validator, perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori valid karena menunjukkan koefisien validitas satuan acara perkuliahan 3,79, lembar kerja mahasiswa 3,80, dan tes aktivitas riset 3,83. Dengan demikian, semua perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan peneliti dapat dikatakan valid. Sedangkan dari hasil uji coba perangkat pembelajaran yang telah dilakukan, dapat diketahui pula bahwa perangkat pembelajaran memenuhi kriteria praktis dan efektif. Berdasarkan

penilaian pengamatan aktivitas dosen, pada pertemuan pertama 89% dengan kategori baik dan pada pertemuan kedua 86% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas dosen mencapai 87,50% baik atau $\geq 80\%$ sehingga dikategorikan praktis.

Sedangkan hasil respon mahasiswa yang memberi respon positif mencapai 90%. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memberikan respon baik terhadap proses pembelajaran dan penggunaan perangkat dari hasil pengembangan peneliti. Hasil validasi dan uji coba lapangan menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga perangkat pembelajaran ini dapat dikategorikan baik. Oleh karena itu, dosen pengampu matakuliah kombinatorika atau matematika diskrit dapat menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan ini. Berdasarkan hasil *t-test* juga diketahui bahwa pembelajaran menggunakan perangkat berbasis *research based learning* lebih unggul daripada pembelajaran konvensional yang tidak menggunakan perangkat tersebut.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan sarana yang sangat penting dalam memajukan suatu negara karena pendidikan merupakan dasar kemajuan pola pikir yang akan memengaruhi budaya setiap individu. Telah disebutkan pula dalam Undang-Undang No. 20 tahun 2003 bahwa pendidikan nasional bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa serta berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan keterampilan, kesehatan jasmani dan rohani, kepribadian yang mantap dan mandiri serta tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan (UU RI, 2003). Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa tujuan pendidikan di Indonesia untuk semua jenis pendidikan secara umum adalah Pancasila.

Standar nasional pendidikan yang telah diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 19 tahun 2005 pada bagian kedua, menyatakan bahwa setiap jenjang pendidikan tinggi wajib memuat matematika sebagai salah satu mata pelajaran atau mata kuliah. Menurut James, matematika adalah ilmu tentang logika mengenai bentuk, susunan, besaran, dan konsep-konsep yang berhubungan satu dengan yang lainnya (Chityadewi, 2019). Matematika menjadi mata pelajaran wajib yang diberikan di semua jenjang pendidikan, mulai sekolah dasar hingga perguruan tinggi sehingga mahasiswa pun dibekali dengan kemampuan berpikir logis, sistematis, kritis dan analitis (Saragih, 2019). Tujuannya adalah agar mahasiswa mampu memenuhi kebutuhan perkembangan dan tuntutan di lingkungan sekitarnya. Selain itu, adalah agar mahasiswa mampu beradaptasi baik dengan perkembangan zaman yang sangat pesat ini.

Pemerintah berusaha melakukan perbaikan pendidikan dari berbagai aspek untuk meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia, di antaranya adalah perbaikan kurikulum, sumber daya manusia, serta sarana dan prasarana dalam dunia pendidikan. Perbaikan dari pemerintah ini tidak akan ada artinya jika tanpa dukungan dari pelaku pendidikan yang turut serta dalam meningkatkan mutu pendidikan. Oleh karenanya, sejak tahun 2013 pemerintah mulai melakukan

perbaiki salah satu contohnya dengan menerapkan pendekatan pembelajaran kurikulum 2013 yang tertuang secara jelas dalam Permendikbud No. 81A tentang implementasi kurikulum 2013. Pada dokumen regulasi tersebut pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered learning*) sebagai ciri pembelajaran kurikulum 2013 yang perlu diikuti dengan penyempurnaan pola pikir (*mindset*). Pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered learning*) sebenarnya bukan merupakan pendekatan baru di perguruan tinggi. Pembelajaran ini sudah lama ada, namun kurang dimaksimalkan dalam prakteknya di lapangan.

Beberapa perguruan tinggi telah merekonstruksi kurikulum sesuai dengan Permenristek Dikti No. 44 tahun 2015 tentang SNPT dan Perpres No. 2 tahun 2010 tentang KKNI, kurikulum pada perguruan tinggi disebut dengan KPT 2013. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi telah menerapkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dengan tujuan mahasiswa dapat berperan aktif pada kegiatan pembelajaran. Penggunaan model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dapat menjadi salah satu solusi untuk menarik minat mahasiswa. Hal ini juga menekankan kepada individu untuk belajar melalui pemanfaatan dan penggunaan berbagai jenis sumber belajar. Potensi mahasiswa harus selalu didorong secara optimal sehingga dapat merangsang mahasiswa untuk mampu belajar mandiri. Kemandirian belajar mahasiswa juga sangat dibutuhkan supaya mampu belajar di luar kelas sehingga proses pembelajaran dapat dilakukan di dalam maupun di luar kelas. Salah satu teori yang mendukung pembelajaran ini adalah teori konstruktivisme yang dikembangkan oleh Piaget dan tokoh-tokoh teori konstruktivisme lainnya.

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

menciptakan pengetahuannya melalui masalah-masalah yang disajikan oleh dosen.

Salah satu permasalahan yang dapat disajikan oleh dosen adalah permasalahan matematika yang dikaitkan dengan implementasinya pada kehidupan nyata, khususnya yaitu teori graf yang memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Pengimplementasian teori graf ini misalnya adalah pada masalah penjadwalan yang merupakan aplikasi dari kajian pewarnaan titik. Sebagaimana teori graf secara umum yang selalu mengalami kemajuan, kajian pewarnaan titik ini juga memiliki pembahasan baru yaitu pewarnaan titik ketakteraturan lokal r -dinamis atau *r-dynamic local irregularity vertex coloring* yang merupakan penggabungan prinsip *local irregular vertex* dan *r-dynamic coloring*.

Teori graf diberikan pada pendidikan di jenjang pendidikan tinggi yaitu perkuliahan. Di perkuliahan, teori graf khususnya kajian pewarnaan titik ini, yang salah satunya adalah dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* tentu dibutuhkan keterampilan berpikir kombinatorial (*combinatorial thinking*). Untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kombinatorial ini pastilah dibutuhkan suatu rancangan pembelajaran yang tepat. Pembelajaran yang tepat bisa dilakukan dengan berbagai cara, baik dari segi konten maupun proses pembelajarannya.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang tepat, terlebih pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yaitu *research based learning*. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun langkah-langkah penelitian. Lockwood menyatakan bahwa *research based learning* merupakan model pembelajaran yang berbasis riset dalam rangka membangun pengetahuan dengan cara merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis, membuat kesimpulan dan menyusun laporan. Tujuan dari *research based learning* di perguruan tinggi adalah untuk membantu mahasiswa membangun kemampuan intelektual dan koneksi praktis yang kuat antara setiap batas penelitian dan pembelajaran mahasiswa. *Research based learning* berperan penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa. Membiasakan diri untuk berpikir kombinatorial merupakan salah satu

cara untuk meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa. Selain itu untuk meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa, khususnya keterampilan berpikir kombinatorial adalah perlu adanya pengembangan perangkat yang menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran.

Perangkat pembelajaran yang perlu dikembangkan dalam menunjang keberhasilan suatu kegiatan pembelajaran yang berbasis *research based learning* pada perguruan tinggi di antaranya adalah lembar kerja mahasiswa (LKM), tes aktivitas riset (TAR) dan monograf. Ketersediaan bahan sesuai tuntutan kurikulum, karakteristik, sasaran, dan tuntutan pemecahan masalah merupakan beberapa alasan yang mendorong adanya pengembangan perangkat pembelajaran (Depdiknas, 2008: 8). LKM merupakan lembar tugas yang diberikan pada mahasiswa yang berisi petunjuk serta langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Selain lembar kerja mahasiswa dan monograf dalam mendesain perangkat pembelajaran sebaiknya mempertimbangkan beban kognitif mahasiswa. Salah satu perangkat yang perlu dikembangkan untuk mengetahui gambaran tentang pemahaman mahasiswa tentang suatu materi yang disampaikan oleh dosen adalah tes hasil belajar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan model *research based learning* yang bertujuan untuk melakukan peningkatan keterampilan kombinatorial mahasiswa pada masalah kombinatorik. Permasalahan akan difokuskan pada permasalahan matematika diskrit dengan kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis memilih topik "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Research Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *r-Dynamic Local Irregularity Vertex Coloring* pada Graf Khusus".

1.2 Rumusan Masalah

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

- a) bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*?
- b) bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*?
- c) bagaimana pengaruh perangkat yang dikembangkan terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*?
- d) bagaimana potret fase keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*?
- e) bagaimana monograf dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*?

1.3 Tujuan Penelitian

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

- a) menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- b) menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* yang berkaitan dengan keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- c) mengetahui pengaruh pengembangan perangkat yang dilakukan terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* melalui t-test;
- d) mengetahui potret fase keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- e) menghasilkan monograf dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tesis ini antara lain:

- a) hasil penelitian diharapkan mampu memberikan alternatif pembelajaran mata kuliah kombinatorika atau matematika diskrit;
- b) bagi calon pendidik perguruan tinggi, sebagai informasi mengenai perangkat pembelajaran *research based learning* sebagai media untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran terhadap keterampilan berpikir peserta didik;
- c) bagi dosen, sebagai masukan dan acuan dalam menyusun dan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dengan menggunakan model *research based learning*.

1.5 Spesifikasi Perangkat

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

- a) lembar kerja mahasiswa (LKM) pada penelitian ini memiliki spesifikasi yaitu LKM berisi permasalahan terkait dengan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*, LKM memunculkan komponen-komponen RBL;
- b) tes aktivitas riset (TAR) pada penelitian ini mengacu pada tes hasil belajar yang mengukur kemampuan keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kombinatorik kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* yang nantinya akan dikaitkan dengan indikator dan sub-indikator pada keterampilan berpikir kombinatorial;
- c) monograf pada penelitian ini merupakan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di dalam kelas yang di dalamnya berisi topik tentang *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan beberapa hasil penelitian.

1.6 Kebaruan Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki beberapa kebaruan, di antaranya adalah sebagai berikut:

- a) pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- b) penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat mengkonstruksi bilangan kromatik, label titik dan fungsi bobot titik dari sebuah graf sehingga di akhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf;
- c) penerapan *research based learning* agar mahasiswa dapat menemukan bilangan kromatik, label titik dan fungsi bobot titik dari sebuah graf sehingga di akhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Research Based Learning*

2.1.1. Pengertian *Research Based Learning*

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

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

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

Pembelajaran berbasis riset merupakan pembelajaran yang melibatkan mahasiswa untuk mengonstruksi pengetahuan melalui cara-cara ilmiah. Pernyataan dari Suchada Poonpam tersebut memperjelas bahwa pemanfaatan metode ilmiah

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

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

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

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

2.1.2. Tujuan *Research Based Learning*

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

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

2.1.3. Ciri-ciri *Research Based Learning*

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

- a) Sumber belajar yang digunakan berasal dari mana saja misalnya buku, internet, televisi, alam dan lingkungan sekitar serta memberi kesempatan untuk merencanakan kegiatan pembelajaran dengan mempertimbangkan sumber belajar yang tersedia dari mana saja;
- b) Memberikan pengertian pada mahasiswa bahwa sumber belajar tidak hanya berasal dari buku namun ada beraneka ragam sumber informasi yang dapat dimanfaatkan mahasiswa sebagai sumber belajar;
- c) Mendorong mahasiswa agar terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran;
- d) Mengembangkan rasa percaya diri mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran;
- e) Meningkatkan motivasi belajar dengan menyajikan berbagai kemungkinan tentang berbagai hal yang sedang diteliti, metode kerja, dan medium komunikasi;
- f) Waktu yang digunakan lebih fleksibel.

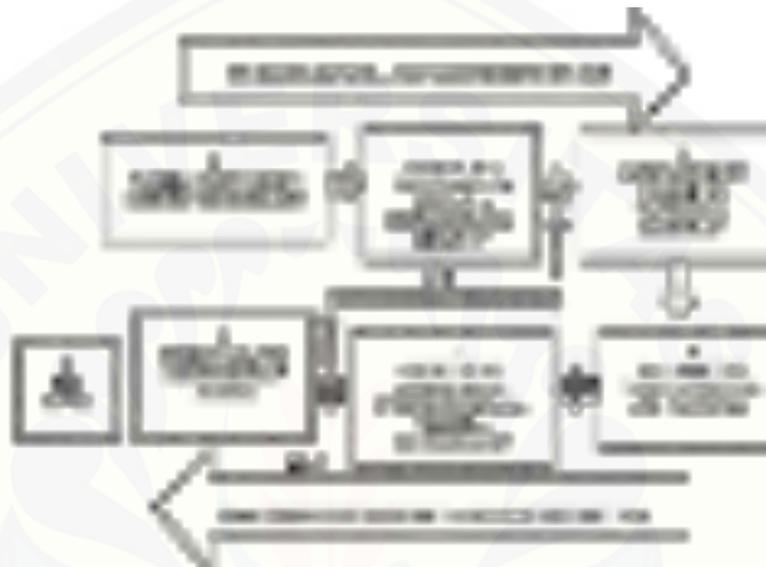
2.1.4 Sintaksis *Research Based Learning*

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

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

- e) secara berkesinambungan dosen membawa hasil-hasil RBL dalam perkuliahan ini dalam kelompok kajian, atau research group untuk ditindaklanjuti lebih mendalam oleh mahasiswa yang sedang menempuh skripsi atau tesis.

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



Gambar 2.1. Bagan tahapan pelaksanaan pembelajaran berbasis riset menurut Dafik (dalam Suntusia, 2018)

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

Tabel 2.1 Tujuh tahapan RBL menurut Peter Tremp (2010)

No	Fase	Kegiatan
1	<i>Formulating a general question</i>	Memberikan formula berupa suatu permasalahan atau topic
2	<i>Overview of research-literature</i>	Mengkaji referensi materi yang dari berbagai literatur
3	<i>Defining the question</i>	Merumuskan hipotesis
4	<i>Planning research activities, clarifying methods / methodologies</i>	Menjelaskan metode penelitian

No	Fase	Kegiatan
5	<i>Undertaking investigation, analyzing data</i>	Melakukan observasi ke sekolah dan menganalisis agar memperoleh data untuk diselidiki
6	<i>Interpretation and consideration of results</i>	Analisis data dan mempertimbangkannya melalui diskusi kelompok
7	<i>Report and presentation of result</i>	Membuat laporan dan mempresentasikannya

Sedangkan sintak model *Research Based Learning* menurut Arifin (2010), yaitu ada tiga pengelompokan langkah utama yang harus ada dalam tahapan penelitian berbasis riset, yaitu: RBL dengan menggunakan pengembangan sintaksis sebagai berikut:

1. *Exposure stage*, meliputi:

- a) Tahap pengenalan, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu: (a) Dosen membagi siswa dalam beberapa kelompok, (b) Pembagian LKS mengenai materi pembelajaran yang akan dipelajari, (c) Mahasiswa memperhatikan dosen dalam mengenalkan LKS yang telah diberikan
- b) Tahap pemberian referensi, pelaksanaan pembelajaran pada tahap ini meliputi beberapa kegiatan yakni pemberian referensi (pengetahuan awal) serta pengarahan kepada siswa untuk mengemukakan hipotesis.

2. *Experience stage*, meliputi:

- a) Tahap tindakan, merupakan tahap inti dalam pembelajaran RBL. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi bimbingan untuk melaksanakan riset sesuai langkah LKS.
- b) Tahap diskusi, pelaksanaan diskusi bersama kelompok yang telah dibentuk pada tahap awal pembelajaran dimana mahasiswa diarahkan untuk menulis hasil riset pada lembar yang disediakan di tiap kegiatannya sesuai waktu yang diatur dosen.

3. *Capstone stage*, meliputi:

- a) Presentasi, pada tahap ini mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, memberikan tanggapan presentasi kelompok lain, mengumpulkan LKS, serta bersama dosen mengevaluasi jalannya riset.
- b) Laporan Akhir/ *Final Report*, yaitu kegiatan pengaitan hipotesis dan penyimpulan materi yang telah dipelajari.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, peneliti menyimpulkan langkah-langkah *research based learning* dengan menggunakan pengembangan sintak RBL menurut Arifin, adalah sebagai berikut:

1. *Exposure stage*, meliputi:

- a) Tahap pengenalan, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu: dosen membagi mahasiswa ke dalam beberapa kelompok serta pembagian LKM oleh dosen.
- b) Tahap pemberian referensi, kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah pemberian referensi atau pengetahuan awal serta pengarahan kepada mahasiswa untuk mengemukakan hipotesis.

2. *Experience stage*, meliputi:

- a) Tahap tindakan, merupakan inti dalam tahap pelaksanaan RBL. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi bimbingan untuk melaksanakan riset sesuai langkah-langkah yang telah dituliskan di LKM.
- b) Tahap diskusi, pelaksanaannya dilakukan oleh mahasiswa bersama teman sekelompoknya yang telah ditentukan pada tahap awal pembelajaran. Mahasiswa diarahkan untuk menulis hasil riset pada lembar yang disediakan di setiap kegiatannya.

3. *Capstone stage*, meliputi:

- a) Presentasi, mahasiswa melakukan paparan hasil diskusi, memberikan tanggapan terhadap presentasi kelompok lain, mengumpulkan LKM, serta bersama dengan dosen mengevaluasi jalannya riset.
- b) Laporan akhir, yaitu kegiatan pengaitan hipotesis dan penarikan kesimpulan dari materi yang telah dipelajari.

Selain itu, peneliti juga menyajikan turunan dari sintaksis *research based learning* dalam materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring* sebagai berikut:

- 1) mahasiswa memahami masalah yang diberikan terkait dengan materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan mengembangkan strategi pemecahan masalah yang bersumber dari beberapa informasi yang relevan;
- 2) mahasiswa membuat solusi dan mulai menggeneralisasi berdasarkan karakteristik *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- 3) mahasiswa melakukan nalisis pada generalisasi karakteristik *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan mampu menyelesaikan masalah terkait dengan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- 4) mahasiswa melakukan analisis sistematis untuk mengembangkan interpretasi terhadap karakteristik *r-dynamic local irregularity vertex coloring* yang muncul dalam masalah kehidupan sehari-hari;
- 5) mahasiswa mengembangkan laporan kegiatan *research based learning* terkait dengan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

2.2 Perangkat yang dikembangkan

2.2.1 Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan media yang membantu siswa dalam memahami suatu konsep. Sedangkan menurut Trianto (2007) LKS dapat didefinisikan sebagai panduan siswa yang digunakan untuk kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah (Trianto, 2007:73). LKS biasanya digunakan oleh seorang guru maupun dosen untuk mempermudah siswa memahami konsep tertentu dari sebuah materi atau informasi yang disampaikan. Sedangkan menurut Hidayah dan Sugiarto (2006: 8) LKS merupakan salah satu jenis alat bantu pembelajaran. LKS terdiri dari lembaran berisi tugas untuk siswa yang bisa diselesaikan dengan atau tanpa bantuan guru. Dalam LKS juga berisi berbagai macam ringkasan, petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah yang disajikan pada lembar kerja tersebut. Dahar (2011: 110) mengungkapkan bahwa lembar kegiatan siswa adalah lembar kegiatan yang berisikan informasi

dan instruksi dari guru atau dosen kepada siswa agar dapat mengerjakan suatu aktivitas belajar secara mandiri melalui praktik atau penerapan hasil belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Berdasar uraian tersebut maka dapat disimpulkan LKS merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang digunakan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami suatu materi yang disampaikan oleh guru atau dosen yang didalamnya berisi ringkasan, petunjuk dan langkah-langkah untuk membantu menyelesaikan suatu permasalahan.

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

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

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

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

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

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

a) LKS membantu siswa menemukan konsep

Pada LKS bentuk ini menggunakan prinsip konstruktivisme sehingga LKS bentuk ini memuat sesuatu yang harus dilakukan oleh siswa yang meliputi melakukan, mengamati dan menganalisis.

b) LKS membantu siswa menerapkan dan mengintegrasikan konsep yang telah ditemukan

Pada kegiatan pembelajaran siswa terlebih dahulu diberikan materi dan menemukan konsep suatu materi sehingga LKS bentuk ini akan melatih siswa menerapkan konsep yang dimilikinya dalam kehidupan sehari-hari.

c) LKS sebagai penuntun siswa belajar

LKS bentuk ini berisi pertanyaan atau isian yang semua jawabannya ada di dalam buku siswa sehingga siswa perlu membaca buku terlebih dahulu. Fungsi utama dari LKS bentuk ini yaitu membantu siswa memahami materi yang telah dipelajarinya melalui buku.

d) LKS berfungsi sebagai penguatan

LKS bentuk ini digunakan untuk pendalaman dan penerapan suatu materi pembelajaran yang terdapat pada buku pelajaran.

e) LKS sebagai petunjuk praktikum

Dalam LKS sebagai petunjuk praktikum isi dari LKS ini yaitu petunjuk praktikum yang akan dilakukan siswa. LKS bentuk ini digunakan jika ada materi yang memerlukan praktikum.

2.2.2 Tes Hasil Belajar

Dalam dunia pendidikan tes hasil belajar merupakan kegiatan yang biasa dilakukan atau diberikan oleh guru setelah menyelesaikan materi. Penilaian atau tes hasil belajar berfungsi melihat perkembangan yang sudah dicapai oleh seseorang pada suatu program pengajaran. Biasanya tes hasil belajar digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui hasil belajar siswa. Menurut Trianto

(2007:76) tes hasil belajar adalah butir tes yang digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah mengikuti kegiatan belajar mengajar. Tes hasil belajar merupakan salah satu cara memperoleh data untuk mengetahui hasil yang telah dicapai siswa. Hasil belajar juga bagian yang penting dalam pembelajaran sebab hasil belajar pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku sebagai hasil dari proses belajar yang mencakup kognitif, afektif dan psikomotor (Sudjana, 2009: 3). Sedangkan menurut Dimiyati, dkk (2006) menyatakan hasil belajar adalah hasil interaksi belajar sebagai puncak proses belajar dan mengajar sebagai akhir dari proses evaluasi hasil belajar. Berdasarkan uraian tersebut disimpulkan tes hasil belajar merupakan butir tes yang digunakan untuk mengetahui hasil perubahan tingkah laku siswa berdasarkan pengalaman siswa setelah melakukan proses belajar yang mencakup kognitif, afektif dan psikomotor.

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

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

pada kelompok tertentu yang sesuai dengan bakat dan minat yang dimilikinya. Sedangkan berdasar pelaksanaannya tes dikelompokkan menjadi tiga antara lain : (1) tes tertulis yang menggunakan kertas dan alat tulis sebagai instrumen utamanya ; (2) tes lisan merupakan tes yang dilakukan melalui wawancara atau berbicara tatap muka antara guru dengan siswa dan (3) tes perbuatan lebih menekankan pada pelaksanaan perbuatan siswa dalam melakukan suatu pekerjaan. Tes hasil belajar juga dikelompokkan berdasarkan bentuk soal dan kemungkinan jawaban terdiri dari 1) tes esai yang tersusun dari pertanyaan yang jawaban dari setiap pertanyaan tersebut siswa susun dan organisasikan menggunakan bahasa sendiri ; 2) tes objektif merupakan tes yang memiliki jawaban alternatif berupa benar-salah, pilihan ganda, menjodohkan, dan analisa hubungan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tes hasil belajar memiliki berbagai macam bentuk / jenis tergantung dari kebutuhan yang diperlukan dan juga tergantung pada fungsinya masing-masing.

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

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

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

- d) Petunjuk pada soal harus jelas;
- e) Tingkat kesulitan sesuai dengan kompetensi mahasiswa.

2.3 Combinatorial Thinking

Proses berpikir kombinatorial adalah aspek khusus dari pemikiran matematis. Proses berpikir kombinatorial erat kaitannya dengan usaha siswa dalam memecahkan masalah, salah satunya yaitu memecahkan masalah matematika (Grauman 2002). Pemikiran kombinatorial yaitu sebagai cara untuk memecahkan masalah. Peserta didik harus menggunakan pemikiran kombinatorik dan menemukan cara yang sistematis untuk memastikan bahwa semua kemungkinan telah dibahas.

Menurut Karplus (dalam Nur, 2013) kemampuan kombinatorial adalah kemampuan yang ditandai dengan siswa dapat menyusun objek dengan objek lain berdasarkan syarat yang diberikan serta mampu mempertimbangkan hal yang mungkin dan yang tidak mungkin. Sedangkan menurut Widiyastuti dan Suci (2017), kemampuan berpikir kombinatorial adalah salah satu kemampuan dalam perkembangan kognitif pada tahap operasional formal yang ditandai dengan siswa dapat mempertimbangkan seluruh alternative cara penyelesaian yang mungkin dalam situasi tertentu.

Rezaie (2011), mengidentifikasi empat level dalam proses berpikir kombinatorial. Adapun level tersebut adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi beberapa masalah

Pada level ini peserta didik di harapkan menemukan dengan lebih teliti permasalahan yang disajikan dalam soal. Peserta didik mulai memahami permasalahan yang terdapat dalam soal. Misalnya dalam penelitian ini mengambil materi pewarnaan titik dinamis pada graf maka peserta didik digarapkan sudah mengetahui kardinalitas titik dan sisi dari graf yang dimaksud.

2. Pemahaman kembali masalah yang di temukan

Level ini mengharapakan peserta didik agar lebih memahami permasalahan yang telah di temukannya pada tahap pertama. Pada level ini

peserta didik sudah mempunyai pemahaman untuk mencoba menyelesaikan soal meski belum sempurna. Misalnya ketika diminta untuk memberikan pewarnaan pada graf beserta fungsinya maka peserta didik sudah mampu memberikan warna sesuai dengan definisi yang di maksud pada graf tersebut.

3. Pemaparan masalah dengan sistematis

Pada level ini peserta didik diharapkan dapat memaparkan masalah yang telah ditemukan dan menuliskannya dengan sistematis. Peserta didik juga sudah mampu menyelesaikan dan menemukan solusi dari permasalahan yang terdapat dalam soal. Misalnya peserta didik telah mampu menemukan pewarnaan titik dinamis beserta fungsinya secara utuh untuk sebuah graf tertentu.

4. Pengubahan masalah menjadi permasalahan kombinatorial lain

Pada level ini peserta didik di harapkan mampu mengubah soal yang di terima menjadi penyelesaian dalam masalah kombinatorial lain. Peserta didik mampu menjelaskan tahap penyelesaiannya secara sistematis sesuai dengan konsep yang ada. Sehingga, pada tahap ini peserta didik tidak hanya mampu menyelesaikan soal, namun peserta didik juga mampu memberikan penjelasan dari hasil penyelesaiannya.

Kombinatorik adalah salah satu bidang matematika yang berkaitan dengan perhitungan, baik sebagai sarana dan tujuan dalam memperoleh hasil dan karakterisasi properti dari struktur terbatas (Dafik 2018). Graumann (2002) menganggap *combinatorial thinking* sebagai alat untuk memecahkan masalah. Dalam pandangan tersebut, *combinatorial thinking* adalah aspek khusus dari pemikiran matematika.

Menurut Dafik (2018) terdapat lima faktor yang mempengaruhi keterampilan *combinatorial thinking*, dimana masing-masing indikator memiliki beberapa indikator yang berbeda. Indikator dan sub indikator dari *combinatorial thinking* disajikan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2. Indikator yang Mempengaruhi Kemampuan Berpikir Kombinatorial

Indikator	Sub Indikator
Mengidentifikasi beberapa kasus	a. Mengidentifikasi properti/ karakter-ristik dari masalah b. Menerapkan beberapa kasus
Mengenali pola dari semua kasus	a. Mengidentifikasi pola dari penyelesaian kasus b. Memperluas pola dari penyelesaian kasus yang diperoleh
Mengeneralisasi semua kasus	a. Menerapkan simbolisasi matematika b. Menghitung kardinalitas c. Mengembangkan algoritma
Membuktikan secara matematis	a. Melakukan perhitungan argumen b. Menguji algoritma c. Mengembangkan sebuah bijeksi d. Menguji bijeksi e. Menerapkan pembuktian induktif, deduktif, dan kualitatif
Mempertimbangkan dengan masalah kombinatorial lain	a. Melakukan interpretasi b. Mengusulkan masalah terbuka c. Mengetahui masalah kombinatorial baru d. Menemukan aplikasi yang potensial

Berdasarkan uraian mengenai indikator proses berpikir kombinatorial tersebut dapat dirumuskan indikator-indikator yang akan di gunakan dalam penelitian ini dengan pengembangan indikator tersebut berdasarkan pendapat Dafik (2018) dan disesuaikan dengan materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

Tabel 2.3. Pengembangan Indikator Kemampuan Berpikir Kombinatorial

Faktor	Indikator	Pengembangan Indikator berdasarkan Materi <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
Mengidentifikasi beberapa kasus	a. Mengidentifikasi properti/ karakter-ristik dari masalah	Memahami konsep dasar dari <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> .

Faktor	Indikator	Pengembangan Indikator berdasarkan Materi <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
	b. Menerapkan beberapa kasus	Menerapkan konsep awal yang telah dipahami mahasiswa pada graf sederhana.
Mengenali pola dari semua kasus	a. Mengidentifikasi pola dari penyelesaian kasus b. Memperluas pola dari penyelesaian n kasus yang diperoleh	Mengetahui pola pewarnaan graf berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> . Melakukan ekspansi graf sebelumnya berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> .
Mengeneralisasi semua kasus	a. Menerapkan simbolisasi matematika b. Menghitung kardinalitas c. Mengembangkan algoritma	Memberikan simbol pada graf. Menghitung kardinalitas dari suatu graf. Menghitung kardinalitas dari suatu graf yang diekspan.
Membuktikan secara matematis	a. Melakukan perhitungan argumen b. Menguji algoritma c. Mengembangkan sebuah bijeksi d. Menguji bijeksi	Menentukan kardinalitas dari suatu graf yang diekspan sebanyak n . Membuktikan kardinalitas yang telah ditemukan. Membuat fungsi titik, fungsi sisi, dan fungsi bobot suatu graf berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> . Menguji fungsi titik, fungsi sisi, dan fungsi bobot suatu graf berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> .

Faktor	Indikator	Pengembangan Indikator berdasarkan Materi <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
Mempertimbangkan dengan masalah kombinatorial lain	e. Menerapkan pembuktian induktif, deduktif, dan kualitatif	Membuktikan fungsi titik, fungsi sisi, dan fungsi bobot suatu graf berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> .
	a. Melakukan interpretasi	Menjelaskan alur pengerjaan tes yang telah diberikan.
	b. Mengusulkan masalah terbuka	Menemukan masalah terbuka yang berkaitan dengan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> .
	c. Mengetahui masalah kombinatorial baru	Mengetahui masalah kombinatorial baru yang berkaitan dengan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
	d. Menemukan aplikasi yang potensial	Menentukan aplikasi pewarnaan graf berdasarkan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> dalam kehidupan sehari – hari.

2.4 *r-dynamic local irregularity vertex coloring*

Pewarnaan titik *r*-dinamis ketakteraturan lokal merupakan perluasan konsep dari perwanaan titik ketakteraturan lokal. Definisi pewarnaan titik *r*-dinamis ketakteraturan lokal dikembangkan dari defnisi pada pewarnaan titik ketakteraturan lokal yang dikombinasikan dengan kondisi atau syarat pada pewarnaan titik *r*-dinamis.

Misalkan $l: V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ merupakan fungsi label dan fungsi bobot $w: V(G) \rightarrow N$ didefinisikan sebagai $w(u) = \sum_{v \in N(u)} l(v)$. Fungsi w disebut pewarnaan titik *r*-dinamis ketakteraturan lokal jika:

- i. $\max(l) = \min \{\max \{l_i\}; l_i \text{ adalah fungsi label,}$
- ii. untuk setiap $uv \in E(G)$, $w(u) \neq w(v)$,

- iii. untuk setiap $v \in V(G)$, $|w(N(v))| \geq \min\{r, d(v)\}$.



Gambar 2.2 Graf Tb_5

Tabel 2.4. Bobot titik untuk graf Tb_5 pada saat $r = 1$

Mencari Bobot Titik	
$W(x_1)$	$1+2 = 3$
$W(x_2)$	$1+2 = 3$
$W(x_3)$	$1+2 = 3$
$W(x_4)$	$1+2 = 3$
$W(x)$	$1+1+1+1+2=6$
$W(y)$	$1+1+1+1+1=5$

Jadi, r -dynamic local irregularity vertex coloring untuk $r= 1$ memiliki $\chi_r^{lis}(Tb_5) = 3$

2.5 Penelitian Terdahulu

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

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu terkait *Research Based Learning*

Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
No	Aspek Pembeda	Slameto	Hassan Asy Syaibani
			Ika Nur Maylisa

No	Aspek Pembeda	Penelitian Terdahulu		Penelitian Sekarang
		Slameto	Hassan Asy Syaibani	Ika Nur Maylisa
1	Pelajaran/ Materi	<i>Assesment</i> pembelajaran SD	Pewarnaan graf <i>rainbow connection</i>	<i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
2	Judul	Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Riset Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Aras Tinggi	Pengembangan perangkat pembelajaran <i>research based learning</i> untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif mahasiswa pada materi <i>rainbow connection</i>	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis <i>Research Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Kombinatorial Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>
3	Variabel Penelitian	Model <i>RBL</i> , keterampilan berpikir aras tinggi	Metode <i>RBL</i> , kemampuan berpikir kreatif	Metode <i>RBL</i> , keterampilan berpikir kombinatorial
4	Subjek Penelitian	Mahasiswa PGSD di Universitas Kristen Satya Wacana yang berjumlah 37 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember berjumlah 64 mahasiswa	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Universitas Jember berjumlah 71 mahasiswa
5	Metode Penelitian	<i>Research dan Development</i>	<i>Research dan Development</i>	<i>Mixed Method</i>
6	Hasil Penelitian	Perangkat Pembelajaran yang	Perangkat Pembelajaran yang	Nantinya penelitian akan menghasilkan

No	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Aspek Pembeda	Slameto	Hassan Asy Syaibani	Ika Nur Maylisa
		dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran didapat tingkat berfikir aras mahasiswa kategori rendah sebesar 12,8%, kategori sedang 55,3% dan tinggi sebesar 31,9%	dikembangkan memenuhi kriteria praktis dan efektif. Hasil penerapan perangkat pembelajaran di dapat tingkat berfikir kreatif mahasiswa level 2 sebesar 18,75%, level 3 sebesar 6,25% dan level 4 sebesar 75%. Dalam penerapan metode RBL ini, juga didapat sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan pewarnaan rainbow connection, dimana temuan dari mahasiswa tersebut akan dimasukkan dalam sebuah monograf.	perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria praktis dan efektif. Kemudian penerapan metode <i>RBL</i> nantinya didapatkan sebuah hasil temuan mahasiswa berupa graf dengan <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i> , dimana temuan dari mahasiswa akan dimasukkan dalam sebuah monograf.

2.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian sampai terbukti melalui data yang terkumpul (Arikunto, 2016: 64). Jadi, dalam suatu penelitian hipotesis berfungsi sebagai jawaban sementara terhadap masalah yang akan diteliti atau merupakan dugaan awal yang

belum diketahui kebenarannya. Berdasarkan rumusan masalah dan tinjauan pustaka yang telah diuraikan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah: “Perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* berpengaruh terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada graf khusus”.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Definisi Operasional

Penelitian ini memiliki tiga variabel antara lain:

1. keterampilan kombinatorial, merupakan sebuah keterampilan berpikir yang memungkinkan pebelajar mampu untuk menginvestigasi beberapa kasus dalam masalah graf, membuat dugaan sementara untuk setiap kasus yang identik, membuktikan hasil dugaan dengan membuat hipotesis untuk kasus identik graf, menggunakan hasil generalisasi untuk menghubungkan pada masalah kombinatorik yang berbeda dengan kasus sebelumnya. Penggunaan berpikir kombinatorial diterapkan dalam kemampuan mahasiswa dalam menemukan pewarnaan titik ketakteraturan lokal dinamis dalam graf yang sudah ditemukan maupun graf baru dengan pewarnaan yang optimal;
2. pembelajaran *research based learning* merupakan salah satu metode pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa sehingga peserta didik dapat mengembangkan kemampuannya dalam menemukan;
3. *r-dynamic local irregularity vertex coloring* merupakan penggabungan definisi *local irregular* dan pewarnaan titik *r*-dinamis. *r-dynamic local irregularity vertex coloring* memiliki definisi yaitu misalkan $l: V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ merupakan fungsi label dan fungsi bobot $w: V(G) \rightarrow N$ didefinisikan sebagai $w(u) = \sum_{v \in N(u)} l(v)$. Fungsi w disebut pewarnaan titik *r*-dinamis ketakteraturan lokal jika: (1) $\max(l) = \min \{\max \{l_i\}\}$; l_i adalah fungsi label, (2) untuk setiap $uv \in E(G)$, $w(u) \neq w(v)$, (3) untuk setiap $v \in V(G)$, $|w(N(v))| \geq \min\{r, d(v)\}$.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *mix method* yaitu pendekatan multimetode. Multimetode merupakan gabungan metode penelitian kualitatif dan

kuantitatif. Metode yang digunakan adalah *sequential exploratory design* yang merupakan penelitian kombinasi dengan pengumpulan dan analisis data kualitatif pada tahap pertama sedangkan pada tahap kedua diikuti dengan pengumpulan data dan analisis data kuantitatif untuk membuat kesimpulan hasil penelitian pada tahap pertama. Apabila metode kuantitatif dan kualitatif tidak digunakan bersama dan hasilnya tidak cukup akurat untuk memahami permasalahan pada penelitian, maka dengan menggunakan *mix method* akan memperoleh pemahaman yang terbaik.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa lembar kerja mahasiswa (LKM), tes aktifitas riset (TAR) dan monograf serta mengetahui perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah perangkat pembelajaran matematika. Penelitian pengembangan perangkat ini mengacu pada model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini *research and development (R&D)*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini berdasarkan *research based learning*. Produk pendidikan yang dikembangkan pada penelitian ini adalah Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), monograf dan tes aktifitas riset yang di dalamnya mencakup tes keterampilan kombinatorial.



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

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

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

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada model pengembangan 4-D dari Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan yaitu *define* (pendefinisian), tahap *design* (perancangan), tahap *develop* (pengembangan), dan tahap *disseminate* (penyebaran). Adapun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

3.4.1 Tahap Pengembangan Perangkat

1. Tahap *define* (pendefinisian)

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

- a) Analisis awal-akhir bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah yang ada dalam kegiatan pembelajaran. Tahap ini peneliti melakukan telaah kurikulum serta teori yang sesuai dengan tuntutan jaman sehingga diperoleh deskripsi pembelajaran yang dianggap sesuai dengan berbagai tuntutan yang ada. Berdasarkan analisis tersebut maka peneliti memilih kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dengan menggunakan model pembelajaran *research based learning*. Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa.
- b) Analisis mahasiswa bertujuan untuk melakukan telaah pada karakteristik mahasiswa misalnya kemampuan mahasiswa, usia dan motivasi terhadap materi yang telah dipilih. Tujuannya agar peneliti memiliki pertimbangan terkait dengan kemampuan, pengalaman dan ciri dari mahasiswa secara individu maupun kelompok. Berdasarkan hasil analisis mahasiswa maka perangkat pembelajaran yang dikembangkan berbasis RBL. Dalam penelitian ini subyek yang diuji coba adalah mahasiswa S1 Pendidikan

Matematika, Universitas Jember yang menempuh mata kuliah matematika diskrit.

- c) Analisis konsep melakukan penyusunan terkait dengan sistematika konsep-konsep tentang materi yang akan dipelajari oleh mahasiswa berdasarkan analisis awal-akhir yang telah dibuat. Tujuan dari analisis konsep yaitu menentukan isi dari materi yang akan disampaikan.
- d) Analisis tugas yaitu mengidentifikasi keterampilan utama yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran untuk memahami suatu konsep namun tetap sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Tujuannya adalah mengidentifikasi keterampilan atau tugas utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran namun tetap sesuai dengan kurikulum yang ada.
- e) Spesifikasi tujuan pembelajaran untuk menentukan atau merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh mahasiswa. Rumusan tujuan pembelajaran diperoleh dari analisis tugas dan analisis konsep. Rincian tujuan pembelajaran tersebut yang menjadi dasar dalam penyusunan tes aktivitas riset dan rancangan perangkat pembelajaran.

2. Tahap *design* (perencanaan)

Tahap ini bertujuan merancang perangkat pembelajaran yang akan digunakan sehingga diperoleh contoh perangkat pembelajaran (prototipe). Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*, yang berbasis RBL guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan kombinatorial. Tahap perancangan (Hobri, 2010) terdapat empat langkah yaitu :

- a) Penyusunan tes sebagai acuan dasar yang dalam penelitian ini berupa tes aktivitas riset pada materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Penyusunan tes ini didasari pada tugas dan analisis konsep yang telah dijabarkan dalam perumusan tujuan pembelajaran. Untuk menyusun tes aktivitas riset maka terlebih dahulu dibuat kisi-kisi soal dan acuan penskoran. Skor yang digunakan adalah penilaian acuan patokan (PAP) sebab PAP mengorientasikan tingkat kemampuan mahasiswa terhadap

materi yang akan dites sehingga diperoleh skor yang menggambarkan presentase kemampuan dari mahasiswa tersebut.

- b) Pemilihan media merupakan langkah yang dilakukan untuk menentukan media yang tepat dengan materi yang telah dipilih. Proses memilih media akan disesuaikan dengan analisis tugas, analisis konsep dan karakteristik mahasiswa secara individu maupun kelompok. Media yang tepat akan mendukung berhasilnya kegiatan pembelajaran.
- c) Pemilihan format adalah langkah berkaitan dengan pemilihan media yang bertujuan merancang isi, pemilihan strategi pembelajaran dan sumber belajar sebagai pendukung kegiatan pembelajaran.
- d) Perancangan awal adalah seluruh rancangan perangkat pembelajaran harus dikerjakan sebelum diujicoba. Adapun perangkat pembelajaran berupa rencana pembelajaran semester (RPS), LKM dan tes aktivitas riset. Hasil rancangan pembelajaran yang ditulis pada tahap ini sebagai draf awal.

3. Tahap *develop* (pengembangan)

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

- a) Penilaian para ahli yaitu penilaiah seorang ahli terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada tahap perancangan mencakup format, bahasa, ilustrasi, dan isi. Hasil dari validasi tersebut akan direvisi agar lebih efektif dan memiliki kualitas yang lebih baik.
- b) Uji coba lapangan dilakukan agar memperoleh masukan langsung terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Uji coba dilakukan hingga memperoleh perangkat yang konsisten dan efektif.

4. Tahap *desseminate* (penyebaran)

Tahap ini menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar misal dikelas yang belum dilakukan

uji coba atau di universitas lain oleh dosen yang lain. Hal tersebut bertujuan mengetahui keefektifan perangkat yang telah dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran serta mendapatkan masukan, koreksi, saran, penilaian untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan.

3.4.2 Proses Model Kombinasi (*Mixed Methods*)

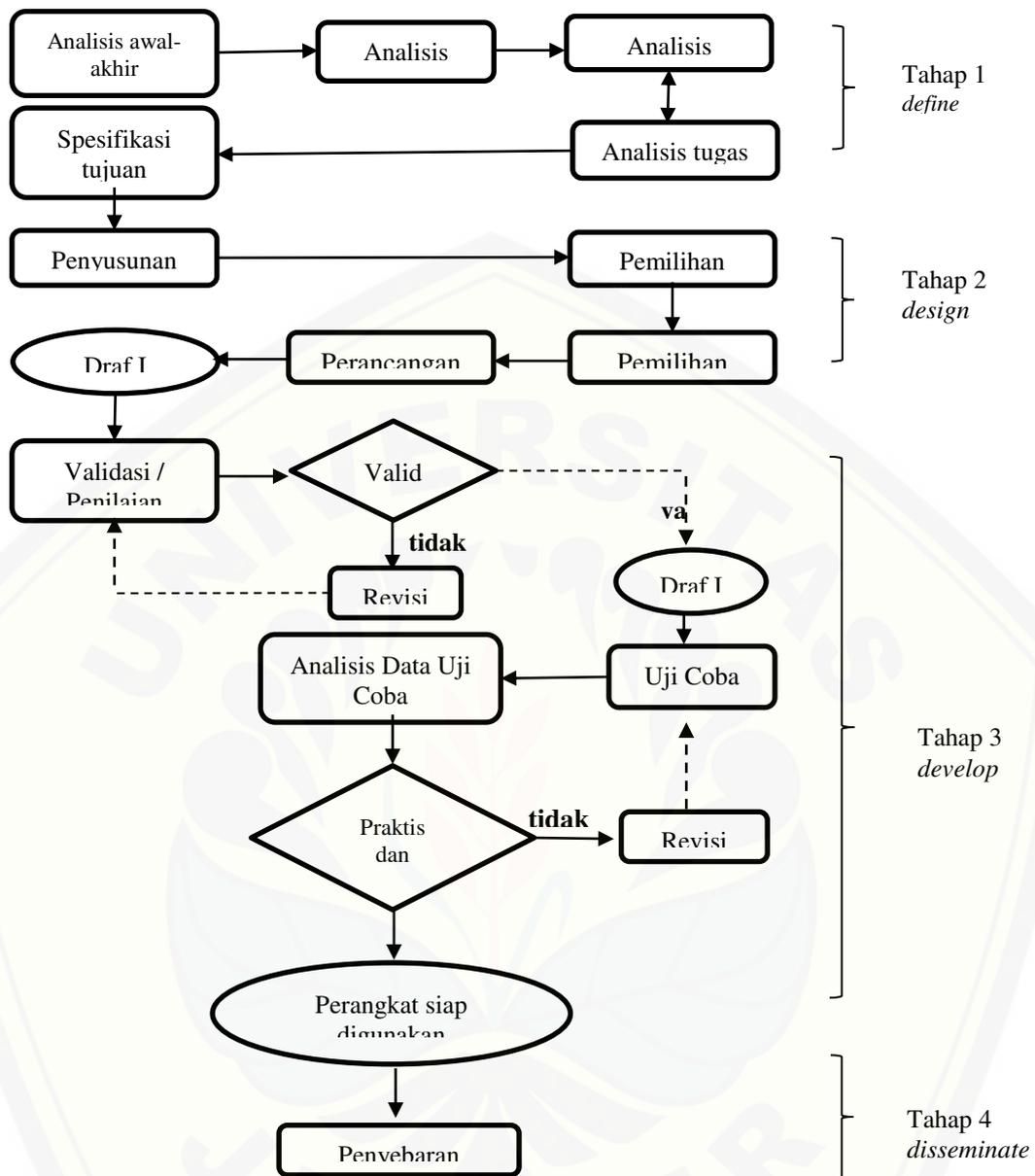
Penelitian ini menggunakan penelitian kombinasi dengan desain *Sequential*. Metode yang digunakan *Sequential Exploratory Design* yang merupakan penelitian kombinasi dengan pengumpulan dan analisis data kualitatif pada tahap pertama sedangkan pada tahap kedua diikuti dengan pengumpulan data dan analisis data kuantitatif untuk membuat kesimpulan hasil penelitian pada tahap pertama. Tahapan pada model kombinasi sebagai berikut:

a) Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh melalui wawancara, questioner dan observasi untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir akibat perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Wawancara juga digunakan untuk mengetahui potret fase mahasiswa. Perangkat pembelajaran yang telah divalidasi oleh validator kemudian diuji coba kepada mahasiswa pada kelas eksperimen dan hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan kelas kontrol .

b) Data Kuantitatif

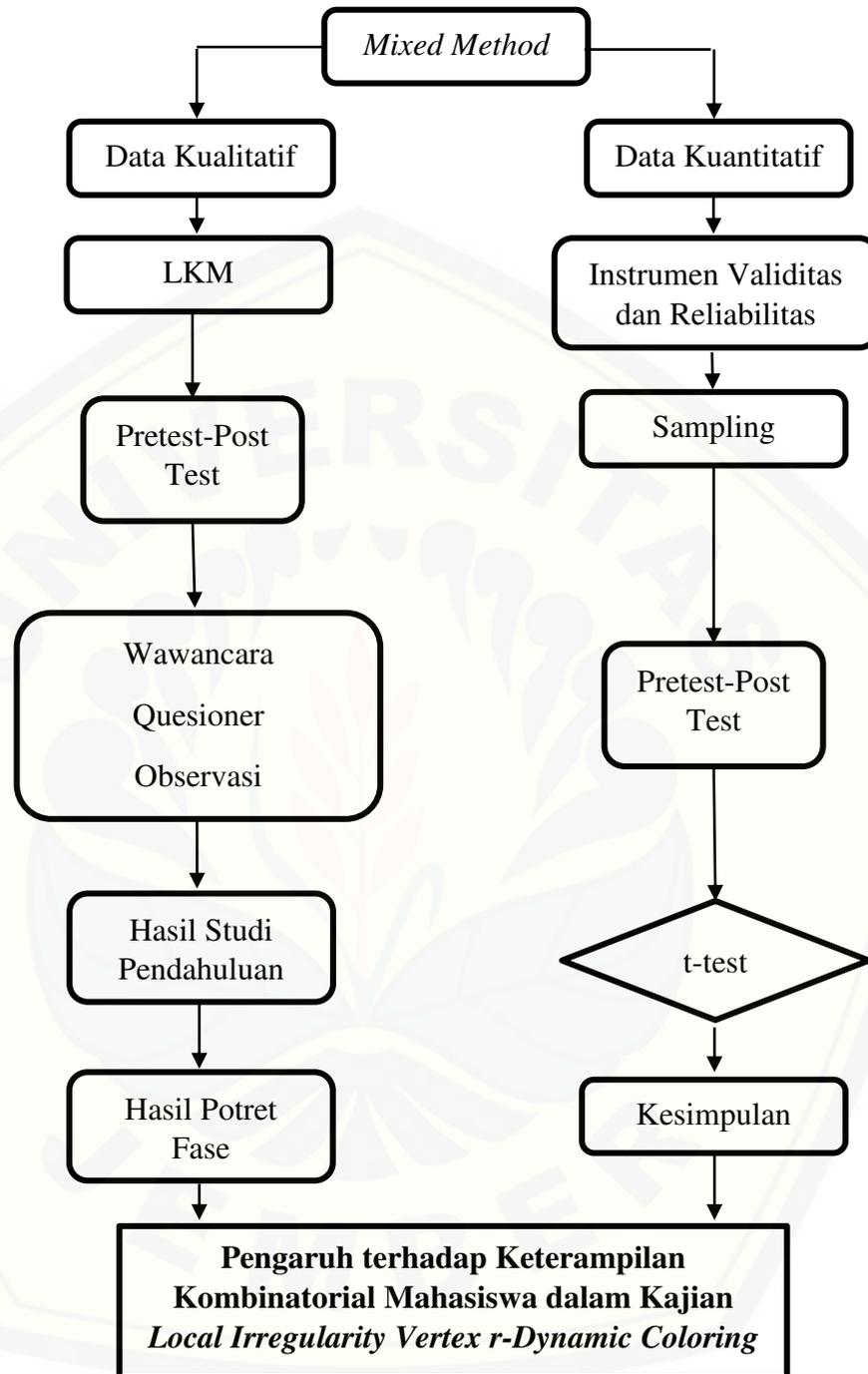
Data kuantitatif diperoleh melalui uji homogenitas dan uji normalitas dari perangkat yang telah dikembangkan dan divalidasi. Berikut tahapan model penelitian kombinasi pada gambar 3.2. dan 3.3.



Gambar 3.2. Tahapan Pengembangan

Keterangan :

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



Gambar 3.3. Tahapan Model Penelitian Kombinasi

3.5 Teknik Pengumpulan Data

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

3.5.1 Validasi perangkat pembelajaran

a) Validasi RPP

Lembar validasi rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berisi tentang komentar dan saran dari ahli (validator) serta penilaian tentang RPP yang telah dibuat. Teknik yang dilakukan yaitu memberikan RPP dan lembar validator untuk diberikan komentar dan saran.

b) Validasi LKM

Lembar validasi LKM merupakan penilaian ahli tentang aspek-aspek yang terdapat pada LKM yang telah dikembangkan. Teknik yang digunakan yaitu validator memberikan penilaian pada lembar validasi agar LKM yang dikembangkan dapat diketahui kevalidannya.

c) Validasi tes aktivitas riset

Lembar validasi digunakan untuk mengukur kevalidan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Lembar validasi pada penelitian ini meliputi lembar validasi lembar kerja mahasiswa (LKM) yang berbasis *research based learning*. Teknik yang digunakan untuk memperoleh data terkait kevalidan perangkat pembelajaran adalah meminta para ahli untuk memberikan penilaian terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

d) Validasi monograf

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

3.5.2 Pengamatan keterlaksanaan Pembelajaran

Pengamat akan memberikan penilaiannya terhadap pelaksanaan pembelajaran secara langsung di kelas, data yang dihasilkan adalah skor tentang keterlaksanaan modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Teknik yang

digunakan yaitu pengamat diberi modul pembelajaran dan lembar pengamatan untuk kemudian memberikan penilaiannya. Penilaian yang diberikan oleh pengamat digunakan menilai kepraktisan dari modul pembelajaran yang telah dikembangkan.

3.5.3 Tes Aktivitas Riset (TAR)

Data yang diperoleh akan dianalisis dan digunakan sebagai acuan untuk menilai tercapai tidaknya pengembangan perangkat pembelajaran yang efektif serta untuk merevisi perangkat tes aktivitas riset jika terdapat hal yang perlu diperbaiki. Jenis tes yang digunakan adalah jenis tes keterampilan kombinatorial mahasiswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada definisi operasional.

3.5.4 Angket Respon

Angket ini bertujuan untuk mengetahui pendapat mahasiswa mengenai materi pembelajaran. Data yang diperoleh dari angket ini digunakan untuk mengetahui kriteria keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan

3.5.5 Angket Keterbacaan

Angket keterbacaan dalam penelitian ini terdiri atas komentar dan saran perbaikan terhadap LKM dan TAR yang telah dikembangkan. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat memperbaiki kata atau kalimat yang kurang dimengerti oleh mahasiswa.

3.5.6 Pengamatan Aktivitas Mahasiswa

Data yang diperoleh dari pengamatan aktivitas mahasiswa yaitu aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Teknik pengumpulan data yaitu pengamat mengisi lembar pengamatan dan menuliskan aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama kegiatan pembelajaran.

3.5.7 Uji Prasyarat

3.5.7.1 Uji Reliabilitas Perangkat

Uji reliabilitas untuk menjamin instrumen yang digunakan konsistensi, stabil dan dependibilitas sehingga bila digunakan berulang kali akan menghasilkan data yang sama. Pengukuran tingkat reliabilitas alat pengumpulan data dalam penelitian ini dengan menggunakan *Alpha*

Cronbrach. Besarnya koefien alpha merupakan tolak ukur dari instrumen digunakan pedoman yang dikemukakan oleh George dan Mallery (1995) sebagai berikut :

Table 3.1. Koefisien alpha oleh George dan Mallery

$0.9 \leq \alpha \leq 1.00$	Sangat Bagus
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Bagus
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Dapat Diterima
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Diragukan
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Jelek
$\alpha < 0.5$	Tidak Dapat Diterima

3.5.7. 2 Uji Homogenitas

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

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

3.5.7.3 Uji Normalitas

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

3.6. Analisis Data

Menurut Hobri (2010) teknik analisis data yang diperoleh dapat dijabarkan sebagai berikut.

3.6.1 Validasi perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dkembangkan terdiri dari Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan Tes Aktivitas Riset (TAR) yang divalidasi oleh dua

validator yaitu dosen pendidikan matematika. Langkah-langkah penentuan nilai rata-rata total aspek kevalidan perangkat pembelajaran adalah sebagai berikut:

a. Melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan ke dalam tabel yang meliputi:

aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_i) untuk masing-masing indikator.

b. Menentukan rata-rata nilai validasi dari semua validator untuk setiap indikator

dengan rumus:

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

c. Menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus

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

d. Menentukan nilai V_a atau nilai rata-rata total dari rerata nilai untuk semua aspek

dengan rumus:

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

Keterangan :

V_a = nilai rerata total untuk setiap aspek

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

Tabel 3.2. Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran

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

V_a adalah nilai penentuan kevalidan

3.6.2 Uji Hipotesis dengan Uji t-test

Uji *paired sample t-test* dalam penelitian ini menggunakan SPSS dengan memasukkan data *pre-tes* dan *post test* kelas yang digunakan eksperimen. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pasangan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1).

H_0 : nilai rata – rata *pretes/postes* tidak ada perbedaan

H_1 : nilai rata – rata *pretes/postes* ada perbedaan

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

3.6.3 Analisis Data Kepraktisan Perangkat

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

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

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

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

Tabel 3.3. Kriteria Data Hasil Observasi Aktivitas Dosen

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

Diadaptasi dari Cahyanti(2016)

3.6.4. Analisis Data Keefektifan Perangkat

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

a. Analisis Data Hasil Belajar

Langkah-langkah untuk menganalisis hasil belajar sebagai berikut:

1. Melakukan rekapitulasi skor masing-masing mahasiswa
2. Menentukan kategori ketuntasan belajar mahasiswa, diambil nilai ketuntasan minimum yaitu 80
3. Menghitung banyaknya mahasiswa yang telah tuntas
4. Menentukan ketuntasan klasikal
 - a) Jika $\geq 75\%$ dari jumlah mahasiswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan telah tuntas secara klasikal.
 - b) Jika $< 75\%$ dari jumlah siswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan tidak tuntas secara klasikal.

b. Analisis Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Hasil observasi berupa aktivitas mahasiswa selama kegiatan pembelajaran.

Menurut Cahyanti (2016) sebuah

Sehingga keaktifan mahasiswa dapat dihitung dengan rumus berikut

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

Keterangan :

Ps = presentase keaktifan skor rata-rata hasil observasi

As = jumlah skor yang diperoleh observer

N = jumlah skor maksimal

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

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

Diadaptasi dari Cahyanti (2016)

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas tentang proses pengembangan perangkat yang dilakukan sampai hasil dari penerapan perangkat yang telah dikembangkan tersebut. Perangkat pembelajaran yang dibuat berbasis riset atau lebih dikenal dengan *research based learning* dan bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai pengembangan monograf dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

4.1. Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dilakukan untuk meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *local irregularity vertex r-dynamic coloring* mengacu pada model pengembangan Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan, yaitu tahap *define, design, develop dan disseminate*. Pengembangan perangkat yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa proses, yaitu validasi perangkat yang dilakukan oleh dua dosen FKIP Pendidikan Matematika Universitas Jember. Selain itu, setelah perangkat pembelajaran selesai dikembangkan juga dilakukan uji keefektifan terhadap perangkat pembelajaran tersebut.

4.1.1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap *define* merupakan tahap pertama dalam pengembangan perangkat yang bertujuan untuk menyusun rancangan awal dan menetapkan hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran dengan menganalisis batasan dan tujuan dari suatu materi yang akan disampaikan. Tahap *define* itu sendiri terdiri dari empat langkah, yaitu:

a) Analisis awal-akhir

Analisis awal yang dilakukan pada tahap *define* untuk menetapkan dasar permasalahan yang diperlukan dalam pengembangan perangkat pembelajaran

sehingga dapat diperoleh solusi alternative dari perangkat pembelajaran yang sesuai.

Berdasarkan hasil analisis awal tersebut diketahui bahwa mahasiswa mendapatkan masalah dalam memahami konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Masalah ini berupa kebingungan dan kerancuan dalam memahami konsep dasar pewarnaannya. Hal ini disebabkan karena ini merupakan materi baru, yaitu pengembangan dari konsep dasar pewarnaan titik. Konsep baru ini sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, sehingga menjadikannya layak untuk dipilih sebagai salah satu materi yang disampaikan di perguruan tinggi. Dalam penyelesaiannya, permasalahan *r-dynamic local irregularity vertex coloring* membutuhkan pemikiran yang aktif dan kreatif, terkhusus keterampilan kombinatorial sangat dibutuhkan dalam penyelesaian permasalahan ini. Sedangkan model pembelajaran yang digunakan dalam melatih keterampilan kombinatorial tersebut adalah pembelajaran berbasis riset atau lebih sering kita kenal dengan istilah *research based learning*.

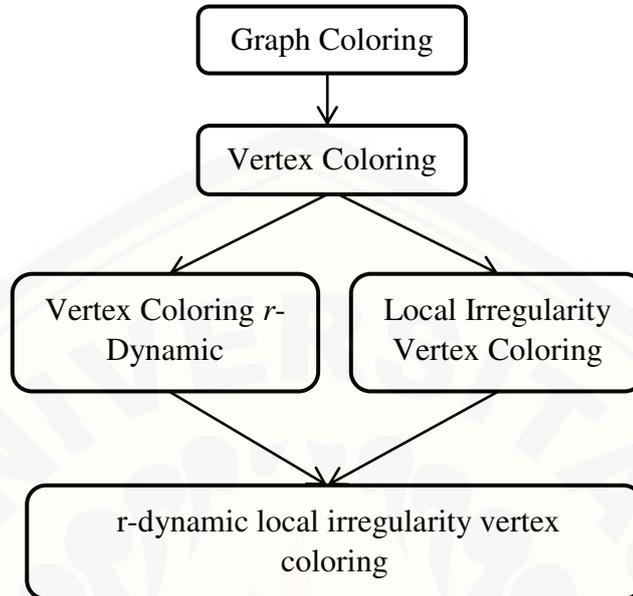
b) Analisis mahasiswa

Analisis pada langkah ini bertujuan untuk melakukan telaah pada karakteristik mahasiswa, misalnya kemampuan mahasiswa secara keseluruhan, usia serta motivasi dan minat mahasiswa terhadap materi yang dipilih. Hal ini bertujuan untuk pertimbangan peneliti terkait kemampuan objek penelitian. Selain itu, berdasarkan analisis ini diharapkan peneliti juga bisa mengetahui pengalaman dan ciri dari objek penelitian (mahasiswa) baik secara individu maupun kelompok. Pada penelitian kali ini, peneliti memilih mahasiswa S1 FKIP Pendidikan Matematika Universitas Jember Semester 3. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan berpusat kepada mahasiswa (*student centered learning*) yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

c) Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan menentukan isi dari materi yang akan disampaikan. Berdasarkan kegiatan analisis awal-akhir yang telah disampaikan

sebelumnya maka hasil analisis konsep mengenai *local irregularity vertex coloring r-dynamic* sebagai berikut:



Gambar 4.1. Peta Konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring*

d) Analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran

Analisis ini bertujuan mengidentifikasi keterampilan atau tugas utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran namun tetap sesuai dengan kurikulum yang ada. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya permasalahan dasar yang digunakan pada pengembangan perangkat yaitu *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Maka tugas atau kemampuan akhir yang harus dicapai mahasiswa adalah mengembangkan *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dari suatu graf. Berdasarkan kemampuan akhir yang harus dicapai mahasiswa maka disusun indikator hasil belajar sebagai berikut:

- 1) mahasiswa berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran dan bekerja sama dalam memahami konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring*,
- 2) mahasiswa dapat menentukan kardinalitas suatu graf,
- 3) mahasiswa dapat menentukan bobot titik suatu graf,
- 4) mahasiswa dapat menentukan λ_{is}^r dari suatu graf,
- 5) mahasiswa dapat menggeneralisasikan fungsi bilangan kromatik dari suatu graf.

4.1.2. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*, yang berbasis *research based learning* guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa. Hasil perencanaan pada masing-masing fase adalah sebagai berikut:

a) Penyusunan tes

Tes atau instrumen penilaian yang akan diberikan pada mahasiswa telah disusun sesuai dengan indikator pembelajaran yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tes yang digunakan adalah tes berbentuk uraian yang berisi aktivitas riset yang terdiri dari langkah-langkah riset untuk menentukan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

b) Pemilihan media

Proses untuk pemilihan media yang sesuai dengan pembelajaran *research based learning* meliputi analisis mahasiswa, analisis konsep dan analisis tugas. Adapun media yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media presentasi berupa program latex yang disajikan melalui monitor, tes akhir riset dan lembar kerja mahasiswa yang di dalamnya terdapat indikator-indikator keterampilan kombinatorial. Tujuan dari lembar kerja mahasiswa tersebut yaitu untuk memahami konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan menemukan *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada graf baru. Pada pengembangan lembar kerja mahasiswa dan pos tes serta media yang digunakan yaitu *microsoft word 2010* dan *microsoft publisher*.

c) Pemilihan format

Adapun penyusunan format yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran yaitu pemilihan format untuk mendesain isi, pemilihan strategi pembelajaran, dan sumber belajar yang digunakan. Pemilihan format yang digunakan untuk pengembangan perangkat juga akan mempertimbangkan hasil analisis materi, analisis tugas, dan analisis mahasiswa. Pada penelitian ini pembelajaran *research based learning* pada materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dipilih sebagai format pembelajaran sebab

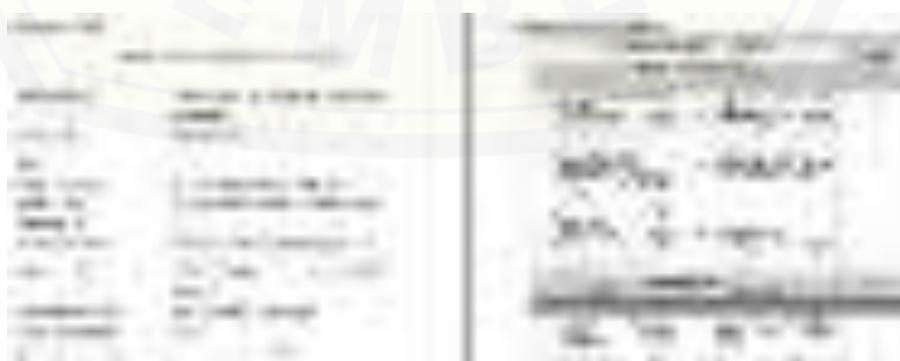
penelitian bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran *research based learning* untuk menganalisis keterampilan kombinatorial mahasiswa.

d) Desain awal

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

1) Rencana Pembelajaran

Rencana pembelajaran semester untuk perkuliahan di dalamnya terdapat satuan acara perkuliahan (SAP) untuk materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Satuan acara perkuliahan dibuat berdasarkan model *research based learning* untuk dua pertemuan dengan alokasi waktu masing-masing pertemuan 2×50 menit. Pada pertemuan terakhir diadakan pos tes untuk materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Berdasarkan satuan acara perkuliahan (SAP) yang telah dibuat pada pertemuan pertama akan membahas tentang kardinalitas dari graf, konsep dasar dari suatu graf, serta konsep dasar dari *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pada proses memahami konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring* mahasiswa akan menemukan sendiri karakteristik dan batasan minimum yang digunakan pada saat mewarnai suatu graf. Pertemuan ke-dua akan membahas tentang menentukan bilangan kromatik dari suatu graf yang telah ditentukan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*-nya. Berikut adalah gambar dari SAP yang telah dikembangkan.



Gambar 4.2. Satuan Acara Perkuliahan

2) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

LKM dibuat sesuai dengan indikator keterampilan kombinatorial yang akan dicapai oleh mahasiswa. LKM dibagi menjadi tiga bagian yaitu LKM 1 yang berisi tentang kardinalitas pada sudutu graf, LKM 2 berisi tentang pemahaman dan penemuan *r*-dynamic local irregularity vertex coloring dan LKM 3 berisi tentang fungsi bilangan kromatik *r*-dynamic local irregularity vertex coloring (λ_{lis}^r). Selain itu LKM ini berfungsi untuk meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa. Desain dari LKM berisi kotak kosong, tabel kosong atau titik-titik yang disediakan untuk memudahkan mahasiswa menuangkan pemikiran yang dimilikinya. Berikut adalah gambar dari LKM yang telah dikembangkan.



Gambar 4.3. Lembar Kerja Mahasiswa

3) Pre-tes dan pos-tes

Pre-tes dan pos-tes yang dikembangkan pada penelitian ini berupa tes aktivitas riset berisi materi yang telah diajarkan menggunakan model *research based learning* untuk mengukur keterampilan kombinatorial mahasiswa. Pre-tes dan pos-tes ini terdiri dari beberapa langkah riset yang akan dikerjakan setiap mahasiswa. Sebelum diuji coba pada mahasiswa, TAR terlebih dahulu divalidasi oleh validator untuk menentukan kelayakan instrumen.



Gambar 4.4. Tes Aktivitas Riset

4) Monograf

Monograf berisi penjelasan tentang konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Bagian awal monograf berisi defeni tentang *r-dynamic local irregularity vertex coloring* kemudian pada bagian isi terdapat beberapa hasil penemuan sebelumnya. Pada monograf juga berisi hasil temuan mahasiswa yang menjadi subjek penelitian. Berikut ini adalah gambar *cover* monograf yang telah dikembangkan.



Gambar 4.5. Monograf

4.1.3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

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

a) Penilaian ahli

Tahapan penilaian dari ahli digunakan sebagai dasar melakukan revisi dan menyempurnakan perangkat pembelajaran yang telah dibuat. Pada penelitian ini validasi dilakukan oleh dua orang validator yang mengacu pada indikator penilaian pada lembar validasi. Validator terdiri dari ahli dalam bidang pembelajaran dan penyusunan lembar kerja mahasiswa serta dosen ahli dalam bidang graf.

Berdasarkan hasil penilaian validator didapatkan penilaian secara umum sebagai berikut:

❖ Validator 1

- 1) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 3) Tes Aktivitas Riset (TAR) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

❖ Validator 2

- 1) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- 3) Tes Aktivitas Riset (TAR) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

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

b) Uji keterbacaan

Uji keterbacaan perangkat pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesesuaian kata atau kalimat yang digunakan dengan tingkat perkembangan mahasiswa dan memperbaiki kesalahan-kesalahan penulisan. Uji keterbacaan dilakukan pada matakuliah kombinatorika oleh mahasiswa kelas pengembangan, yaitu kelas yang tidak dijadikan kelas kontrol maupun kelas eksperimen.

c) Uji Coba

Setelah perangkat pembelajaran divalidasi oleh validator dan direvisi oleh peneliti maka tahapan selanjutnya adalah dilakukan uji coba pada subjek penelitian. Adapun subjek penelitian ini yaitu mahasiswa S1 Pendidikan Matematika semester 3 yang menempuh mata kuliah kombinatorik kelas A dan kelas B masing-masing 41 mahasiswa dan 30 mahasiswa. Kegiatan pembelajaran akan dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan. Kegiatan pembelajaran pada kelas A sebagai kelas eksperimen akan menggunakan model pembelajaran *research based learning*. Pada saat proses pembelajaran ditemani oleh observer tujuannya mengamati aktivitas dosen dan mahasiswa. Hasil uji coba lapangan akan digunakan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran. Hasil uji coba lapangan juga menjadi dasar apakah perangkat pembelajaran masih perlu direvisi untuk kemudian akan diuji cobakan lagi atau perangkat pembelajaran sudah final.

Pada saat penerapan perangkat pembelajaran di kelas, peneliti bertindak sebagai dosen yang melaksanakan uji coba dan didampingi oleh dua observer untuk menilai kegiatan pembelajaran. Observer akan memberikan penilaian melalui lembar observasi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa yang sudah disertai dengan indikator-indikator yang akan diamati. Berdasarkan hasil pengamatan pengelolaan kelas yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran

didapatkan hasil bahwa kegiatan belajar dengan model *research based learning* berjalan dengan cukup baik dan lancar. Mahasiswa dibagi dalam beberapa kelompok dimana satu kelompok terdiri dari 2-3 mahasiswa. Pelaksanaan uji coba dimulai dengan melakukan pretes pada kedua kelas tersebut, kemudian dilanjutkan dengan mengamati dan mengerjakan LKM sesuai dengan petunjuk yang ada. Kegiatan mengerjakan LKM hanya dilakukan oleh kelas A sebab dalam penelitian ini kelas tersebut digunakan sebagai kelas eksperimen. Sementara kelas B akan dilakukan pembelajaran dengan materi yang sama namun dengan model konvensional. Pada akhir kegiatan pembelajaran di kedua kelas tersebut dilakukan pos tes untuk mengukur kemampuan akhir mahasiswa.

4.1.4. Tahap Penyebaran (*Desseminate*)

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

- a) memberikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada lembaga tempat uji coba perangkat;
- b) menyerahkan pada Laboratorium Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Jember,
- c) menyerahkan pada perpustakaan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
- d) menyerahkan pada perpustakaan Universitas Jember.

4.2. Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran matematika yang berbasis *research based learning* pada materi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu satuan acar perkuliahan (SAP), lembar kerja mahasiswa (LKM), dan tes aktivitas riset (TAR) dan monograf yang menggunakan model *research based learning* pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini didasarkan pada pengembangan perangkat model 4D, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran.

Pada proses pengembangan perangkat pembelajaran, peneliti perlu memperhatikan bagaimana cara memunculkan keterampilan kombinatorial mahasiswa melalui model *research based learning*. Selain itu juga harus diperhatikan bagaimana cara memunculkan ketertarikan mahasiswa untuk membaca dan mempelajarinya. Hal ini bertujuan untuk menambah minat mahasiswa dalam mempelajari materi tersebut. Setelah selesai dirancang, perangkat pembelajaran juga harus divalidasi oleh validator yang ahli di bidangnya dan direvisi jika masih ada kekurangan, setelah itu perangkat pembelajaran siap di uji cobakan di dalam kelas.

4.2.1. Hasil Analisis Data Validasi

Validasi dilakukan oleh dua orang validator yang telah memenuhi kualifikasi yang telah ditentukan. Validator yang dipilih dalam penelitian ini adalah dua orang dosen Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember. Proses validasi dilakukan dengan menyerahkan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan, instrumen penilaian dan lembar validasi kepada validator. Selanjutnya hasil validasi perangkat pembelajaran dibagi menjadi tiga yaitu hasil validasi rencana pembelajaran yang di dalamnya terdapat SAP, LKM dan TAR.

1) Hasil Validasi Satuan Acara Perkuliahan

Teknik validasi rencana pembelajaran yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala *likert* 1-4. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai

dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi rencana pembelajaran dari validator pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Validasi Satuan Acara Perkuliahan

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
I. PERUMUSAN TUJUAN PEMBELAJARAN					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan	4	4	4	
2.	Kesesuaian indicator dengan tujuan pembelajaran				
<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>				4	
<i>Skor rata-rata aspek I</i>				4	100%
II. ISI SAP					
1.	Sistematika penyusunan SAP	4	4	4	
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>research based learning</i>	3	3	3	
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, kegiatan inti dan penutup	4	4	4	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>				11	
<i>Skor rata-rata aspek II</i>				3,67	83%
III. BAHASA DAN TULISAN					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	4	4	4	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>				8	
<i>Skor rata-rata aspek III</i>				4	100%
IV. WAKTU					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	3	4	3,5	
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	3	4	3,5	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek IV</i>				7	
<i>Skor rata-rata aspek IV</i>				3,5	87,59%
<i>Skor Total Keseluruhan Aspek</i>				15,70	370,30%
<i>Skor Rata-rata Keseluruhan Aspek</i>				3,79	92,63%

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap SAP yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa:

1. aspek perumusan tujuan pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%;
2. aspek isi SAP mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,67 atau dalam prosentase 83%;
3. aspek bahasa dan tulisan mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%; dan
4. aspek waktu mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,5 atau dalam prosentase 87,59%

Keempat aspek tersebut kalau dirata-rata mempunyai skor validasi SAP sebesar 3,79 atau 92,63%. Maka berdasarkan kriteria kevalidan, SAP yang telah dikembangkan peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan (\bar{V}_r) skor SAP berada pada rentang $3 \leq \bar{V}_r < 4$.

2) Hasil Validasi LKM

Teknik validasi LKM yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala *likert* 1-4. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator.

Tabel 4.2. Hasil Rekapitulasi Validasi LKM

No	ASPEK YANG DINILAI	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
I. FORMAT					
1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>				4	
<i>Skor rata-rata aspek I</i>				4	100%
II. BAHASA					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	4	
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	4	3	3,5	
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	4	4	4	
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	3	4	3,5	

No	ASPEK YANG DINILAI	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>			15	
	<i>Skor rata-rata aspek II</i>			3,75	93,75%
III. ISI LKM					
1.	LKM disajikan secara sistematis	4	4	4	
2.	Kebenaran konsep / materi	4	4	4	
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa	4	4	4	
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	3	4	3,5	
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan kombinatorial mahasiswa *	4	3	3,5	
6.	Penyajian LKM menarik	4	3	3,5	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>			22,50	
	<i>Skor rata-rata aspek III</i>			3,75	93,75%
	<i>Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek</i>			11,50	287,59%
	<i>Skor total rata-rata seluruh aspek</i>			3,80	95,83%

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap LKM yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa:

1. aspek format LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%;
2. aspek bahasa LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,75 atau dalam prosentase 93,75%; dan
3. aspek isi LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,75 atau dalam prosentase 93,75%.

Ketiga aspek tersebut kalau dirata-rata mempunyai skor validasi LKM sebesar 3,80 atau 95,83%. Maka berdasarkan kriteria kevalidan, LKM yang telah dikembangkan peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan (\bar{V}_r) skor LKM berada pada rentang $3 \leq \bar{V}_r < 4$.

3) Hasil Validasi TAR

Teknik validasi TAR yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala *likert* 1-4. Validator diminta untuk memberi

skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator.

Tabel 4.3. hasil Rekapitulasi Validasi TAR

No	ASPEK YANG DINILAI	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
I. FORMAT					
1.	Kejelasan Petunjuk mengerjakan pada THB	4	4	4	
				<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>	4
				<i>Skor rata-rata aspek I</i>	4
					100%
II. ISI TAR					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>r-dynamic local irregularity vertex coloring</i>	4	4	4	
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa	3	3	3	
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal	4	3	3,5	
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/menganalisis keterampilan kombinatorial mahasiswa	4	3	3,5	
				<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>	14
				<i>Skor rata-rata aspek II</i>	3,50
					87,50%
III. BAHASA DAN TULISAN					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	4	
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaedah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)	4	4	4	
				<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>	8
				<i>Skor rata-rata aspek III</i>	4
					100%
				<i>Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek</i>	11,50
				<i>Skor total rata-rata seluruh aspek</i>	3,83
					287,50%
					95,83%

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap TAR yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa:

1. aspek format TAR mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%;

2. aspek isi TAR mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,50 atau dalam prosentase 87,50%; dan
3. aspek bahasa dan tulisan TAR mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%.

Ketiga aspek tersebut kalau dirata-rata mempunyai skor validasi TAR sebesar 3,83 atau 95,83%. Maka berdasarkan kriteria kevalidan, TAR yang telah dikembangkan peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan (\bar{V}_r) skor TAR berada pada rentang $3 \leq \bar{V}_r < 4$.

4) Hasil Validasi Monograf

Teknik validasi monograf yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala *likert* 1-4. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator.

Tabel 4.4. hasil Rekapitulasi Validasi Monograf

No	ASPEK YANG DINILAI	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
I. FORMAT					
1.	Kejelasan format dari monograf	4	4	4	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>			4	
	<i>Skor rata-rata aspek I</i>			4	100%
II. ISI Monograf					
1.	Terdapat teorema yang jelas	4	4	4	
2.	Terdapat pembuktian teorema yang jelas dan benar	3	4	3,5	
3.	Terdapat temuan-temuan graf baru	4	3	3,5	
4.	Gambar sesuai dengan aturan graf	3	3	3	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>			14	
	<i>Skor rata-rata aspek II</i>			3,50	87,50%
III. BAHASA DAN TULISAN					
1.	Monograf disajikan dengan bahasa yang jelas dan runtut	4	4	4	
2.	Penulisan menggunakan <i>equation</i> yang benar dan rapi	3	4	3,5	
3.	Tulisan mudah dipahami	4	4	4	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>			11,50	
	<i>Skor rata-rata aspek III</i>			3,83	95,75%

No	ASPEK YANG DINILAI	Validator		Rata-rata	Prosentase
		1	2		
	<i>Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek</i>			11,33	283,25%
	<i>Skor total rata-rata seluruh aspek</i>			3,78	94,50%

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap monograf yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa:

1. aspek format monograf mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 atau dalam prosentase 100%;
2. aspek isi monograf mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,50 atau dalam prosentase 87,50%; dan
3. aspek bahasa dan tulisan monograf mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,83 atau dalam prosentase 97,75%.

Ketiga aspek tersebut kalau dirata-rata mempunyai skor validasi monograf sebesar 3,78 atau 94,50%. Maka berdasarkan kriteria kevalidan, monograf yang telah dikembangkan peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan (\bar{V}_r) skor monograf berada pada rentang $3 \leq \bar{V}_r < 4$.

4.2.2. Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran

a) Uji Kepraktisan

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

Observasi aktivitas dosen dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan. Skor hasil yang diberikan oleh observer kemudian direkap dan dianalisis. Berdasarkan nilai indikator yang ada pada lembar observasi maka nilai indikator dari setiap pertemuan rata-rata keseluruhan skor hasil observasi dosen telah memenuhi kriteria baik. Berikut adalah penjabaran dari uji kepraktisan tersebut.

1) Kemampuan Dosen dalam Mengelola Pembelajaran

Observasi aktivitas dosen dilakukan selama 2 kali pertemuan. Skor hasil observasi kemudian direkap dan dianalisis. Rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas dosen ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Observasi Aktivitas Dosen

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan ke-		Rata-rata	Rata-rata %
		1	2		
Awal	Memotivasi mahasiswa	3,5	3,5	3,5	87,50%
Inti	Mengorganisasikan mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen	4	3,5	3,75	93,75%
	Mengarahkan dan membimbing mahasiswa untuk menemukan konsep	4	4	4	100%
	Mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran	3	3,5	3,25	81,25%
	Membimbing mahasiswa maupun kelompok untuk mengerjakan LKM	3,5	3	3,25	81,25%
	Memotivasi kepada kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas	3,5	3,5	3,5	87,50%
	Mendorong mahasiswa untuk membandingkan dan mendiskusikan jawabannya dalam diskusi kelas	3,5	3	3,25	81,25%
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	3,5	3,5	3,5	87,50%
Rata-rata skor		3,56	3,44	3,5	
Prosentase skor		89%	86%		87,50%

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai indikator setiap tatap muka rata-rata keseluruhan skor hasil observasi dosen 3,50 dan presentase rata-rata skor hasil observasi dosen yaitu 87,50%. Maka berdasarkan kriteria hasil observasi aktivitas dosen, persentase skor memenuhi kriteria baik.

2) Analisis aktivitas mahasiswa

Data pengamatan aktivitas mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran *research based learning* dianalisis sesuai yang dinyatakan pada Bab 3. Berdasarkan data analisis aktivitas mahasiswa, hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan ke-		Rata-rata	Rata-rata (%)
		1	2		
Awal	Kegiatan Awal Pembelajaran	3,5	4	3,75	93,75%
Inti	Mahasiswa berdiskusi antar anggota kelompok dalam menyelesaikan masalah (memahami masalah, menjelaskan masalah dan menyelesaikan masalah)	4	3,5	3,75	93,75%
	Mahasiswa dapat mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas	3	3	3	75%
	Mahasiswa dapat membandingkan dan mendiskusikan jawaban dengan kelompok lain	4	3,5	3,75	93,75%
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	4	4	4	100%
Rata-rata skor		3,7	3,6	3,65	
Prosentase skor		92,50%	90%		91,25%

Penilaian aktivitas mahasiswa dilakukan terhadap setiap kelompok mahasiswa yang terdiri dari 2-3 mahasiswa. Dari tabel di atas, diperoleh bahwa prosentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 92,50%, dan prosentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan kedua mencapai 90%, serta skor rata-ratanya adalah 3,65 atau 91,25%. Maka, berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa, skor rata-rata memenuhi kriteria sangat aktif.

3) Angket Respon Mahasiswa

Lembar angket respon mahasiswa diisi oleh 30 mahasiswa. Skor hasil

respon mahasiswa kemudian direkap dan dianalisis. Rekapitulasi skor hasil respon mahasiswa ditunjukkan pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Rekap Data Angket Respon Mahasiswa

No	Aspek yang dinilai	Jumlah jawaban		Persentase Jawaban(%)	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Apakah anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?				
	Materi pembelajaran	30	0	100	0
	Lembar Kerja Mahasiswa	28	2	93	7
	Suasana pembelajaran	30	0	100	0
	Cara dosen mengajar	29	1	97	3
2	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?				
	Materi pembelajaran	30	0	100	0
	Lembar Kerja Mahasiswa	23	7	77	23
	Suasana Pembelajaran	13	17	43	57
	Cara Dosen Mengajar	19	11	63	37
3	Apakah anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	30	0	100	0
4	Apakah anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	30	0	100	0
	Lembar soal tes hasil belajar	30	0	100	0
5	Apakah anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	30	0	100	0
	Lembar soal tes hasil belajar	30	0	100	0
6	Apakah anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar dan letak gambar) pada:				
	Leembar Kerja Mahasiswa	30	0	100	0
	Lembar soal tes aktivitas riset	16	14	53	47

No	Aspek yang dinilai	Jumlah jawaban		Persentase Jawaban(%)	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
7	Apakah anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	30	0	100	0
Rata-rata		27	3	90	10

Hasil analisis pada Tabel 4.7 tentang pertanyaan angket respon mahasiswa dapat dilihat bahwa jawaban positif terendah (43%) terletak pada pertanyaan nomor 2c tentang suasana belajar dikelas. Hal ini disebabkan karena mahasiswa sudah terbiasa mengalami suasana pembelajaran berdiskusi dengan teman sekelasnya. Nilai respon positif terendah kedua (53%) terletak pada pertanyaan nomor 6b yaitu tentang lembar soal tes aktivitas riset, dari komentar mahasiswa, hal ini disebabkan karena menurut mahasiswa kurang menarik tampilan untuk lembar soal tes aktivitas riset mahasiswa. Secara keseluruhan, persentase rata-rata setiap pertanyaan adalah 90% persen menjawab “iya” dan 10% menjawab “tidak”. Hal tersebut menandakan bahwa rata-rata mahasiswa menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan. Sehingga sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, maka dapat dikatakan perangkat pembelajaran efektif berdasarkan skor hasil respon mahasiswa.

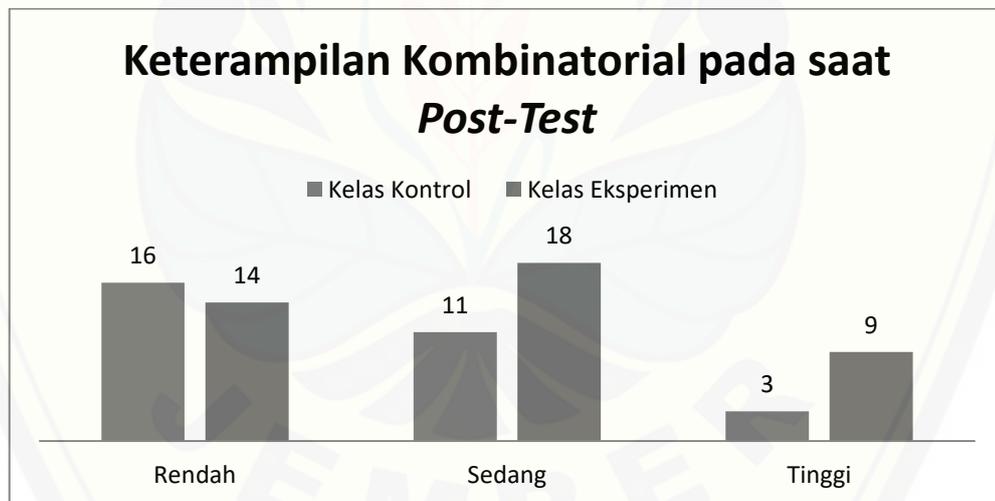
b) Uji Keefektifan

Tiga indikator yang digunakan dalam mengukur keefektifan perangkat yaitu hasil aktivitas riset, hasil observasi aktivitas mahasiswa, dan penerapan RBL. Data dan analisis keefektifan perangkat dijelaskan sebagai berikut:

1) Analisis hasil tes akhir riset (TAR)

Tes akhir riset yang dilaksanakan menghasilkan nilai pos tes yang berupa tes akhir riset mahasiswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning* yang telah dikembangkan oleh peneliti berfungsi mengetahui ketuntasan belajar mahasiswa secara kelompok.

Hasil *posttest* dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol mengalami perubahan jumlah, yaitu yang awalnya terdapat 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah menjadi 53% atau 16 mahasiswa, dari 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 37% atau 11 mahasiswa, sedangkan mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi tidak mengalami perubahan jumlah, yaitu tetap 10% atau 3 mahasiswa. Untuk 41 mahasiswa di kelas eksperimen yang awalnya terdapat 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah berubah menjadi 34% atau 14 mahasiswa, semula terdapat 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 44% atau 18 mahasiswa, dan dari 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi menjadi 22% atau 9 mahasiswa. Hasil *posttest* dari kedua kelas disajikan dalam diagram seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Distribusi keterampilan kombinatorial mahasiswa pada saat *posttest*

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada penelitian ini dosen melakukan pengelolaan pembelajaran dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari suasana kelas dimana mahasiswa bersikap aktif dalam diskusi, cara dosen memberikan penjelasan serta membimbing mahasiswa yang membutuhkan bantuan dalam belajar juga sudah baik. Selain itu, terdapat faktor eksternal yang juga mempengaruhi hasil belajar yaitu mahasiswa kurang memahami cara

mendeteksi pola pewarnaan, cara mengelompokkan bilangan kromatik yang memiliki pola yang sama dan kesulitan dalam membuat fungsi secara umum. Selain faktor yang telah disampaikan, perbedaan kemampuan mahasiswa dalam menyerap informasi yang diberikan juga mempengaruhi hasil tes akhir riset.

2) Hasil observasi aktivitas mahasiswa

Data pengamatan aktivitas mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran dianalisis sesuai yang dinyatakan pada bab 3. Penilaian aktivitas mahasiswa dilakukan pada seluruh kelompok mahasiswa yang terdiri atas 2-3 mahasiswa. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, keaktifan mahasiswa memiliki skor rata-rata yang memenuhi kriteria baik.

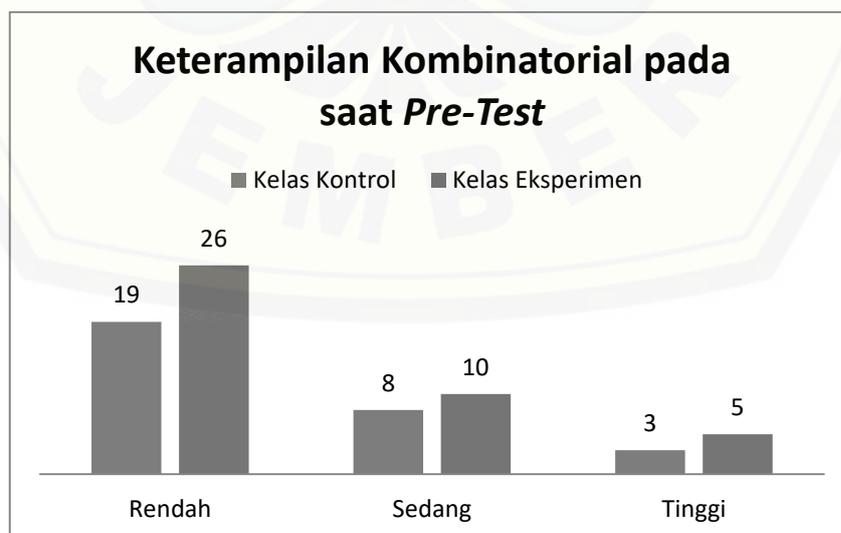
3) Penerapan *Research Based Learning*

Pemberian LKM dengan *model research based learning* sebanyak 2 kali pertemuan pada kelas eksperimen sebab pada awal pertemuan saat membahas kardinalitas mahasiswa hanya diberi konsep dasar terkait dengan kardinalitas. Mahasiswa pada kelas kontrol yang berjumlah 30 mahasiswa dan kelas eksperimen sebanyak 41 mahasiswa. LKM dengan *model research based learning* hanya diberikan untuk kelas eksperimen yang nantinya akan digunakan untuk meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Penelitian awal dilakukan dengan metode kualitatif yaitu uji validitas dan reabilitas pada soal postes yang akan diujikan pada mahasiswa. Tujuan uji validitas dan reabilitas untuk mengetahui sejauh mana ketepatan instrumen pengukuran dalam melakukan fungsi ukurnya.

Data pretes dan postes diambil dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Penerapan analisis data kuantitatif yaitu melakukan uji t-test sedangkan data kualitatif menggunakan wawancara, observasi dan analisis data ordinal. Data deskriptif dan inferensial digunakan untuk menganalisis data kualitatif dan kuantitatif. Data statistik diperoleh dari nilai rata, standar deviasi, frekuensi. Data inferensial diperoleh dari uji normalitas, uji homogenitas dan uji independent yang dilakukan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kedua kelas tersebut memperoleh perlakuan yang berbeda, kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *research based learning* sedangkan kelas kontrol menggunakan

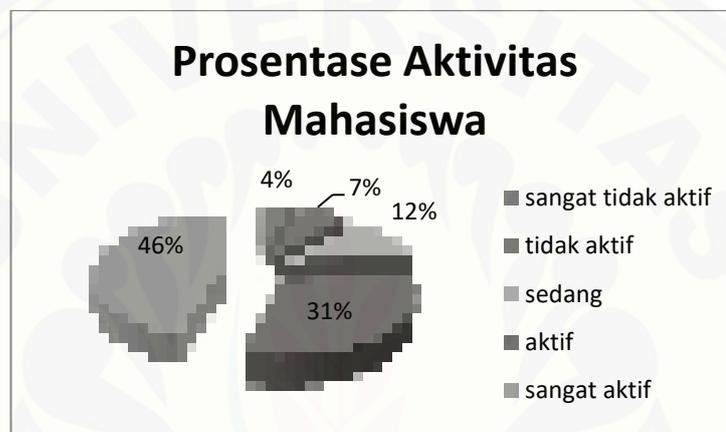
model pembelajaran konvensional. Pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *research based learning* maka analisis dengan uji regresi. Sampel independen digunakan untuk membandingkan kedua kelas tersebut dengan nilai signifikansi perbedaan pada tingkat 0.05.

Hasil penelitian adalah pre-tes dan pos tes pada kelas kontrol dan eksperimen yang berjumlah 71 mahasiswa. Pretes digunakan untuk mengetahui keterampilan kombinatorial awal mahasiswa dalam permasalahan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Soal pretes berisi permasalahan *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dan terdiri dari 5 indikator keterampilan kombinatorial. Sedangkan postes digunakan untuk mengukur keterampilan kombinatorial mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan *research based learning* melalui LKM. Berdasarkan hasil pretes dari kelas kontrol dan eksperimen memiliki varians yang sama. Hasil pretes dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol terdapat 10% atau 3 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah. Sedangkan dari 41 mahasiswa di kelas eksperimen terdapat 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah.

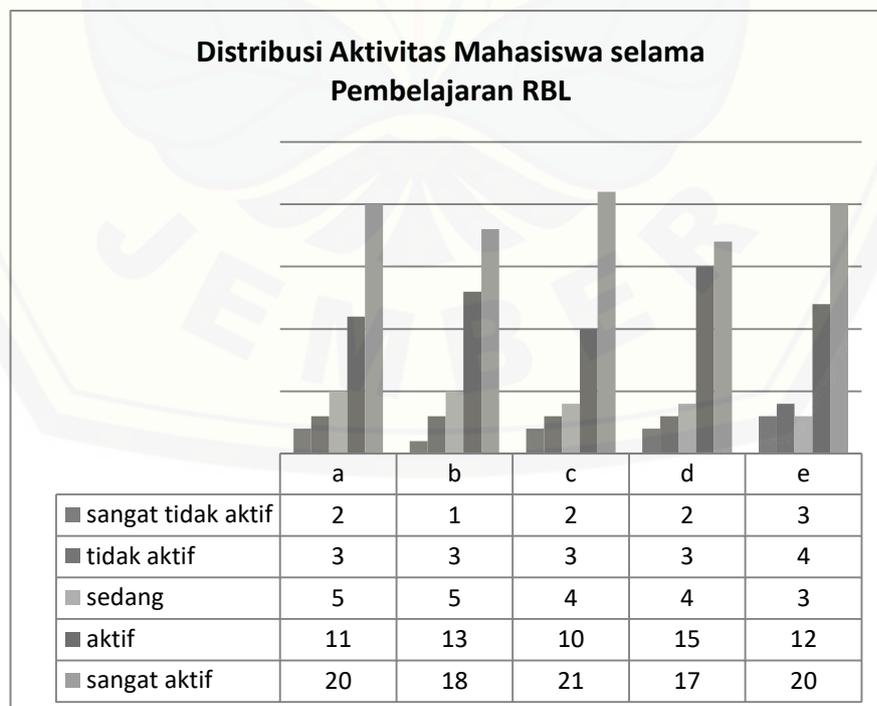


Gambar 4.7. Distribusi keterampilan kombinatorial mahasiswa pada saat pretes

Berdasarkan data diatas, maka dapat dianalisis produk perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah valid dengan beberapa revisi. Kemudian, data yang diambil pada saat uji coba produk menunjukkan produk praktis dan efektif. Sehingga secara keseluruhan proses dapat disimpulkan bahwa produk pengembangan pada penelitian ini telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Selain itu, diketahui pula bahwa tingkat keaktifan mahasiswa selama pembelajaran di kelas RBL dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.8. Prosentase aktivitas mahasiswa saat kegiatan RBL



Gambar 4.9. Distribusi Aktivitas Mahasiswa

Keterangan Gambar 4.9 adalah sebagai berikut:

- a: mengumpulkan informasi berdasarkan masalah;
- b: siswa dituntut untuk mampu mengidentifikasi masalah;
- c: mahasiswa mampu mengidentifikasi masalah yang terdapat di LKM;
- d: mahasiswa menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*;
- e: mahasiswa menyusun laporan kegiatan pembelajaran RBL yang telah dilakukan dan melakukan presentasi.

4.2.3. Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Berikut ini adalah hasil pengembangan perangkat pembelajaran Matematika berbasis research based learning yang sudah divalidasi oleh validator:

1. Satuan Acara Perkuliahan

No. Pertemuan	Materi Pokok	Materi Tambahan	Waktu
1	Teori Bilangan	Teori Bilangan	2
2	Aljabar Linear	Aljabar Linear	2
3	Geometri	Geometri	2
4	Kalkulus	Kalkulus	2
5	Kalkulus	Kalkulus	2
6	Kalkulus	Kalkulus	2
7	Kalkulus	Kalkulus	2
8	Kalkulus	Kalkulus	2
9	Kalkulus	Kalkulus	2
10	Kalkulus	Kalkulus	2
11	Kalkulus	Kalkulus	2
12	Kalkulus	Kalkulus	2
13	Kalkulus	Kalkulus	2
14	Kalkulus	Kalkulus	2
15	Kalkulus	Kalkulus	2
16	Kalkulus	Kalkulus	2
17	Kalkulus	Kalkulus	2
18	Kalkulus	Kalkulus	2
19	Kalkulus	Kalkulus	2
20	Kalkulus	Kalkulus	2

Gambar 4.9. Satuan Acara Perkuliahan

2. Lembar Kerja Mahasiswa



Gambar 4.5. Lembar Kerja Mahasiswa

3. Tes Aktivitas Riset (Pretes dan Postes)



Gambar 4.6. Pretes dan Postes

4. Lembar Observasi Dosen dan Mahasiswa



Gambar 4.7. Lembar Validasi Kegiatan Dosen dan Mahasiswa

4.3. Pengaruh Perangkat Pembelajaran yang Dikembangkan

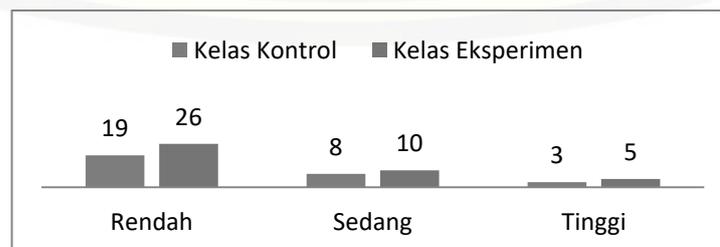
Pengembangan perangkat pembelajaran *Research Based Learning* bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pengembangan perangkat didasarkan pada model pengembangan Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan, yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Tahapan pengembangan yang pertama adalah validasi yang dilakukan oleh ahli, dan dilanjutkan dengan uji keefektifan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada penelitian ini berupa RPS, lembar kerja mahasiswa (LKM), dan tes akhir riset (TAR) menggunakan model pembelajaran *research based learning* pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pembahasan keefektifan dan kepraktisan perangkat pembelajaran akan menyajikan ketercapaian kriteria kualitas dari perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran *research based learning* untuk menganalisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa.

Uji coba di lapangan menggunakan model *research based learning* untuk mengukur dan menganalisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa. Pada pertemuan pertama dosen membahas tentang kardinalitas sebagai pengetahuan awal untuk mahasiswa. Hal itu didahului dengan mahasiswa diberikan graf yang sama (LKM) untuk dicari kardinalitasnya, dan di akhir pertemuan pertama itu mahasiswa diminta untuk menemukan graf baru untuk dihitung kardinalitasnya. Pada saat pengerjaan itulah dosen berkeliling untuk mengetahui kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menghitung kardinalitas.

Pada penelitian ini ditemukan hasil yang berkaitan dengan analisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam memecahkan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada penerapan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*. Pretes diberikan kepada kedua kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Dengan menggunakan uji-t, peneliti menganalisis data yang diperoleh tentang homogenitas dan normalitas. Berdasarkan hasil pretes, dapat diketahui bahwa kedua kelas memiliki tingkat varian yang sama. Oleh karena itu, kedua kelas dikatakan homogen.

Hasil pretes dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol terdapat 10% atau 3 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah. Sedangkan dari 41 mahasiswa di kelas eksperimen terdapat 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah. Hasil dari kedua kelas dapat disajikan dalam diagram seperti Gambar 4.8.



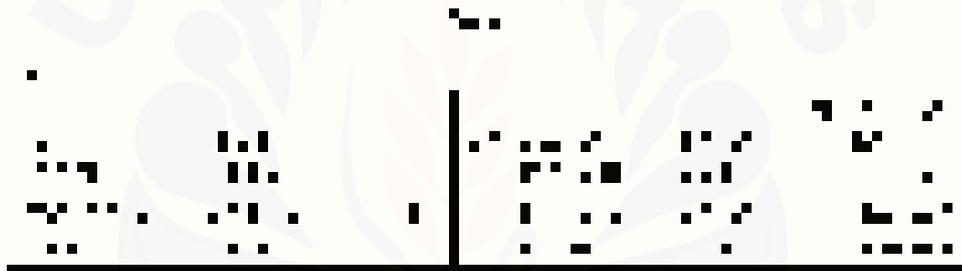
Gambar 4.8. Distribusi keterampilan kombinatorial mahasiswa pada saat pretes

Sebelum mengaplikasikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan, dilakukan terlebih dahulu uji homogenitas terhadap 71 mahasiswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan uji-t. Pada Tabel 4.1. dan Tabel 4.2. dapat diketahui bahwa hasil uji homogenitas dari pretes diperoleh nilai (Sig.) dari homogenitas varians adalah 0,701. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa asumsi dari homogenitas varians terpenuhi karena nilai signifikansi yang diperoleh lebih dari 0,05. Hal ini membuktikan bahwa rata-rata keterampilan kombinatorial mahasiswa dari kedua kelas tersebut adalah homogen.

Tabel 4.1. Uji homogenitas pretes



Tabel 4.2. Nilai rata-rata hasil pretes dari kelas control dan kelas eksperimen



Skor rata-rata hasil pretes dari kelas kontrol adalah 30,3333 (SD = 11,18291), sedangkan skor rata-rata hasil pretes di kelas eksperimen adalah 30,2439 (SD = 11,77663). Perbedaan antara skor rata-rata pretes ini adalah 0,701 ($p > 0,05$), itu artinya perbedaan rata-rata antara kedua kelas tidak signifikan.

Tabel 4.3. Uji independent sample t-test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pret	Equal variances assumed	.149	.701	.032	69	.974	.08943	2.77036	-5.43729	5.61616

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pretest	Equal variances assumed	.149	.701	.032	69	.974	.08943	2.77036	-5.43729	5.61616
	Equal variances not assumed			.033	64.411	.974	.08943	2.74795	-5.39956	5.57842

Tabel 4.3. juga menunjukkan bahwa dari hasil uji-t diperoleh nilai sig. (2-tailed) adalah 0,974 ($p > 0,05$), jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Ini juga menandakan bahwa keduanya homogen.

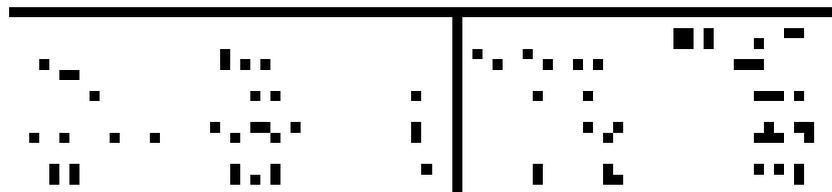
Selanjutnya, peneliti menunjukkan hasil penelitian setelah dilakukan penggunaan perangkat pembelajaran. Sebelum hal itu dilakukan, akan ditunjukkan hasil uji normalitas data dari hasil post test mahasiswa sebagaimana Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Uji normalitas pada hasil post test kelas kontrol dan eksperimen



Dari Tabel 4.4. bisa diketahui bahwa nilai signifikan untuk kelas kontrol adalah 0,730 dan untuk kelas eksperimen adalah 0,241. Hal ini menunjukkan bahwa nilai signifikan lebih dari 0,05 yang berarti hasil post-test dari kedua kelas berdistribusi normal.

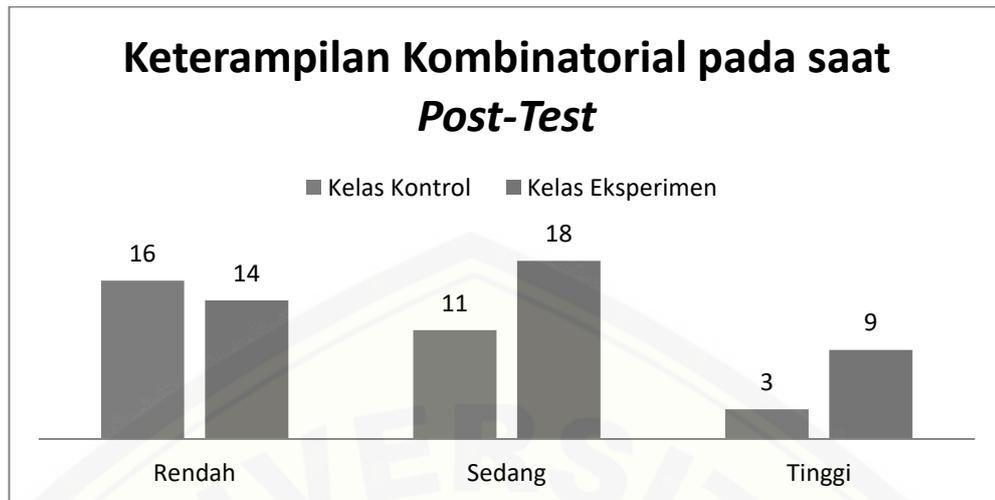
Tabel 4.5. Standar deviasi untuk hasil post test kelas kontrol dan eksperimen



Sedangkan pada Tabel 4.5 bisa diketahui rata-rata hasil post test dari kelas kontrol adalah 31,9667 (SD = 5,31415) dan rata-rata hasil post test untuk kelas eksperimen adalah 39,7805 (SD = 5,21782). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil post test kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol setelah diimplementasikannya perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*. Selanjutnya, pada Tabel 4.6 ditunjukkan bahwa nilai sig.(2-tailed) dari uji-t independen adalah 0,000 ($p < 0,05$). Ini artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil post test dari kedua kelas tersebut. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

Tabel 4.6. Independent sample t-test pada kelas kontrol dan eksperimen

Hasil posttest dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol mengalami perubahan jumlah, yaitu yang awalnya terdapat 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah menjadi 53% atau 16 mahasiswa, dari 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 37% atau 11 mahasiswa, sedangkan mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi tidak mengalami perubahan jumlah, yaitu tetap 10% atau 3 mahasiswa. Untuk 41 mahasiswa di kelas eksperimen yang awalnya terdapat 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah berubah menjadi 34% atau 14 mahasiswa, semula terdapat 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 44% atau 18 mahasiswa, dan dari 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi menjadi 22% atau 9 mahasiswa. Hasil post test dari kedua kelas disajikan dalam diagram seperti Gambar 4.9.



Gambar 4.10. Distribusi keterampilan kombinatorial mahasiswa pada saat postest

4.4. Potret Fase

Untuk mengetahui secara detail proses keterampilan kombinatorial mahasiswa, peneliti menggunakan potret fase. Potret fase diperoleh dengan cara mewawancarai mahasiswa, sehingga peneliti bisa mengetahui alur berpikir dari mahasiswa tersebut, dari langkah pertama sampai langkah terakhir. Setiap indikator diwakili oleh kode tertentu, setelah itu kode tersebut diasumsikan sebagai titik, dan setiap alur berpikir mahasiswa direpresentasikan sebagai garis berarah sesuai dengan alur yang sesuai dengan alur berpikir mahasiswa tersebut.

Potret fase diambil untuk menarik proses kemampuan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan dalam kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pemilihan subjek berdasarkan hasil pekerjaan post test, telah ditentukan 6 subjek, 3 dari kelas kontrol (subjek 1, 2, dan subjek 3) dan 3 dari kelas eksperimen (subjek 4, 5, dan subjek 6), Wawancara dilakukan pada subjek yang telah ditentukan untuk mengetahui proses berpikir dalam menyelesaikan *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

Subjek 1 telah mencapai level 3 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 1 sudah dapat memahami pewarnaan sederhana dalam sebuah graf kemudian subjek 1 sudah mampu menerapkan simbolisasi matematika yang ditunjukkan dengan mampu menghitung kardinalitas

dan subjek satu juga sudah bisa mengembangkan sebuah cara memberikan pewarnaan yaitu di dahulukan dengan memberikan pewarnaan pada titik yang mempunyai derajat terbesar. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 1.



Gambar 4.11. Hasil temuan subjek 1

Kemampuan tersebut di perjelas dengan hasil wawancara dibawah ini.

❖ Hasil wawancara subjek 1

Peneliti : Apakah anda bisa memahami pewarnaan titik pada graf ?

Mahasiswa : Ya, saya paham dengan pewarnaan titik pada graf

Peneliti : Apakah anda bisa memahami pewarnaan jika graf yang di berikan berbeda?

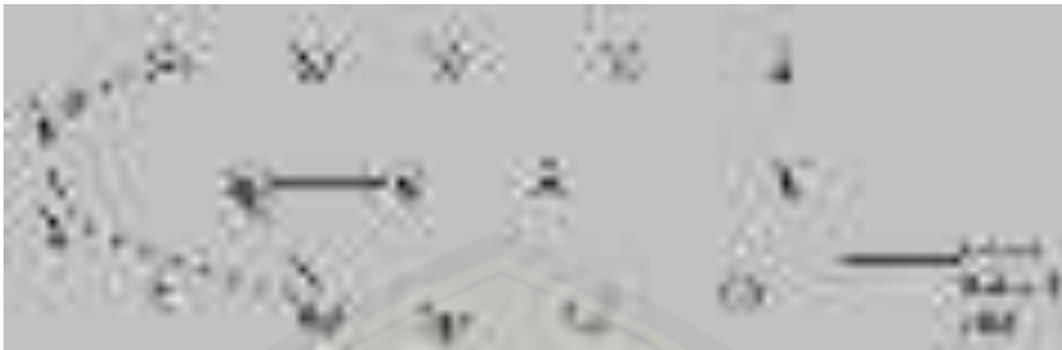
Mahasiswa : Ya, saya bisa memahami pewarnaan pada graf yang berbeda

Peneliti : Apakah anda bisa memberikan pewarnaan titik dinamis pada graf tersebut?

Mahasiswa : ya, saya bisa memebrikan pewarnaan dinamis sesuai

- dengan syarat yang di tentukan
- Peneliti* : Apakah anda bisa memberikan pewarnaan pewarnaan titik dinamis pada graf yang mengalami penambahan (ekspan)?
- Mahasiswa* : tidak, saya hanya bisa memberikan pewarnaan pada graf ini saja, jika di ekspan saya tidak bisa melakukannya.
- Peneliti* : Apakah anda bisa menerapkan simbolisasi matematika dalam penyelesaian pewarnaan yang diberikan ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa memberikan pewarnaan beserta simbolisasi matematika meskipun saya masih harus bolak-balik/ kembali melihat keterangan simbol yang di sediakan.
- Peneliti* : Apakah anda bisa menghitung kardinalitas pada graf yang di berikan ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menghitung kardinalitas pada graf yang di berikan
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengembangkan sebuah algoritma ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa membuat cara sederhana dalam memberikan pewarnaan pada graf
- Peneliti* : Apakah anda bisa menghitung dan menguji algoritma yang anda buat?
- Mahasiswa* : tidak, saya hanya bisa menggunakannya tanpa bisa mengujinya
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengbangkan sebuah bijeksi?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa mengembangkannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengusulkan masalah terbuka terkait permasalahan pewarnaan yang anda kerjakan ?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa melakukannya, saya hanya bisa mengerjakan pewarnaan yang di berikan.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 1 maka alur kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:



Gambar 4.12. Potret fase subjek 1

Subjek 1 Pada langkah 1 sampai langkah 2a berpikir lurus sesuai dengan tahapan kemudian pada langkah 2a melompat ke tahap 3a kemudian ke tahap 3b dan 3c. Dengan demikian subjek 1 berada pada level 3 dilihat dari karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

Subjek 2 telah mencapai level 3 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 2 sudah dapat memahami pewarnaan sederhana dalam sebuah graf kemudian subjek 2 sudah mampu menerapkan simbolisasi matematika. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 2.



Gambar 4.13. Hasil temuan subjek 2

Kemampuan tersebut di perjelas dengan hasil wawancara dibawah ini:

❖ Hasil wawancara subjek 2

- Peneliti* : Apakah anda bisa memahami pewarnaan titik pada graf ?
Mahasiswa : ya, saya bisa memahaminya

Peneliti : Apakah anda bisa memahami pewarnaan pada graf yang Berbeda?

Mahasiswa : ya, dengan syarat yang telah saya ketahui maka saya Dapat memberikan pewarnaan pada graf yang di berikan meskipun berbeda

Peneliti : Apakah anda bisa membuat pewarnaan titik pada graf tersebut?

Mahasiswa : ya, saya bisa melakukannya

Peneliti : Apakah anda bisa melakukannya pada graf yang diekspan?

Mahasiswa : ya, saya bisa melakukannya

Peneliti : Apakah anda bisa memberikan simbolisasi pada graf?

Mahasiswa : ya saya bisa memberikan simbolisasi pada graf

Peneliti : Apakah anda bisa menghitung kardinalitas dari sebuah graf ?

Mahasiswa : ya saya bisa melakukannya

Peneliti : Apakah anda bisa mengembangkan pola pewarnaan sendiri?

Mahasiswa : ya, saya bisa melakukannya dengan syarat yang ada saya mencoba mewarnai dengan cara saya sendiri

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 2 maka alur kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:

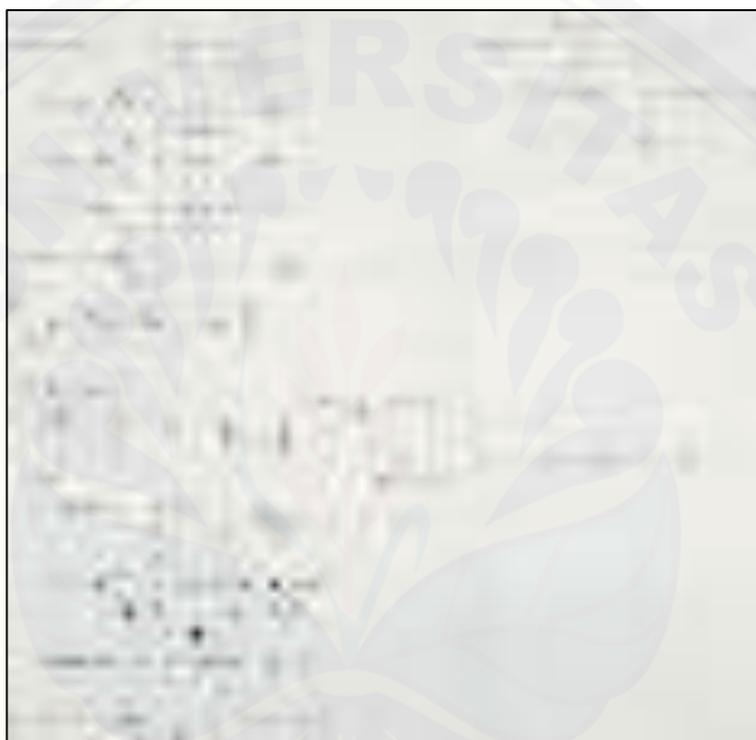


Gambar 4.14. Potret fase subjek 2

Subjek 2 Pada langkah 1a sampai langkah 3c berpikir lurus sesuai dengan tahapan. Dengan demikian subjek 2 berada pada level 3 di lihat dari karakteristik potret fase

yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

Subjek 3 telah mencapai level 4 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 3 sudah dapat memahami pewarnaan sederhana dalam sebuah graf kemudian subjek 3 sudah mampu menerapkan simbolisasi matematika yang ditunjukkan dengan mampu menghitung kardinalitas dan menguji algoritma yang telah dibuat. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 3.



Gambar 4.15. Hasil temuan subjek 3

Kemampuan tersebut diperjelas dengan hasil wawancara dibawah ini:

❖ Hasil wawancara subjek 3

Peneliti : Apakah anda bisa memahami pewarnaan titik pada graf ?

Mahasiswa : ya, saya bisa melakukannya pada graf yang dimaksud

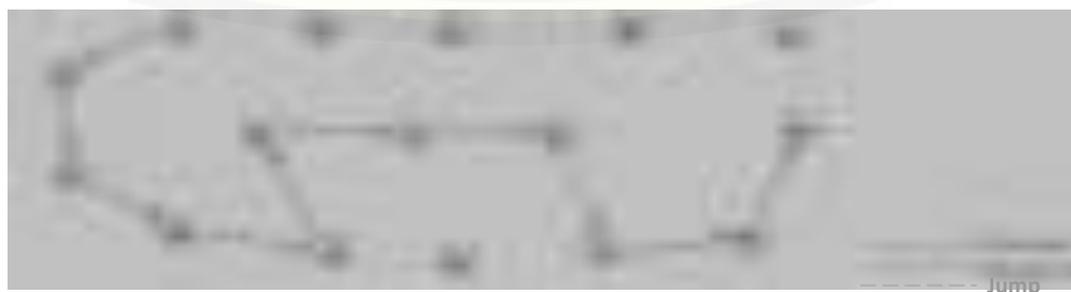
Peneliti : Apakah anda bisa memahami pewarnaan titik pada graf yang berbeda-beda?

Mahasiswa : ya, saya bisa melakukannya pada graf yang berbeda

Peneliti : Apakah anda bisa memberikan pewarnaan graf berdasarkan titik dinamis?

- Mahasiswa* : ya, saya bisa memberikan pewarnaan titik dinamis pada graf yang telah disediakan
- Peneliti* : Apakah anda bisa memberikan pewarnaan titik dinamis pada graf yang telah diekspan?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa melakukannya jika di ekspan
- Peneliti* : Apakah anda bisa menggunakan simbolisasi matematika dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan?
- Mahasiswa* : ya, saya menggunakan simbolisasi matematika meskipun saya harus melihat kembali keterangannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menghitung kardinalitas graf yang telah disediakan?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menghitungnya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menentukan kardinalitas dari duatu graf yang diekspan sebanyak n ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menentukannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa membuktikan algoritma yang telah anda buat?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa membuktikannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa membuat fungsi pewarnaan berdasarkan pewarnaan titik dinamis?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa membuat fungsinya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menguji fungsi tersebut ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa melakukannya dengan graf yang di berikan

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 3 maka alur kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:



Gambar 4.16. Potret fase subjek 3

Subjek 3 pada langkah 1 sampai langkah 4a berpikir lurus sesuai dengan tahapan kemudian pada langkah 4a melompat ke tahap 4c kemudian ke tahap 4d dan 4e. Dengan demikian subjek 3 berada pada level 4 di lihat dari karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

Subjek 4 telah mencapai level 4 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 4 berhasil mengembangkan algoritma, menghitung dan menguji algoritma, subjek 4 juga dapat menerapkan pembuktian secara induktif deduktif dan kualitatif. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 4.



Gambar 4.17. Hasil temuan subjek 4

Kemampuan tersebut di perjelas dengan hasil wawancara dibawah ini:

❖ Hasil wawancara subjek 4

Peneliti : Apakah anda mampu memahami pewarnaan titik pada graf?

Mahasiswa : ya, saya bisa memahaminya

Peneliti : Apakah anda bisa melakukan pewarnaan pada graf yang lainnya?

Mahasiswa : ya, saya bisa memberikan pewarnaan pada graf yang berbeda dari yang di berikan

- Peneliti* : Apakah anda bisa memberikan pewarnaan titik dinamis pada graf yang diberikan
- Mahasiswa* : ya, saya bisa memberikan pewarnaan titik dinamis
- Peneliti* : Apakah anda bisa melakukannya jika di ekspan ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa melakukannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menerapkan simbolisasi matematika dan menghitung kardinalitas dari graf yang di berikan ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menggunakannya, namun masih belum terlalu lancar karena masih harus melihat kembali pada keterangannya, dan saya juga dapat menghitung kardinalitas namun memerlukan waktu yang lama
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengembangkan sebuah bijeksi ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa mengembangkan sebuah bijeksi dan mengujinya , namun saya belum tau pasti kebenarannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menerapkan pembuktian induktif, deduktif dan kualitatif?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menerapkannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa melakukan interpretasi dan mengusulkan sebuah masalah terbuka ?
- Mahasiswa* : tidak , saya tidak bisa
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengetahui masalah kombinatorial baru dan menemukan aplikasi yang potensial ?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa , saya hanya bisa melakukannya pada graf yang saya kerjakan.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 4 maka alur kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:



Gambar 4.18. Potret fase subjek 4

Subjek 4 Pada langkah 1 sampai langkah 4b berpikir lurus sesuai dengan tahapan kemudian pada langkah 4a melompat ke tahap 4e. Dengan demikian subjek 4 berada pada level 4 di lihat dari karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

Subjek 5 telah mencapai level 5 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 5 berhasil mengembangkan algoritma, menghitung dan menguji algoritma, subjek 5 juga dapat menerapkan pembuktian secara induktif deduktif dan kualitatif. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 5.



Gambar 4.19. Hasil temuan subjek 5

Kemampuan tersebut di perjelas dengan hasil wawancara dibawah ini:

❖ Hasil wawancara subjek 5:

Peneliti : Apakah anda mampu memahami pewarnaan titik pada graf ?

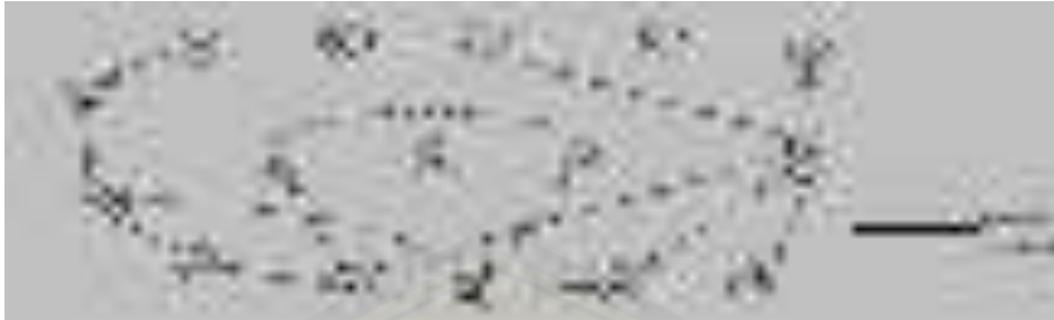
Mahasiswa : Ya, saya paham dengan pewarnaan titik pada graf

Peneliti : Apakah anda paham pewarnaan titik pada graf pada graf lainnya?

Mahasiswa : ya, saya dapat memahami dengan pewarnaan graf yang lain dengan syarat pewarnaan yang sama

- Peneliti* : Bisakah anda memahami pola pewarnaan dari graf yang diberikan?
- Mahasiswa* : Ya, saya dapat memahami pola pewarnaan pada graf yang di berikan, yang saya lakukan adalah menentukan pewarnaan titik minimum pada graf tersebut.
- Peneliti* : Apakah pola tersebut dapat di gunakan pada graf dengan syarat yang sama?
- Mahasiswa* : Pola pewarnaan tersebut dapat di gunakan untuk graf tertentu saja
- Peneliti* : Apakah anda dapat menuliskan hasil pekerjaan anda dalam bentuk matematis dan menentukan kardinalitasnya?
- Mahasiswa* : Ya, saya dapat menuliskannya dalam simbol matematis dan dapat menentukan kardinalitasnya
- Peneliti* : Apakah anda dapat mengembangkan sebuah algoritma?
- Mahasiswa* : Tidak, saya belum bisa membuat sebuah algoritma
- Peneliti* : Apakah anda bisa menguji sebuah algoritma?
- Mahasiswa* : Tidak, saya hanya memebrikan pola pewarnaan sesuai dengan pemikiran saya saja dan pada hanya pada graf tertentu.
- Peneliti* : Apakah anda bisa memahami masalah pewarnaan pada graf berbeda dengan graf yang anda berikan pewarnaan titik dinamisnya?
- Mahasiswa* : Ya, saya dapat memahami masalah pewarnaan pada graf lainnya.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 5 maka alur kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:



Gambar 4.20. Potret fase subjek 5

Pada langkah 1 sampai langkah 3b berpikir lurus sesuai dengan tahapan pada langkah 3b kemudian melompat ke tahap 4a kemudian ke tahap 4b tetapi pada langkah 4b subjek 1 kembali ke 2a. Pada langkah 3a melompat ke 4e dan kemudian kembali ke tahap 4a, terus ke 4d, 4e, 5a, 5b, 5c, alur pemikiran kembali ke 4a kemudian berlanjut sampai tahap 5d. Dengan demikian subjek 5 berada pada level 5 di lihat dari karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

Subjek 6 telah mencapai level 5 dari kemampuan berpikir kombinatorial, berdasarkan hasil analisis pekerjaan subjek 6 berhasil mengembangkan algoritma sederhana, menghitung dan menguji algoritma dan menerapkan pembuktian secara induktif deduktif dan kualitatif kemudian mampu menerapkan pada graf yang lainnya. Berikut hasil temuan yang telah dikerjakan oleh subjek 6.



Gambar 4.21. Hasil temuan subjek 6

Kemampuan tersebut di perjelas dengan hasil wawancara dibawah ini:

❖ Hasil wawancara subjek 6:

Peneliti : Apakah anda mampu memahami pewarnaan titik pada

- graf ?
- Mahasiswa* : Ya, sepertinya saya dapat melakukannya pada pola dengan graf berbeda kemudian dapat melaksanakannya pada beberapa kasus
- Peneliti* : dengan demikian Apakah anda dapat mengidentifikasi pola dari penyelesaian kasus yang diberikan ?
- Mahasiswa* : saya masih belum bisa menguasai simbol-simbol dalam materi ini, jika bisa saya mengerjakan tanpa menggunakan simbol-simbolnya
- Peneliti* : Apakah anda bisa menghitung kardinalitas dan mengembangkan algoritma ?
- Mahasiswa* : ya, saya bisa menghitung kardinalitas dari graf yang diberikan, tapi algoritma yang saya buat msih yang sederhana
- Peneliti* :Apakah anda bisa memastikan algoritma sederhana yang anda buat?
- Mahasiswa* : ya, saya telah melakukan perhitungan dari algoritma yang saya buat dan telah di uji dalam graf tersebut
- Peneliti* : Apakah anda bisa mengembangkan sebuah bijeksi?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa mengembangkan sebuah bijeksi
- Peneliti* : Apakah anda bisa menerapkan pembuktian ?
- Mahasiswa* : tidak, saya tidak bisa melakukannya
- Peneliti* : Apakah anda bisa melakukan interpretasi dari pekerjaan anda ?
- Mahasiswa* : ya, saya dapat melakukannya namun tidak bisa membuat bijeksi
- Peneliti* : Apakah anda dapat mengusulkan masalah terbuka Berdasarkan permasalahan yang telah anda selesaikan ?
- Mahasiswa* : ya, menurut saya algoritma yang diuat meskipun sederhana dapat dilakukan pada graf lainnya.

Berdasarkan analisis pekerjaan dan hasil wawancara pada subjek 6 maka alur

kemampuan berpikir kombinatorial dapat di lihat pada potret fase berikut ini:



Gambar 4.22. Potret fase subjek 6

Subjek 6 mengalami pengulangan dalam tahap 1b, 5a, 5b, dan 5c dan melompat secara bertahap 1a, 3a dan 4c. Dengan demikian subjek 6 berada pada level 5 di lihat dari karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan subindikator yang telah dikuasai.

4.5. Monograf

Monograf dikembangkan setelah didapatkan analisis data dari keenam mahasiswa setelah di proses kemampuan berpikir kombinatorial mereka. Dari enam orang mahasiswa di temukan 3 bentuk pola pewarnaan titik dinamis pada graf yang berbeda dari yang sudah ada. Kemudian peneliti meneliti apakah ketiga bentuk tersebut bisa dikembangkan setelah diteliti ketiga bentuk tersebut bisa dikembangkan. Langkah selanjutnya peneliti membuat rumus generalisasi dari kelima pola tersebut dan akan ditulis dalam monograf.

Monograf berisi penjelasan konsep *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Pada bagian pendahuluan terdapat definisi pewarnaan titik yang digambarkan dalam kehidupan sehari-hari. Pada bagian isi monograf, terdapat daftar beberapa hasil temuan-temuan terdahulu tentang pewarnaan titik, hasil temuan penulis sendiri dan temuan subjek penelitian. Hal yang paling penting dalam monograf ini adalah penentuan graf baru dan penentuan bilangan kromatik suatu graf hasil temuan mahasiswa yang menjadi subjek penelitian pembelajaran dengan menggunakan metode *research based learning*, yang mana di dalam monograf juga terdapat teorema-teorema yang muncul dari beberapa penemuan-penemuan tersebut.

Langkah-langkah penelitian, dimana disini diambil contoh adalah dalam penyelesaian masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada graf *triangular book* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan graf sebagai objek penelitian

Pada langkah ini, peneliti terlebih dahulu menentukan graf khusus sebagai objek penelitian. Selain itu juga bisa menggunakan graf hasil operasi seperti amalgamasi atau *shackle*.

2. Menentukan kardinalitas graf

Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi merupakan symbol yang berupa huruf (baik berindeks atau tidak), yang mana harus menggunakan symbol yang benar dan memiliki pola yang benar. Setelah memebrikan notasi, kemudian ditentukan kardinalitas grafnya. Kardinalitas ini meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik serta banyak sisi, dan diameter dari graf objek penelitian.

3. Menentukan bobot titik graf

Bobot titik ini pada selanjutnya dianggap sebagai warna dari titik tersebut. Bobot titik setiap titik yang bertetangga harus berbeda, dan seminimal mungkin. Bobot titik ini merupakan jumlah dari titik-titik yang bertetangga dengan titik yang akan ditentukan bobotnya.

4. Menentukan bilangan kromatik

Bilangan kromatik adalah jumlah warna yang digunakan untuk mewarnai graf objek penelitian yang telah disesuaikan dengan definisi *r-dynamic local irregularity vertex coloring*. Bilangan kromatik harus seminimal mungkin.

Berikut merupakan contoh *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada graf *triangular book*:



Gambar 4.23. *r*-dynamic local irregularity vertex coloring pada graf triangular book

Dalam monograf nanti juga akan disajikan temuan-temuan peneliti yang menghasilkan 4 teorema baru, yaitu:

1. *r*-dynamic local irregularity vertex coloring pada graf triangular book adalah:

$$\lambda_{lis}^r(Tb_n) = \begin{cases} 3, 1; & 1 \leq r \leq 2 \\ \sim; & r \geq 3 \end{cases}$$

2. *r*-dynamic local irregularity vertex coloring pada graf central of friendship

$$\text{adalah: } \lambda_{lis}^r(C(F_n)) = \begin{cases} 3; & r = 1 \\ 5; & r = 2 \\ 7; & r \geq 3 \end{cases}$$

3. *r*-dynamic local irregularity vertex coloring pada graf tapol adalah:

$$\lambda_{lis}^r(T_{n,m}) = \begin{cases} 4; & r = 1 \\ 5; & r \geq 2 \end{cases}$$

4. *r*-dynamic local irregularity vertex coloring pada graf rectangular book

$$\text{adalah: } \lambda_{lis}^r(Rb_n) = \begin{cases} 4; & 1 \leq r \leq 2 \\ 5; & r = 3 \\ 6; & r = 4 \\ 7; & r \geq 5 \end{cases}$$

4.6. Pembahasan

Pengembangan perangkat pembelajaran Research Based Learning bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian *r*-dynamic local irregularity vertex coloring. Pengembangan perangkat didasarkan pada model pengembangan Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *desseminate*.

Tahapan pengembangan yang pertama adalah validasi yang dilakukan oleh ahli, dan dilanjutkan dengan uji keefektifan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada penelitian ini berupa RPS, lembar kerja mahasiswa (LKM), dan tes akhir riset (TAR) menggunakan model pembelajaran *research based learning* pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.

Pembahasan keefektifan dan kepraktisan perangkat pembelajaran akan menyajikan ketercapaian kriteria kualitas dari perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran *research based learning* untuk menganalisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa.

Uji coba di lapangan menggunakan model *research based learning* untuk mengukur dan menganalisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa. Pada pertemuan pertama dosen membahas tentang kardinalitas sebagai pengetahuan awal untuk mahasiswa. Hal itu didahului dengan mahasiswa diberikan graf yang sama (LKM) untuk dicari kardinalitasnya, dan di akhir pertemuan pertama itu mahasiswa diminta untuk menemukan graf baru untuk dihitung kardinalitasnya. Pada saat pengerjaan itulah dosen berkeliling untuk mengetahui kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menghitung kardinalitas.

Pada penelitian ini ditemukan hasil yang berkaitan dengan analisis keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam memecahkan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring* pada penerapan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*. Pretes diberikan kepada kedua kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Dengan menggunakan uji-t, peneliti menganalisis data yang diperoleh tentang homogenitas dan normalitas. Berdasarkan hasil pretes, dapat diketahui bahwa kedua kelas memiliki tingkat varian yang sama. Oleh karena itu, kedua kelas dikatakan homogen. Hasil pretes dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol terdapat 10% atau 3 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah.

Sedangkan dari 41 mahasiswa di kelas eksperimen terdapat 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi, 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang, dan 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah.

Sebelum mengaplikasikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan, dilakukan terlebih dahulu uji homogenitas terhadap 71 mahasiswa dari kelas control dan kelas eksperimen menggunakan uji-t. Pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa hasil uji homogenitas dari pretes diperoleh nilai (Sig.) dari homogenitas varians adalah 0,701. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa asumsi dari homogenitas varians terpenuhi karena nilai signifikansi yang diperoleh lebih dari 0,05. Hal ini membuktikan bahwa rata-rata keterampilan kombinatorial mahasiswa dari kedua kelas tersebut adalah homogen.

Skor rata-rata hasil pretes dari kelas kontrol adalah 30,3333 (SD = 11,18291), sedangkan skor rata-rata hasil pretes di kelas eksperimen adalah 30,2439 (SD = 11,77663). Perbedaan antara skor rata-rata pretes ini adalah 0,701 ($p > 0,05$), itu artinya perbedaan rata-rata antara kedua kelas tidak signifikan. Hal itu juga menunjukkan bahwa dari hasil uji-t diperoleh nilai sig. (2-tailed) adalah 0,974 ($p > 0,05$), jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretes pada kelas control dan kelas eksperimen. Ini juga menandakan bahwa keduanya homogen.

Selanjutnya, peneliti menunjukkan hasil penelitian setelah dilakukan penggunaan perangkat pembelajaran. Sebelum hal itu dilakukan, akan ditunjukkan hasil uji normalitas data dari hasil post test mahasiswa. Bisa diketahui bahwa nilai signifikan untuk kelas control adalah 0,730 dan untuk kelas eksperimen adalah 0,241. Hal ini menunjukkan bahwa nilai signifikan lebih dari 0,05 yang berarti hasil post-test dari kedua kelas berdistribusi normal. Dari perhitungan tersebut juga bisa diketahui rata-rata hasil post test dari kelas control adalah 31,9667 (SD = 5,31415) dan rata-rata hasil post test untuk kelas eksperimen adalah 39,7805 (SD = 5,21782). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil post test kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas control setelah diimplementasikannya perangkat pembelajaran berbasis research based learning.

Selanjutnya, pada Tabel 4.6 ditunjukkan bahwa nilai sig.(2-tailed) dari uji-t independen adalah 0,000 ($p < 0,05$). Ini artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil post test dari kedua kelas tersebut. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan perangkat pembelajaran berbasis research based learning dalam meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah r-dynamic local irregularity vertex coloring.

Hasil posttest dari 71 mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan kombinatorial dari 30 mahasiswa di kelas kontrol mengalami perubahan jumlah, yaitu yang awalnya terdapat 63% atau 19 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah menjadi 53% atau 16 mahasiswa, dari 27% atau 8 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 37% atau 11 mahasiswa, sedangkan mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah tidak mengalami perubahan jumlah, yaitu tetap 10% atau 3 mahasiswa. Untuk 41 mahasiswa di kelas eksperimen yang awalnya terdapat 64% atau 26 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah berubah menjadi 34% atau 14 mahasiswa, semula terdapat 24% atau 10 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial sedang menjadi 44% atau 18 mahasiswa, dan dari 12% atau 5 mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial tinggi menjadi 22% atau 9 mahasiswa.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *research based learning* untuk meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dapat disimpulkan sebagai berikut:

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

LKM, dan tes akhir riset. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

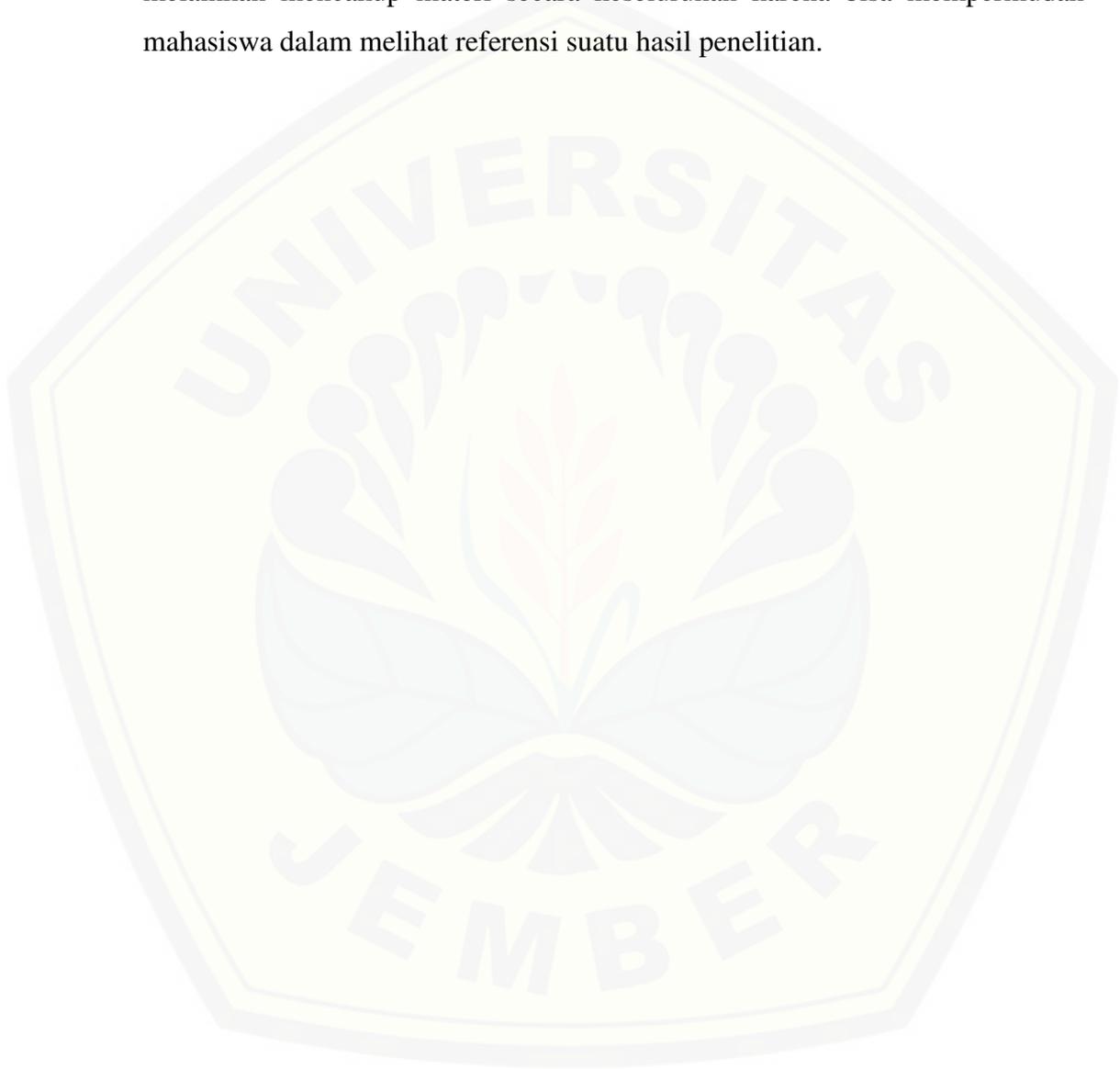
- 3) Hasil menunjukkan bahwa setelah implementasi perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*, hasil posttest dari 71 mahasiswa menunjukkan rata-rata hasil *post test* dari kelas kontrol adalah 31,9667 (SD = 5,31415) dan rata-rata hasil *post test* untuk kelas eksperimen adalah 39,7805 (SD = 5,21782). Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata hasil *post test* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol setelah diimplementasikannya perangkat pembelajaran berbasis *research based learning*. Selanjutnya, nilai sig.(2-tailed) dari uji-t independen adalah 0,000 ($p < 0,05$). Ini artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *post test* dari kedua kelas tersebut dan terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan perangkat pembelajaran berbasis *research based learning* dalam meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *r-dynamic local irregularity vertex coloring*.
- 4) Potret fase keterampilan kombinatorial yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan keterampilan kombinatorial rendah, sedang dan tinggi serta kombinasi potret fase dari keenam mahasiswa tersebut.
- 5) Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan peneliti dan mahasiswa berupa *r-dynamic local irregularity vertex coloring* dari graf *triangular book*, *central of friendship*, *tapol* dan *rectangular book*.

5.2. Saran

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

- 1) Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model *research based learning* pada kajian *r-dynamic local irregularity vertex coloring* sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain selain untuk membantu pemahaman konsep juga sebagai sarana memperkenalkan teknik penelitian pada tugas akhir nanti.

- 2) Untuk mengetahui lebih lanjut baik atau tidaknya perangkat yang telah dikembangkan ini, maka disarankan pada peneliti untuk menguji cobakan perangkat pada mahasiswa tingkat berbeda atau pada universitas yang berbeda.
- 3) Monograf yang dikembangkan bukan hanya mencakup materi tertentu, melainkan mencakup materi secara keseluruhan karena bisa mempermudah mahasiswa dalam melihat referensi suatu hasil penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- A. I. Kristiana, M.I. Utoyo, Dafik. 2017. The lower bound of the r -dynamic chromatic number of corona product by wheel graphs. *AIP Conference Proceedings*. 20-54.
- A. I. Kristiana. 2017. On r -dynamic Chromatic Number of the coronation of path and several graphs. *International Journal of Advanced Engineering, Research and Science*. **04: 04**. 96-101.
- Ali, Taherkhani. 2016. *On r -dynamic chromatic number of graphs*. *Discrete Appl. Math.* 201.
- Andi Prastowo. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoretis dan Praktik* Jakarta: Kencana, h. 270.
- Andi Prastowo. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Andi Prastowo. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Arumugam S, Premalatha K, Baca M and Semanicova-Fenovicova A. 2017. Local Antimagic Vertex Coloring of a Graph, *Graphs and Combinatorics*, **33**, 275-285.
- B. Montgomery. 2001. *Dynamic coloring of graphs*. West Virginia University.
- Cahyanti, Anggraeny Endah. 2016. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pendekatan Saintifik Model Problem Based Learning dan High Order Thinking Materi Barisan Dan Deret SMK Kelas X*. Jember: Universitas Jember.
- Cañadas, M.C. & Castro, E. 2005. A Proposal of Categorisation For Analysing Inductive Reasoning. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the CERME 4 International Conference*, (hal.401-408). Sant Feliu de Guixols, Spain.
- Chityadewi, Kirana. 2019. Meningkatkan Hasil Belajar Matematika pada Materi Operasi Hitung Penjumlahan Pecahan dengan Pendekatan CTL (Contextual Teaching and Learning). *Journal of Education Technology*. **3.3**. 196-202.
- Dafik, D.E.W. Meganingtyas, K.D. Purnomo, M.D. Tarmidzi, and I.H. Agustin. 2017. Several classes of graphs and their r -dynamic chromatic numbers. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*.

- Dafik. 2015. *Handbook for the Implementation of RBL (Research-Based Learning) in the Courses*. Jember : Universitas Jember.
- Dahar. R.W. 2011. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineke Cipta
- Fischbein, E. 2014. Intuition and Schemata in Mathematical Reasoning. *Educational Studies In Mathematics*. **Vol.38**. *Netherland: Kluwer Academic Publishers graphs, Ars Combinatoria*. p.161-167.
- H.J. Lai, B. Montgomery. 2002. *Dynamic coloring of graph*, Departement of Mathematics, West Virginia Unyversity.
- H.J. Lai, B. Montgomery, H. Poon. 2003. *Upper bounds of dynamic chromatic number*. *Ars Combin*. 68. 193-201.
- Hadas, N. & Hershkowitz, R. 2002. Activity Analysis at The Service of Task Design. In A.D. Cockburn & E. Nardi (Eds.), *Proceedings of the 26th International Conference on the Psychology of Mathematics Education*. (Vol. 3, pp. 49-56). Norwich, UK.
- Hidayah, Isti dan Sugiarto. 2006. *Workshop Pendidikan Matematika 2*. Semarang: Jurusan Matematika FMIPA UNNES.
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila.
- Indonesia, Undang-Undang Republik. 2003. *Sistem pendidikan nasional*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Khamdit, Sinthawa. 2014. *Research-Based Learning (RBL) in Higher Education*.
- M. Alishahi, 2012, *Dynamic chromatic number of regular graphs*, *Discrete Appl. Math*. 160.
- M. Alishahi, 2011, *On the dynamic coloring of graphs*, *Discrete Appl. Math*. 159.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. 2010. *Thinking Mathematically Second Edition*. Pearson Education Limited.

- Masriyah dan Rahayu, Endah Budi. 2007. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Universitas Terbuka.
- Nana Sudjana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nasution, 2010, *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*, (Jakarta: PT Bumi Aksara).
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- R. Kang, T. Muller, Douglas B. West, 2015, *On r -dynamic coloring of grids*, *Discrete Appl. Math.* 186, 286-290.
- Rahyubi, Heri. 2012. *Teori-Teori Belajar dan Aplikasi Pembelajaran Motorik*. Majalengka: Referens.
- S. Akbari, M. Ghanbari, S. Jahanbekam, 2010, *On the dynamic chromatic number of graphs*, *Comb and Graphs*, in: *Contemp Math - American Mathematical Society*, **531**, 11-18.
- S. Akbari, M. Ghanbari, S. Jahanbekam, 2014, *On the dynamic coloring of cartesian product graphs*, *Ars Combinatoria* **114**, 161-167.
- S. Jahanbekam, J. Kimb, Suil O, Douglas B. West, 2016, *On r -dynamic Coloring of Graphs*, *Discrete Applied Mathematics*, **206**, 65-72.
- Saragih, Melda Jaya. 2019. *Perlunya Belajar Mata Kuliah Aljabar Abstrak Bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika*. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*. **3.2**: 249-265.
- Suchada Poonpan, 2007, *Indicators of Research - Based Learning Instructional Process: A Case Study of Best Practice in a Primary School* (Disertasi: Department of Research and Psychology in Education, Faculty of Education, Chulalongkorn University, p. 2.
- Suherman, Erman. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Suherman, Erman. 2003. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA. UPI

- Suntusia, Dafik, & Hobri. 2019. The Effectiveness of Research Based Learning in Improving Students' Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems. *International Journal of Instruction*, **12(1)**.
- Supratman. 2016. *Penalaran Analogi Saat Conjecturing dalam Mengonstruksi Persamaan Irisan Kerucut*. Malang: PPs UM.
- Sutarto & Subanji. 2014. *Proses conjecturing dalam pemecahan Masalah matematika*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Exchange of Experiencess TEQIP, UM, Malang, 1 Desember.
- Tim UGM. 2010. *Handbook Research Based Learning*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yasin, S. 2012. Metode Belajar dan Pembelajaran yang Efektif. *Jurnal Adabiyah*. **12(1)**: 1-9.
- Yuni Pratama Wati dan Ismono. 2012. Development Of Chemistry Student Worksheet On Main Material Acid, Base, and Salt With Science Process Skills Orientation for Pioneering International Standard Junior High School. **Vol. 1. No.1.p. 236**.

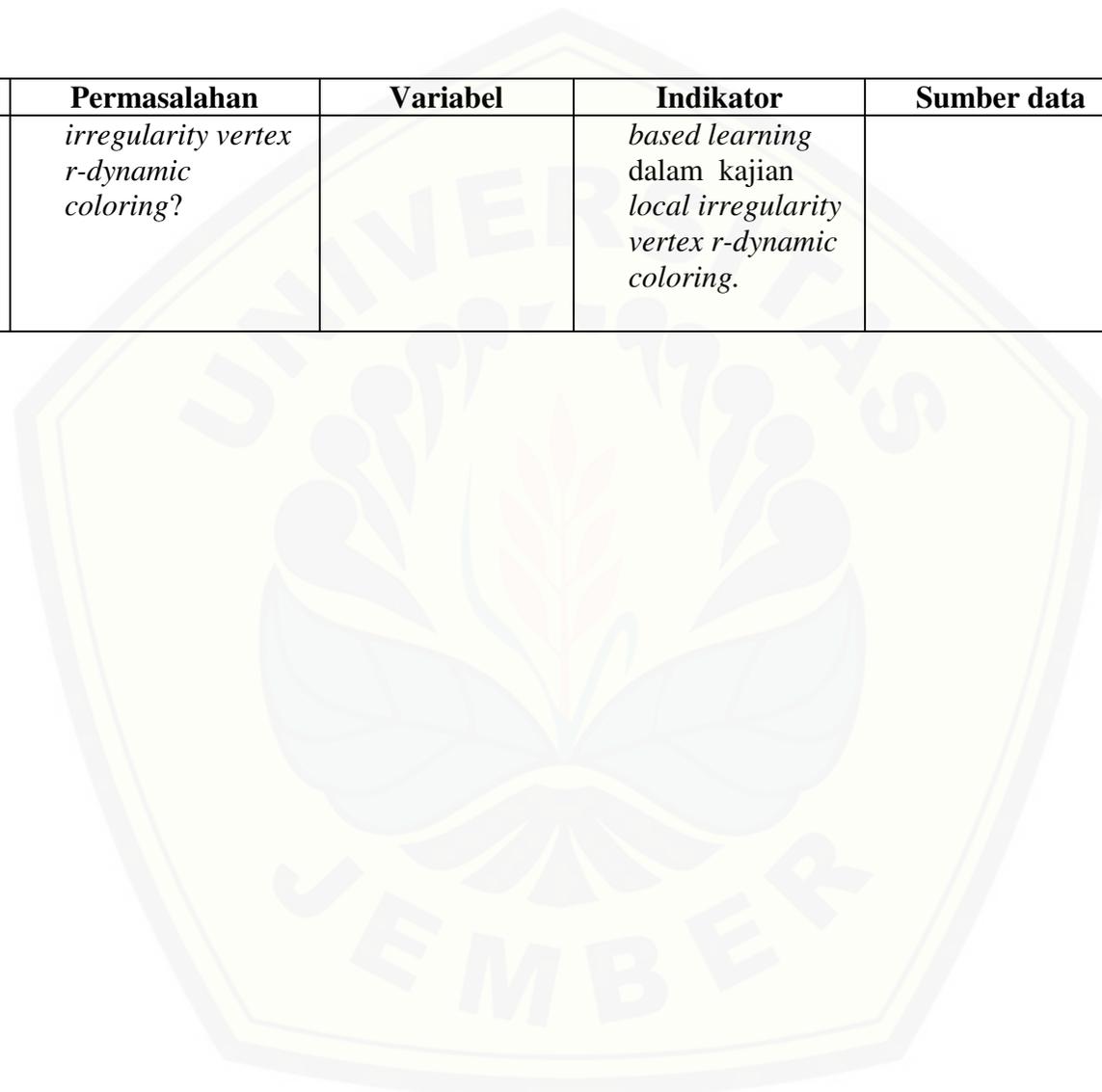
Lampiran 1. Matriks Penelitian

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode Penelitian
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan <i>Research Based Learning</i> dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kombinatorial Mahasiswa Menyelesaikan Masalah <i>Local Irregularity Vertex r-Dynamic Coloring</i> pada Graf Khusus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> dalam kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring</i>? 2. Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keterampilan Kombinatorial 2. Pembelajaran <i>Research Based Learning</i> 3. <i>Local Irregularity Vertex r-Dynamic Coloring</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> pada kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring</i>. 2. Menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>research based learning</i> terhadap keterampilan kombinatorial mahasiswa pada kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic</i> 	Responden: Mahasiswa semester ganjil di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis Penelitian : <i>Mix Method</i> 2. Pengumpulan data : <ol style="list-style-type: none"> a) LKM b) Tes c) Wawancara 3. Metode Analisa Data : <ol style="list-style-type: none"> a) Validasi perangkat pembelajaran b) Uji hipotesis dengan uji t-test c) Analisis data kepraktisan perangkat d) Analisis data keefektifan perangkat

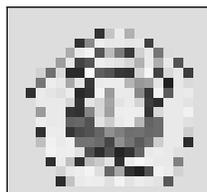
Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode Penelitian
	<p><i>coloring?</i></p> <p>3. Apakah perangkat yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan kombinatorial mahasiswa dalam kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring?</i></p> <p>4. Bagaimana potret fase keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring?</i></p> <p>5. Bagaimana monograf berbasis <i>research based learning</i> dalam kajian <i>local</i></p>		<p><i>coloring.</i></p> <p>3. Mengetahui peningkatan keterampilan kombinatorial mahasiswa akibat pengembangan perangkat yang dilakukan dalam kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring</i> melalui t-test.</p> <p>4. Mengetahui potret fase keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa pada kajian <i>local irregularity vertex r-dynamic coloring.</i></p> <p>5. Menghasilkan monograf berbasis <i>research</i></p>		

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode Penelitian
	<i>irregularity vertex r-dynamic coloring?</i>		<i>based learning dalam kajian local irregularity vertex r-dynamic coloring.</i>		



	UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN JURUSAN PENDIDIKAN MIPA PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA
SILABUS	
Nama Mata Kuliah	: Kombinatorika
Kode Mata Kuliah	: KPM1313
Semester	: 3
SKS	: 2
Dosen Pengampu Mata Kuliah	: Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D. [A]
Tim Pengajar	: Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd. [B] Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd. [C]
Deskripsi Mata Kuliah	: Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	: Sikap: S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila Pengetahuan: PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya Ketrampilan Umum: KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS Ketrampilan Khusus: Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>) CP Mata Kuliah (1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi a) prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian) b) kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait c) permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait d) ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait e) peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait (2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik a) Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit b) Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam

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



UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

MATA KULIAH	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)	SEMESTER	Tgl Penyusunan
Kombinatorika	KPM1313	Mata Kuliah Pilihan	2	3	25 Februari 2019
OTORISASI	Dosen Pengembang RPS	Koordinator Matakuliah	Ketua Program Studi		Dekan
	Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd.	Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D.	Susi Setiawani, S.Si., M.Sc.		Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Capaian Pembelajaran (CP)	<p>CPL – Prodi</p> <p>Sikap: S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila</p> <p>Pengetahuan: PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya</p> <p>Ketrampilan Umum: KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS</p> <p>Ketrampilan Khusus: Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>)</p>
	<p>CP-MK</p> <p>(1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> a) prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian) b) kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait c) permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait d) ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait e) peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait <p>(2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit b) Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam bentuk notasi rekursif c) Menggunakan induksi matematika dalam pembuktian pernyataan-pernyataan matematika

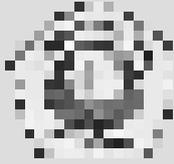
Digital Repository Universitas Jember

	<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>	
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.	
Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan	<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>	
Daftar Pustaka/ Referensi	<ol style="list-style-type: none"> Gallier, Jean. 2011. Discrete Mathematics. New York: Springer. Goodaire, Edgar G & Parmenter, Michael M. 2002. Discrete Mathematics with Graph Theory Second Edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Lovaz, Pelikan & Vesztergombi. 2003. Discrete Mathematics: Elementary and Beyond. New York : Spinger-verlag. Lipschutz dan Lipson. 2007. Scaum' series: Discrete mathematics third editions. New york: McGraw-Hill Rao, G. Shanker. 2009. Discrete Mathematical Structures, Second Edition. New Delhi: New Age International Limited Publishers Rosen, Kenneth H. 2003. Discrete Mathematics and Its Applications. New York : McGraw-Hill. 	
Media Pembelajaran	<i>Software</i>	<i>Hardware</i>
	<ol style="list-style-type: none"> MS Power Point/Pdf Viewer LaTeX Browser: E-learning UNEJ 	<ol style="list-style-type: none"> Proyektor/LCD Pointer Laptop / Komputer
Team Teaching	Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D. Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd	
Matakuliah Prasarat	-	

Pert. ke-	Kemampuan Akhir yang diharapkan	Indikator	Kriteria dan Bentuk Penilaian	Metode Pembelajaran [Estimasi Waktu]	Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
1-5	<ul style="list-style-type: none"> Memahami isi Kontrak Kuliah, dan Dokumen Pembelajaran Memahami teknis dasar perhitungan serta mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah yang terkait Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep permutasi serta mampu menerapkan konsep dalam pemecahan masalah yang terkait Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan konsep kombinasi serta mampu menerapkannya dalam pemecahan 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kemampuan mahasiswa dalam, memformulasikan, atau menganalisis konsep prinsip dasar perhitungan, permutasi, kombinasi dan ekspansi binomial 	<p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ketepatan penjelasan ✓ Komunikasi (tertulis dan lisan/verbal) ✓ Keterampilan pembuktian ✓ Keterampilan pembuktian ✓ Ketajaman analisis ✓ pemahaman dan kebenaran konsep <p>Metode:</p>	<p>Model: <i>direct learning</i></p> <p>Metode: diskusi, ekspositori, dan <i>cooperative learning</i></p> <p>[TM : 5(2*50 menit)]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Membahas kontrak kuliah Membahas objek kajian kombinatorik dan aplikasinya Aturan Dasar Perhitungan Permutasi Kombinasi Ekspansi Binomial 	Kognitif 8%

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

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



UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA

KONTRAK KULIAH

Nama Mata Kuliah	:	Kombinatorika
Kode Mata Kuliah	:	KPM1313
Semester/Tahun Akademik	:	3 / 1819
SKS	:	2
Koordinator Mata Kuliah	:	Prof. Drs. Slamini, M.Comp.Sc., Ph.D. [A]
Tim Pengajar	:	Randi Pratama Murtikusuma, S.Pd., M.Pd. [B] Saddam Hussien, S.Pd., M.Pd. [C]
Diskripsi Mata Kuliah	:	Mata kuliah ini secara umum membahas tentang teknik menghitung, permutasi, kombinasi, ekspansi binomial, peluang, peluang bersyarat, peluang saling asing, prinsip rekursi, dan inklusi-eksklusi.
Capaian Pembelajaran Matakuliah	:	<p>Sikap: S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas dan memiliki karakter sebagai wujud pengamalan butir-butir Pancasila</p> <p>Pengetahuan: PP2 Menguasai objek matematika untuk pemecahan masalah, dan melaksanakan pembelajarannya</p> <p>Ketrampilan Umum: KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dengan menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur dalam konteks pengembangan atau implementasi IPTEKS</p> <p>Ketrampilan Khusus: Mampu merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran matematika dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang berorientasi kecakapan hidup (<i>thinking skill, social skill, academic skill, vocational skill</i>)</p> <p>CP Mata Kuliah</p> <p>(1) Mampu menerapkan dan menganalisis konsep-konsep dalam bidang kajian kombinatorik, serta menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> a) prinsip dasar perhitungan (aturan penambahan dan perkalian) b) kombinasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait c) permutasi dan menyelesaikan permasalahan yang terkait d) ekspansi binomial dan menyelesaikan permasalahan yang terkait e) peluang dan menyelesaikan permasalahan yang terkait <p>(2) Mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep bidang kajian kombinatorik</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Memformulasikan barisan dan deret secara eksplisit maupun implisit b) Menotasikan kembali formula barisan dan deret dalam bentuk notasi rekursif c) Menggunakan induksi matematika dalam pembuktian pernyataan-pernyataan matematika d) Menggunakan teorema-teorema dalam teknik menghitung tingkat dasar maupun tingkat lanjut dalam penyelesaian masalah e) Memodelkan permasalahan matematika dalam bentuk persamaan relasi rekurensi
Bahan Kajian	:	<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</p>

		dan penerapannya.
Referensi	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gallier, Jean. 2011. Discrete Mathematics. New York: Springer. 2. Goodaire, Edgar G & Parmenter, Michael M. 2002. Discrete Mathematics with Graph Theory Second Edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 3. Lovaz, Pelikan & Vesztergombi. 2003. Discrete Mathematics: Elementary and Beyond. New York : Spinger-verlag. 4. Lipschutz dan Lipson. 2007. Scaum' series: Discrete mathematics third editions. New york: McGraw-Hill 5. Rao, G. Shanker. 2009. Discrete Mathematical Structures, Second Edition. New Delhi: New Age International Limited Publishers 6. Rosen, Kenneth H. 2003. Discrete Mathematics and Its Applications. New York : McGraw-Hill.

Tugas	:	<p>Tugas mata kuliah yang diberikan kepada mahasiswa meliputi tugas individu dan tugas kelompok</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tugas kelompok melakukan kajian terhadap permasalahan (terbaru maupun <i>open problem</i>) dalam bidang kombinatorika 2. Tugas individu mengerjakan permasalahan tentang barisan, deret, induksi matematika, definisi rekursif, dan struktural induksi
--------------	---	--

Kriteria Penilaian	:	<p>Kriteria penilaian mata kuliah ini meliputi dua aspek, yaitu:</p> <p>(1). Penilaian Kemampuan Pengetahuan $N1 = 20\%NT + 25\%NK + 25\%UTS + 30\%UAS$ Keterangan: N1 = Nilai pengetahuan/kognitif NT = Nilai rerata Tugas NK = Nilai rerata Kuis UTS = Ujian Tengah Semester UAS = Ujian Akhir Semester</p> <p>(2). Penilaian Sikap dan Tata Nilai (N2) Penilaian terhadap sikap dan tata nilai akan didasarkan pada dimensi atau kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketuhanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa • Kemandirian dan tanggung jawab • Kejujuran • Hormat dan santun • Percaya diri, kreatif, dan pekerja keras <p>Nilai Akhir (NA) = 50%N1 + 50% N2 Nilai Akhir (NA) diperoleh dengan merata-rata N1 dan N2. Nilai akhir akan diberikan dalam bentuk huruf mutu dengan mengacu kepada kriteria yang telah ditetapkan dalam buku pedoman Universitas Jember tahun ajaran 2016/2017 sebagai berikut:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Huruf Mutu</th> <th>Angka Mutu</th> <th>Rentang Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>4,00</td><td>80 - 100</td></tr> <tr><td>AB</td><td>3,50</td><td>75 - 79,99999</td></tr> <tr><td>B</td><td>3,00</td><td>70 - 74,99999</td></tr> <tr><td>BC</td><td>2,50</td><td>65 - 69,99999</td></tr> <tr><td>C</td><td>2,00</td><td>60 - 64,99999</td></tr> <tr><td>CD</td><td>1,50</td><td>55 - 59,99999</td></tr> <tr><td>D</td><td>1,00</td><td>50 - 54,99999</td></tr> <tr><td>DE</td><td>0,50</td><td>45 - 49,99999</td></tr> <tr><td>E</td><td>0,00</td><td>0 - 44,99999</td></tr> </tbody> </table>	Huruf Mutu	Angka Mutu	Rentang Nilai	A	4,00	80 - 100	AB	3,50	75 - 79,99999	B	3,00	70 - 74,99999	BC	2,50	65 - 69,99999	C	2,00	60 - 64,99999	CD	1,50	55 - 59,99999	D	1,00	50 - 54,99999	DE	0,50	45 - 49,99999	E	0,00	0 - 44,99999
Huruf Mutu	Angka Mutu	Rentang Nilai																														
A	4,00	80 - 100																														
AB	3,50	75 - 79,99999																														
B	3,00	70 - 74,99999																														
BC	2,50	65 - 69,99999																														
C	2,00	60 - 64,99999																														
CD	1,50	55 - 59,99999																														
D	1,00	50 - 54,99999																														
DE	0,50	45 - 49,99999																														
E	0,00	0 - 44,99999																														

Jadwal Perkuliahan

Perkuliahan akan dilaksanakan selama 16 kali pertemuan dengan durasi 2×50 menit perpertemuan. Rincian pokok bahasan untuk masing-masing pertemuan dijabarkan sebagai berikut:

Pertemuan ke	Tanggal dan Jam	Bahan Kajian	Dosen Pengampu
1		Membahas kontrak kuliah dan kajian kombinarotika	[A] [C]
2		Prinsip Dasar Perhitungan	[A] [C]
3		Permutasi	[A] [C]
4		Kombinasi	[A] [C]
5		Ekspansi Binomial	[A] [C]
6		Prinsip Dasar Peluang	[A] [C]

7	Peluang Bersyarat dan Saling Asing	[A] [C]
8	UTS	[A] [C]
9	Prinsip sarang merpati (pigeonhole principle)	[B] [C]
10	Definisi rekursif dan struktural induksi	[B] [C]
11	Pemodelan dengan relasi rekurensi	[B] [C]
12	Solusi relasi rekurensi linier homogen	[B] [C]
13	Solusi relasi rekurensi linier nonhomogen	[B] [C]
14	Fungsi pembangkit	[B] [C]
15	Prinsip dan penerapan inklusi-eksklusi	[B] [C]
16	UAS	[B] [C]

Jember, 25 Februari 2019

Dosen Pembina
Mata kuliah

Perwakilan Mahasiswa

Saddam Hussien., S.Pd., M.Pd
NRP. 760017071

.....
NIM.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Susi Setiawani, S.Si., M.Sc
NIP. 197003071995122001

Lampiran 5. SAP

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Fakultas/ Prodi	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan/ Pendidikan Matematika
Mata Kuliah	: Kombinatorika
Semester	: 3
SKS	: 2
Dosen Pengampu	: Dr. Arika Indah Kristiana, S.Si., M.Si.
Bahan Kajian	: <i>Local irregularity vertex r-dynamic coloring</i>
Pertemuan ke-	: 1 – 2
Kemampuan Akhir	: Mahasiswa mampu mengembangkan <i>local rregularity vertex r-dynamic coloring</i> suatu graf
Sub Bahan Kajian	: Kardinalitas, bilangan kromatik, fungsi bilangan kromatik
Sumber Pembelajaran	: Buku dan artikel/ <i>paper</i> terkait
Media Pembelajaran	: LKM
Pendekatan/ Metode	: <i>Research based learning</i>
Skenario Pembelajaran	: <ul style="list-style-type: none"> • Pertemuan ke-1: Kardinalitas

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Menjawab salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran, yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)	2. Memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan dosen, kalau perlu dicatat	3'
3. Membangkitkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
graf dalam kehidupan sehari-hari		
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
Exposure Stage		
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai jurnal tersebut	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'
Experience Stage		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	30'
Capstone Stage		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Menjawab salam dan doa	2'

- Pertemuan ke-2: *Local irregularity vertex r-dynamic coloring*

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Menjawab salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran, yaitu mengetahui konsep local irregularity vertex r-dynamic coloring pada suatu graf	2. Memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan dosen, kalau perlu dicatat	3'
3. Meminta mahasiswa mengingat kembali materi sebelumnya (kardinalitas)	3. Mengingat kembali materi sebelumnya (kardinalitas)	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang konsep local irregularity vertex r-dynamic coloring pada suatu graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari	5'
Kegiatan Inti		75'
Dosen	Mahasiswa	
Exposure Stage		
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan referensi (pengetahuan awal) berupa jurnal penelitian	3. Menerima referensi yang diberikan oleh dosen	10'
4. Memberikan penjelasan mengenai jurnal tersebut	4. Mendengarkan penjelasan dosen	10'
Experience Stage		
5. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	5. Melakukan diskusi	30'

Capstone Stage		
6. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	6. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
7. Mengevaluasi jalannya presentasi	7. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Menjawab 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 6. Lembar Validasi SAP**LEMBAR VALIDASI SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah : Kombinatorika
 Materi : *Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring*
 Kelas/ Semester :
 Nama Validator :

A. Tujuan

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

B. Petunjuk

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

Keterangan skala penilaian:

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

C. Penilaian Ditinjau dari Beberapa Aspek

No.	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
I. PERUMUSAN TUJUAN PEMBELAJARAN					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan				
2.	Kesesuaian indicator dengan tujuan pembelajaran				

No.	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
II. ISI SAP					
1.	Sistematika penyusunan SAP				
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>research based learning</i>				
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, kegiatan 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 : tidak baik
- 2 : cukup baik
- 3 : baik
- 4 : 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 angka atau nomor yang sesuai dengan pilihan anda

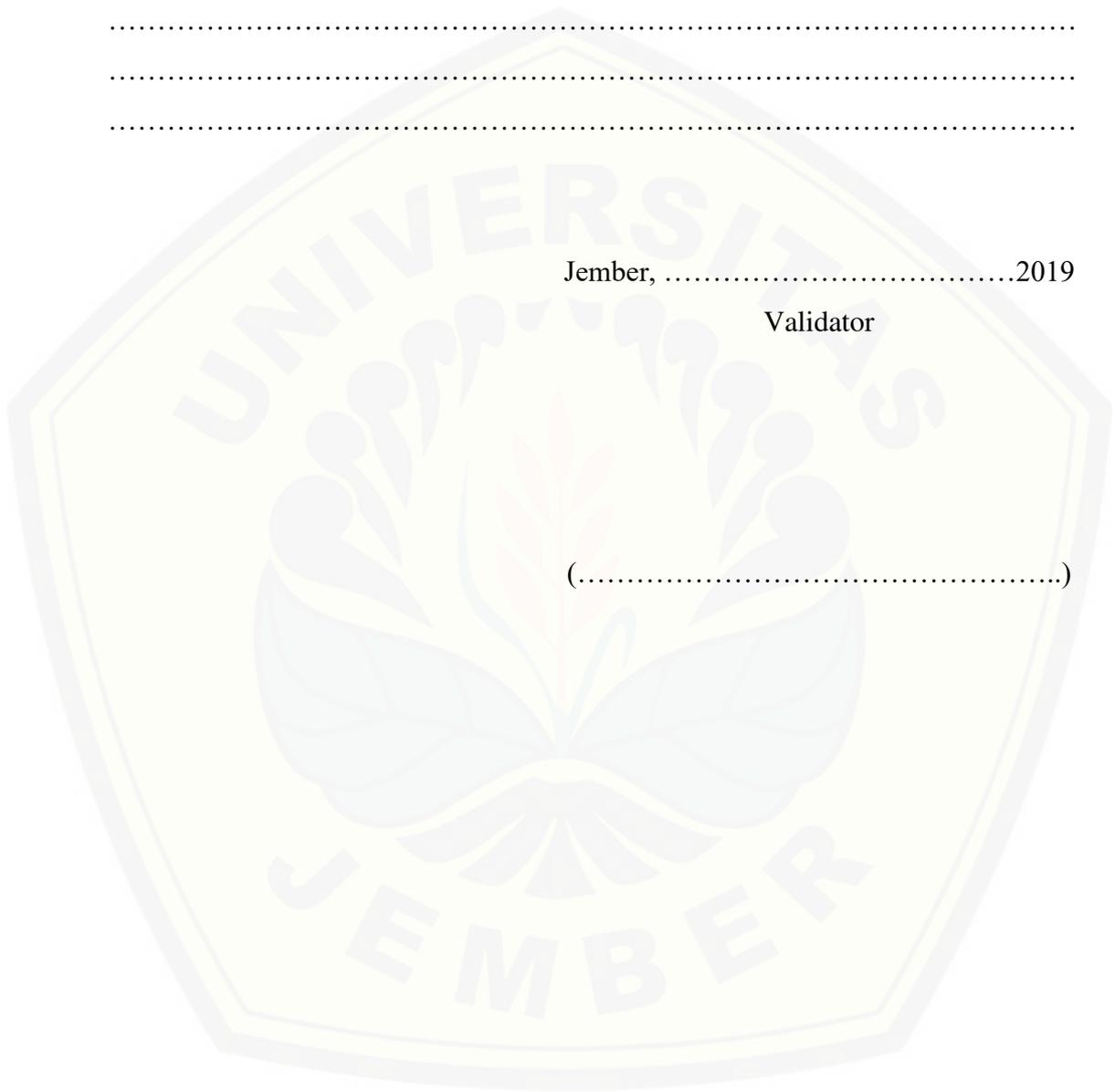
E. Komentar dan Saran Perbaikan

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

Jember,2019

Validator

(.....)

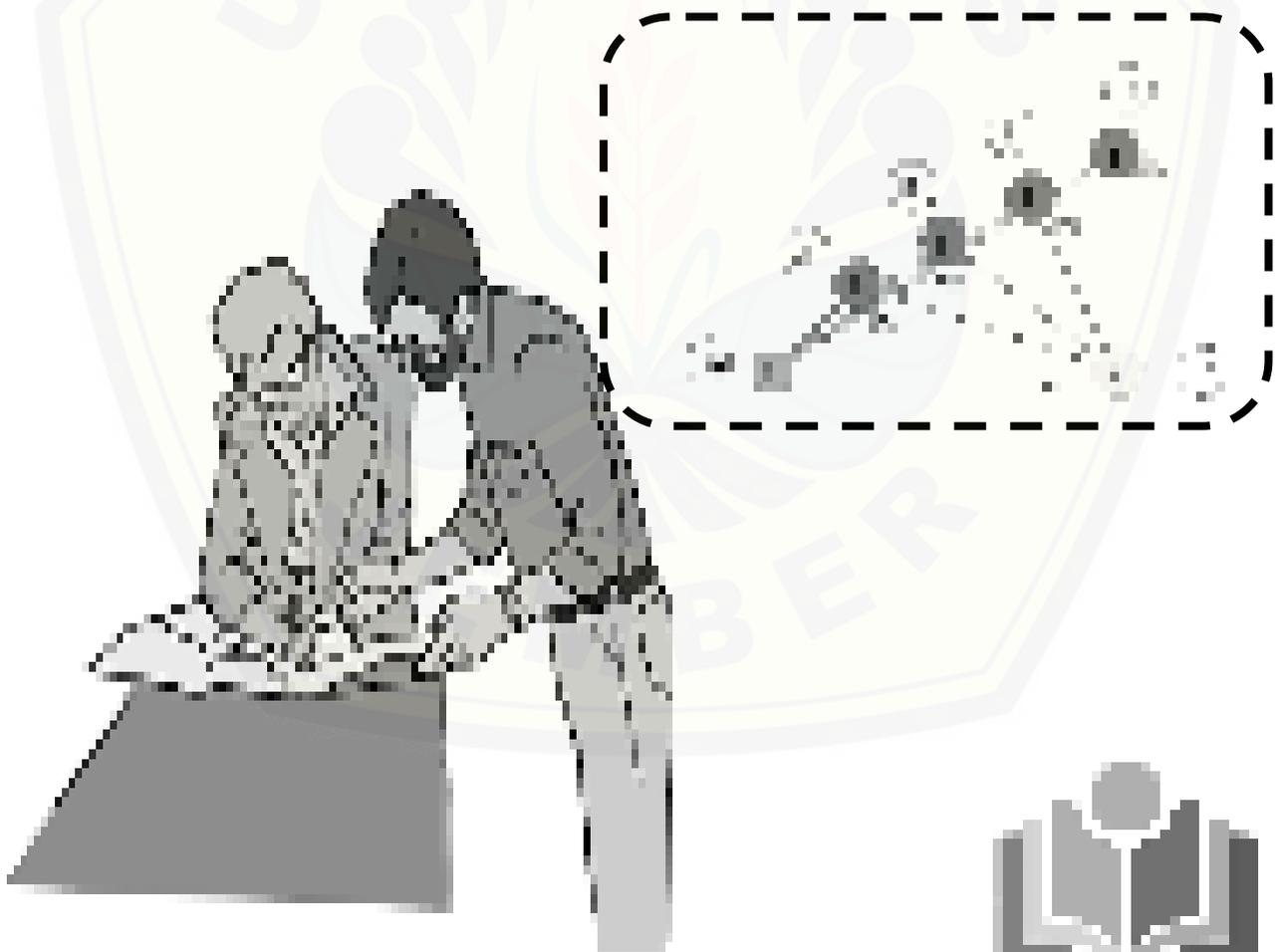




LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

MENJADI MAHASISWA KOMBINATORIAL

Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring



MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER



TES KETERAMPILAN KOMBINATORIAL

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



INDIKATOR :

- ⇒ Memahami *local irregularity vertex r-dynamic coloring*
- ⇒ Menentukan kardinalitas suatu graf
- ⇒ Menentukan label titik suatu graf
- ⇒ Menentukan bobot titik suatu graf
- ⇒ Menentukan fungsi titik suatu graf
- ⇒ Menentukan *local irregularity vertex r-dynamic coloring* suatu graf (sesuai definisi yang berlaku)

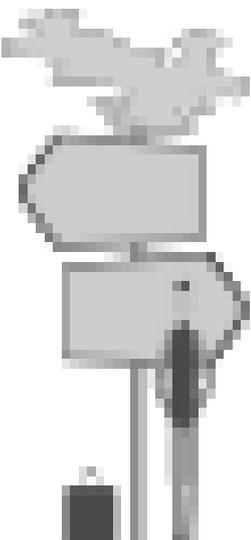


Exposure Stage

NAMA/ NIM :

- 1.
- 2.
- 3.

KETERANGAN :



1. ...
 2. ...
 3. ...

1. ...
 2. ...
 3. ...



Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring

*Definisi Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring

PETUNJUK :

1. Banyaknya warna yang bertetangga lebih dari atau sama dengan minimal dari $\{r, d(v)\}$;
2. Dua titik yang saling bertetangga **tidak boleh** memiliki warna (w) yang sama ;
3. Bobot titik (w) merupakan jumlah dari label titik yang bertetangga ;
4. $l(v)$ merupakan anggota bilangan asli yang boleh dipakai lebih dari satu kali.



DEFINISI

Sebuah graf $G = (V, E)$ dikatakan memiliki Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring jika dan hanya jika :

- $r \leq d(v)$;
- $d(v) \leq r$;
- $d(v) = r$;
- $d(v) > r$;
- $d(v) < r$;
- $d(v) = r$;
- $d(v) > r$;
- $d(v) < r$;

Experience Stage

RISET 1

Kardinalitas :



⇒ Graf (G) : Path dengan banyak titik =

Sehingga $G =$

⇒ Pelabelan titik dan sisi :



⇒ Fungsi label titik dan sisi :



KETERANGAN :

$V =$ himpunan tak kosong dari simpul-simpul atau titik yang dapat ditulis

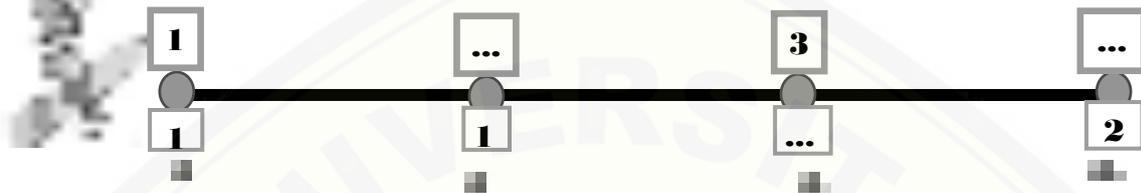
$E =$ himpunan sisi (*edge*)

$|V| =$ jumlah titik pada suatu graf
 $|E| =$ jumlah sisi pada suatu graf



RISET II

Amatilah graf di bawah!



Mencari Bobot Titik	
	$0 + 1 = 1$
	$1 + \dots = \dots$
	$1 + 2 = 3$
	$\dots + 0 = \dots$

1) Mencari r -dinamis titik ketakteraturan lokal untuk $r = 1$:

$1 - 1 = 0$

$0 < 1$

$2 - 1 = 1$

$1 < 1$

$3 - 2 = 1$

$1 < 1$

$0 - 0 = 0$

$0 < 1$

Jadi =

1) Mencari r -dinamis titik ketakteraturan lokal untuk $r = 2$:

Apakah syarat tetap terpenuhi untuk $r=2$?

$1 - 1 = 0$

$0 < 2$

$2 - 1 = 1$

$1 < 2$

$3 - 2 = 1$

$1 < 2$

$0 - 0 = 0$

$0 < 2$

Jadi =

Jadi, pada gambar riset II: syarat untuk $r = 1$ dan $r = 2$ terpenuhi/ tidak terpenuhi (coret yang tidak perlu) sehingga pewarnaan r -dinamis pada gambar tersebut dapat digunakan untuk $r = \dots$





Bilangan Kromatik dari $\frac{1}{2}$ sebagai berikut :

$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ -

$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ -

$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ -

$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ -



Menurut Anda, berdasar resume di atas, berapa nilai $\frac{1}{2}$ untuk $\frac{1}{2}$?

Jawab :

Menurut perkiraan saya $\frac{1}{2}$ untuk $\frac{1}{2}$ adalah

Tentukan bilangan kromatik ketakteraturan lokal $\frac{1}{2}$

Jawab :

.....

.....

Uji Pernyataan Anda:

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$



Lembar Kerja Mahasiswa

Ayo Mencoba!

Amatilah gambar  di bawah ini!

Berikan simbol di setiap titiknnya, kemudian tentukan kardinalitasnya dan bobot titik dari graf tersebut!



⇒ Graf (G) : Path dengan banyak titik =
 Sehingga $G = \dots$

⇒ Pelabelan titik dan sisi :

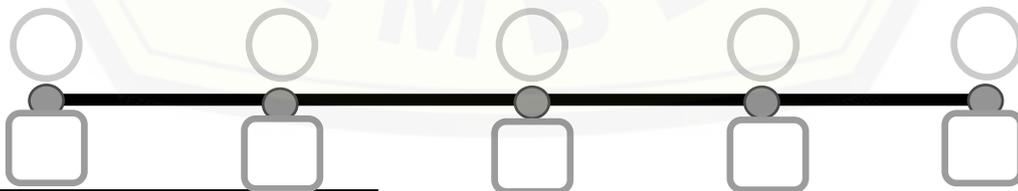
$$V = \{ \dots \}$$

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

⇒ Fungsi label titik dan sisi :

$$V(P_5) = \{ \dots \} \text{ sehingga } |V(P_5)| = \dots$$

$$E(P_5) = \{ \dots \} \text{ sehingga } |E(P_5)| = \dots$$

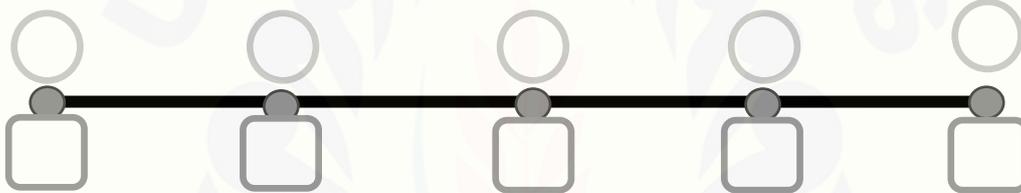


Mencari Bobot Titik	
	... + ... = ...
	... + ... = ...
	... + ... = ...
	... + ... = ...
	... + ... = ...

Bilangan kromatik pada  untuk $r = 1$ adalah 3

Lembar Kerja Mahasiswa**Ayo Mencoba!**

Carilah *local irregularity vertex r -dynamic coloring* untuk $r = 2$ dan tentukan bilangan kromatiknya sesuai dengan syarat yang berlaku!



Capstone Stage

Lembar Kerja Mahasiswa**TES HASIL BELAJAR**

1. Tentukan label titik dari graf P_6 !



2. Tentukan kardinalitas dari graf tersebut !
3. Tentukan bobot titik pada graf tersebut !
4. Carilah *local irregularity vertex r -dynamic coloring* untuk $r = 1$ dan $r = 2$ dari graf tersebut !
5. Tentukan bilangan kromatik pada setiap r sesuai dengan syarat yang berlaku!
6. Buatlah satu graf dan tentukan pewarnaannya sesuai definisi *local irregularity vertex r -dynamic coloring*! (Catatan: graf yang digunakan tidak boleh sama antara mahasiswa yang satu dengan mahasiswa yang lain)

Selamat mengerjakan :)

C. Penilaian Umum

Kesimpulan penilaian secara umum (**):

a. Rencana Pembelajaran ini :

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

b. Rencana 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

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

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

Jember, 2019

Validator

(.....)

Lampiran 9. Rubrik Validasi LKM

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

No.	Indikator penilaian	Rubrik
		<p>sesuai dengan kognisi peserta</p> <p>(4) Jika masalah yang diangkat sudah sesuai dengan kognisi peserta</p>
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	<p>(1) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang tidak jelas</p> <p>(2) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang kurang jelas</p> <p>(3) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang cukup jelas</p> <p>(4) Jika setiap kegiatan mempunyai tujuan yang sudah jelas</p>
5.	Kegiatan yang disajikan menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa	<p>(1) Jika kegiatan yang disajikan tidak menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa</p> <p>(2) Jika kegiatan yang disajikan kurang menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa</p> <p>(3) Jika kegiatan yang disajikan cukup menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa</p> <p>(4) Jika kegiatan yang disajikan sudah menumbuhkan keterampilan kombinatorial mahasiswa</p>
6.	Penyajian LKM menarik	<p>(1) Jika penyajian LKM tidak menarik</p> <p>(2) Jika penyajian LKM kurang menarik</p> <p>(3) Jika penyajian LKM cukup menarik</p> <p>(4) Jika penyajian LKM sudah menarik</p>

III. Bahasa dan tulisan

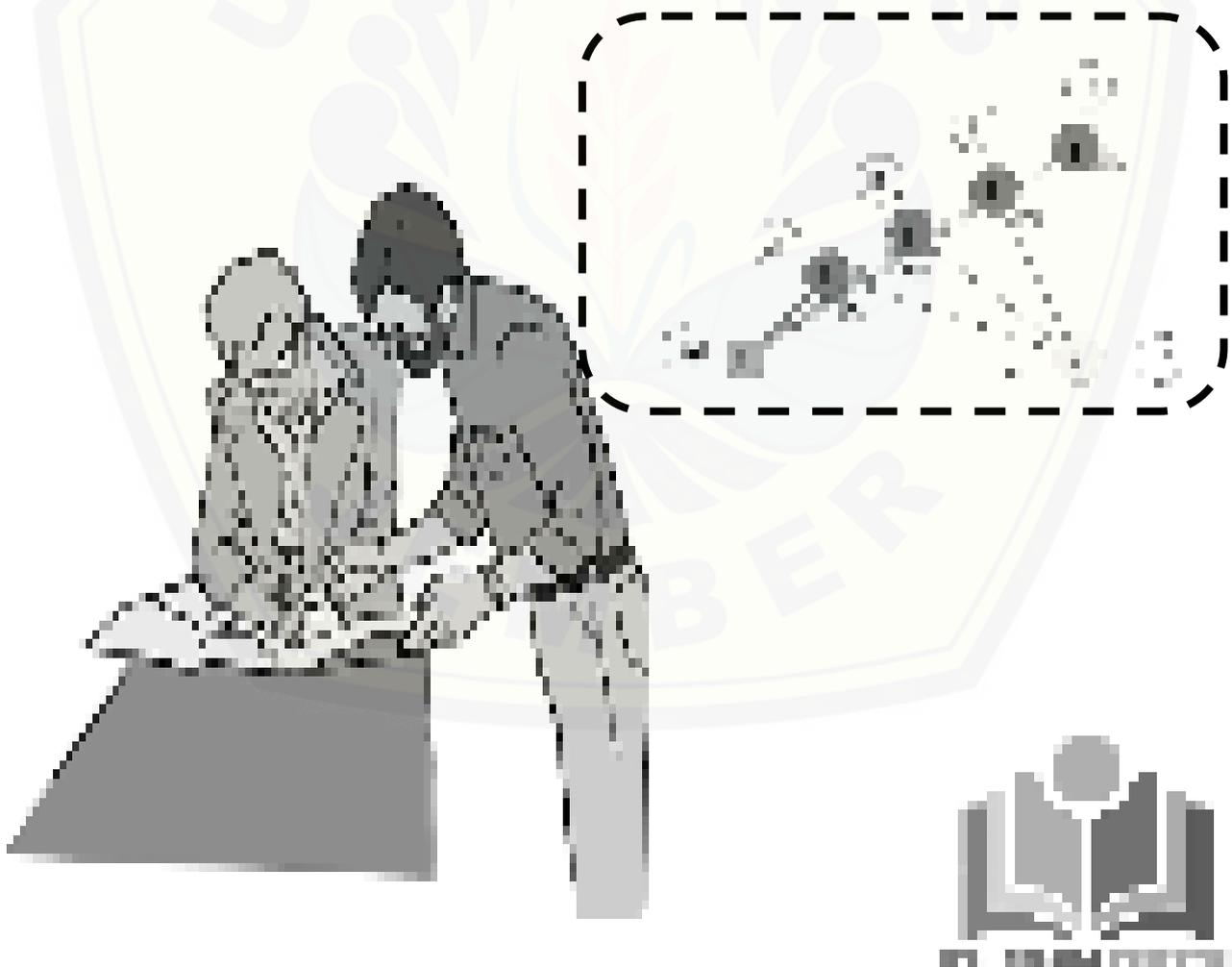
No.	Indikator penilaian	Rubrik
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu	(1) Jika soal tidak dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu (2) Jika soal kurang dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak 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) (2) Jika kurang dirumuskan dengan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku (EYD) (3) Jika cukup dirumuskan dengan mengikuti kaidah

No.	Indikator penilaian	Rubrik
		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 cukur komunikatif (4) Jika bahasa yang digunakan komunikatif



LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM-KUNCI JAWABAN)

MENJADI MAHASISWA KOMBINATORIAL
LOKAL IREGULAR r -DINAMIS

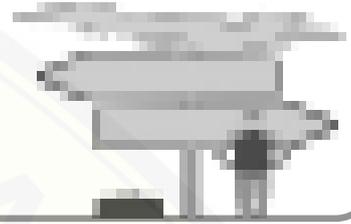


MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER



TES KETERAMPILAN KOMBINATORIAL

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



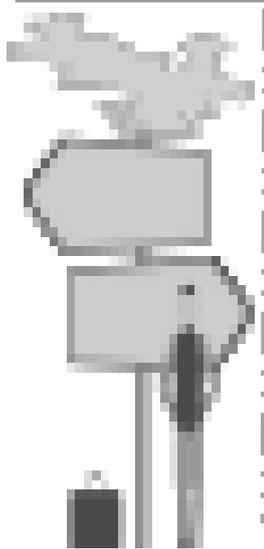
INDIKATOR :

- ⇒ Memahami *local irregularity vertex r-dynamic coloring*
- ⇒ Menentukan kardinalitas suatu graf
- ⇒ Menentukan label titik suatu graf
- ⇒ Menentukan bobot titik suatu graf
- ⇒ Menentukan fungsi titik suatu graf
- ⇒ Menentukan *local irregularity vertex r-dynamic coloring* suatu graf (sesuai definisi yang berlaku)

Exposure Stage



NAMA/ NIM :



KETERANGAN :

1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

10. ...

KETERANGAN :

1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

10. ...



Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring

*Definisi Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring

PETUNJUK :

1. Banyaknya warna yang bertetangga lebih dari atau sama dengan minimal dari $\{r, d(v)\}$;
2. Dua titik yang saling bertetangga **tidak boleh** memiliki warna (w) yang sama ;
3. Bobot titik (w) merupakan jumlah dari label titik yang bertetangga ;
4. $l(v)$ merupakan anggota bilangan asli yang boleh dipakai lebih dari satu kali.



DEFINISI

Sebuah graf $G = (V, E)$ dikatakan memiliki Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring jika dan hanya jika :

1. $r \leq d(v)$;
2. $d(v) \leq l(v)$;
3. $l(v)$ merupakan anggota bilangan asli yang boleh dipakai lebih dari satu kali.

Experience Stage

RISET I

Kardinalitas :



⇒ Graf (G) : Path dengan banyak titik = 4

Sehingga $G =$

⇒ Pelabelan titik dan sisi :



⇒ Fungsi label titik dan sisi :



sehingga

sehingga

KETERANGAN :

$V =$ himpunan tak kosong dari simpul-simpul atau titik yang dapat ditulis

$E =$ himpunan sisi (*edge*)

$|V| =$ jumlah titik pada suatu graf
 $|E| =$ jumlah sisi pada suatu graf



RISET II

Amatilah graf di bawah!



Mencari Bobot Titik	
	$0 + 1 = 1$
	$1 + 1 = 2$
	$1 + 2 = 3$
	$1 + 0 = 1$

1) Mencari r -dinamis titik ketakteraturan lokal

untuk $r = 1$:

$1 \leq 1$

$1 \leq 1$

$2 \leq 2$

$2 \leq 2$

$3 \leq 3$

$3 \leq 3$

$1 \leq 1$

$1 \leq 1$

Jadi

1) Mencari r -dinamis titik ketakteraturan lokal

untuk $r = 2$:

Apakah syarat tetap terpenuhi untuk $r=2$?

$1 \leq 1$

$1 \leq 1$

$2 \leq 2$

$2 \leq 2$

$3 \leq 3$

$3 \leq 3$

$1 \leq 1$

$1 \leq 1$

Jadi

Jadi, pada gambar riset II: syarat untuk $r = 1$ dan $r = 2$ ~~terpenuhi~~/~~tidak terpenuhi~~ (coret yang tidak perlu) sehingga pewarnaan r -dinamis pada gambar tersebut dapat digunakan untuk $r = 1$ dan $r = 2$.



Bilangan Kromatik dari  sebagai berikut :

 :

 :

 :

 :

Menurut Anda, berdasar resume di atas, berapa  nilai untuk  ?

Jawab :
Menurut perkiraan saya  untuk  -  adalah 3

Tentukan bilangan kromatik ketakteraturan lokal  :

Jawab :


Uji Pernyataan Anda:

					
1	1	100	1	1	YA
2	2	100	2	2	YA
3	2	100	2	2	YA
1	1	100	1	1	YA



Lembar Kerja Mahasiswa

Ayo Mencoba!

Amatilah gambar di bawah ini!

Berikan simbol di setiap titiknya, kemudian tentukan kardinalitasnya dan bobot titik dari graf tersebut!



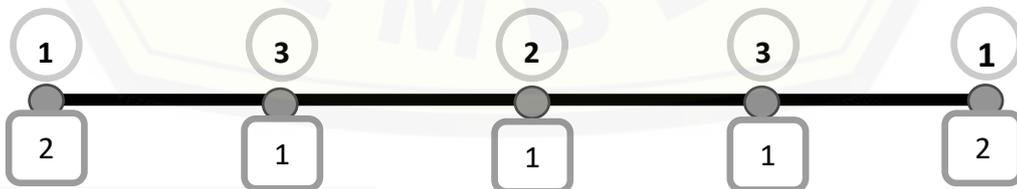
⇒ Graf (G) : Path dengan banyak titik = 5

Sehingga $G =$

⇒ Pelabelan titik dan sisi :



⇒ Fungsi label titik dan sisi :



Mencari Bobot Titik	
	$0 + 1 = 1$
	$2 + 1 = 3$
	$1 + 1 = 2$
	$1 + 2 = 3$
	$1 + 0 = 1$

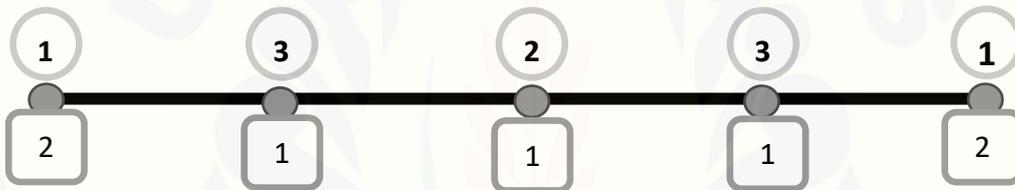
Bilangan kromatik pada untuk $r = 1$ adalah 3



Lembar Kerja Mahasiswa

Ayo Mencoba!

Carilah *local irregularity vertex r-dynamic coloring* untuk $r = 2$ dan tentukan bilangan kromatiknya sesuai dengan syarat yang berlaku!

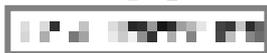


untuk $r = 2$:

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5

1 2 3 4 5
 2 1 1 1 2
 2 1 1 1 2

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5

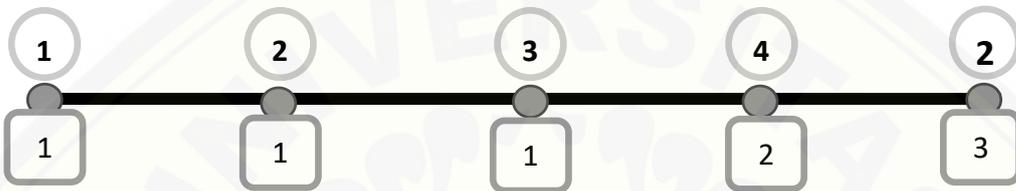


Harus dilakukan pewarnaan ulang untuk $r=2$



Lembar Kerja Mahasiswa

untuk $r = 2$:



.....

.....

.....

.....

.....

Jadi,

Capstone Stage

Lembar Kerja Mahasiswa

TES HASIL BELAJAR

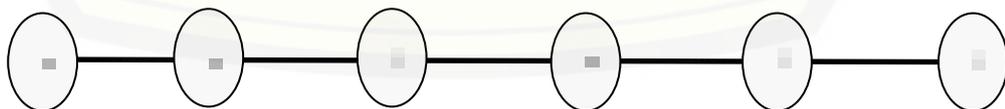
1. Tentukan label titik dari graf P_6 !



2. Tentukan kardinalitas dari graf tersebut !
3. Tentukan bobot titik pada graf tersebut !
4. Carilah *local irregularity vertex r -dynamic coloring* untuk $r = 1$ dan $r = 2$ dari graf tersebut !
5. Tentukan bilangan kromatik pada setiap r sesuai dengan syarat yang berlaku!
6. Buatlah satu graf dan tentukan pewarnaannya sesuai definisi *local irregularity vertex r -dynamic coloring*! (Catatan: graf yang digunakan tidak boleh sama antara mahasiswa yang satu dengan mahasiswa yang lain)

JAWABAN:

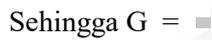
- 1.



Selamat mengerjakan :)

Lembar Kerja Mahasiswa

2. ⇒ Graf (G) : Path dengan banyak titik = 6

Sehingga $G =$ 

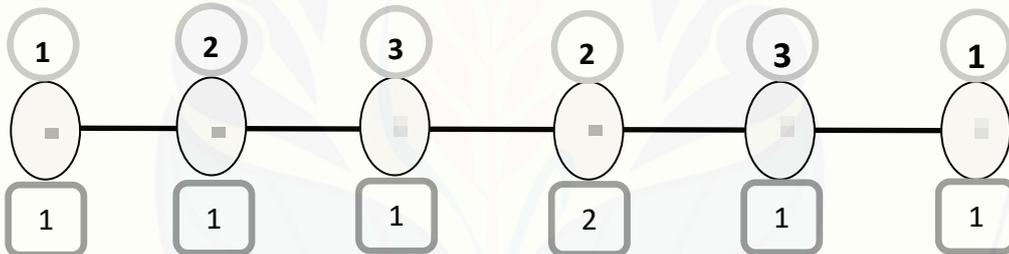
⇒ Pelabelan titik dan sisi :



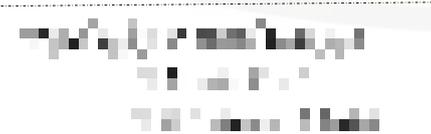
⇒ Fungsi label titik dan sisi :



Jawaban nomor 3-5:



untuk $r = 1$:

<p></p> <hr/> <p></p> <hr/> <p></p>	<p></p> <hr/> <p></p> <hr/> <p></p>
--	---

Jadi, 



Lembar Kerja Mahasiswa

untuk $r = 2$:

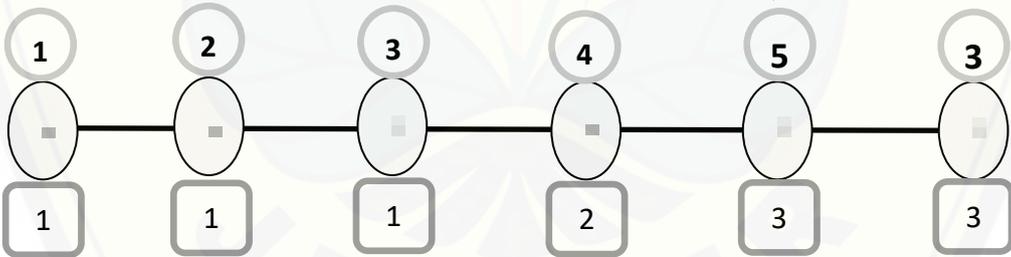
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Harus dilakukan pewarnaan ulang untuk $r=2$



untuk $r = 2$:

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$
 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{256}$

Jadi, **1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1**

Lampiran 11. Lembar Observasi Dosen

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN DOSEN DALAM
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari / tanggal observasi :

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *Local Irregularity Vertex r -Dynamic
Coloring*

Pertemuan ke- :

Petunjuk

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

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. PENDAHULUAN					
1.	Memotivasi mahasiswa				
2.	Menyajikan/ memberikan masalah				
3.	Menyampaikan langkah-langkah pembelajaran				
II. KEGIATAN INTI					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Mengarahkan dan membimbing mahasiswa untuk menemukan konsep				
3.	Mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran				

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
4.	Membimbing mahasiswa maupun kelompok untuk mengerjakan LKM				
5.	Memotivasi kepada kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas				
6.	Mendorong mahasiswa untuk membandingkan dan mendiskusikan jawabannya dalam diskusi kelas				
III. PENUTUP					
1.	Memberikan penguatan dan membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				

Saran :

.....

.....

.....

.....

.....

Jember,2019

Observer / Pengamat

(.....)

Lampiran 12. Lembar Validasi Observasi Dosen

**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
I. FORMAT					
1.	Format memudahkan observer melakukan pengisian				
2.	Lembar observasi memiliki komponen yang lengkap				
II. BAHASA					
1.	Kesesuaian dengan EYD				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				
3.	Bahasa yang digunakan tidak ambigu				
4.	Kejelasan petunjuk dan arahan				
III. ISI					
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

(.....)

Lampiran 13. Rubrik Penilaian Validasi Aktivitas Pendidik

RUBRIK PENILAIAN

VALIDASI OBSERVASI AKTIVITAS PENDIDIK

I. Aspek Kegiatan Pendahuluan

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pendidik membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdo'a	(1) Jika pendidik tidak membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdo'a (2) Jika pendidik hanya membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam (3) Jika pendidik hanya membuka pembelajaran dengan berdo'a (4) Jika pendidik membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdo'a
2.	Pendidik memeriksa kehadiran mahasiswa	(1) Jika pendidik tidak memeriksa kehadiran mahasiswa (2) Jika pendidik memeriksa kehadiran mahasiswa dengan bertanya saja (3) Jika pendidik memeriksa kehadiran mahasiswa dengan melihat jurnal atau daftar hadir (4) Jika pendidik memeriksa kehadiran mahasiswa dengan memanggil satu persatu sesuai presensi
3.	Pendidik menanyakan kesiapan mahasiswa untuk menerima Pelajaran	(1) Jika pendidik menanyakan kesiapan mahasiswa untuk menerima pelajaran tidak jelas (2) Jika pendidik menanyakan kesiapan kesiapan mahasiswa untuk menerima pelajaran dengan kurang jelas (3) Jika pendidik menanyakan kesiapan kesiapan mahasiswa untuk menerima pelajaran dengan cukup jelas (4) Jika pendidik menanyakan kesiapan kesiapan mahasiswa

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		untuk menerima pelajaran dengan jelas
4.	Pendidik menyampaikan apersepsi	(1) Jika pendidik tidak jelas menyampaikan apersepsi (2) Jika pendidik kurang jelas menyampaikan apersepsi (3) Jika pendidik cukup jelas menyampaikan apersepsi (4) Jika pendidik jelas menyampaikan apersepsi
5.	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai	(1) Jika pendidik tidak menyampaikan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai (2) Jika pendidik kurang jelas menyampaikan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai (3) Jika pendidik tidak menyampaikan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dengan cukup jelas (4) Jika pendidik tidak menyampaikan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dengan cukup jelas

II. Kegiatan inti

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pendidik mengingatkan kembali materi sebelumnya/materi prasyarat	(1) Jika pendidik tidak mengingatkan kembali materi sebelumnya/ materi prasyarat (2) Jika pendidik kurang jelas mengingatkan kembali materi sebelumnya/ materi prasyarat (3) Jika pendidik cukup jelas mengingatkan kembali materi sebelumnya/ materi prasyarat (4) Jika pendidik mengingatkan kembali materi sebelumnya/ materi prasyarat dengan jelas
2.	Pendidik menjelaskan materi	(1) Jika pendidik tidak jelas menjelaskan materi

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(2) Jika pendidik kurang jelas menjelaskan materi (3) Jika pendidik cukup jelas
		menjelaskan materi (4) Jika pendidik menjelaskan materi dengan jelas
3.	Pendidik membentuk kelas menjadi kelompok-kelompok	(1) Jika pendidik tidak membentuk kelas menjadi kelompok-kelompok (2) Jika mahasiswa ada yang tidak mendapat kelompok (3) Jika pendidik membagi kelompok tidak sesuai dengan jumlah yang ditentukan (4) Jika pendidik membentuk kelompoksesuai ketentuan
4.	Pendidik membagikan LKM kepada mahasiswa	(1) Jika pendidik tidak membagikan LKM kepada mahasiswa (2) Jika pendidik membagikan LKM kurang dari jumlah mahasiswa (3) Jika pendidik tidak membagikan LKM lebih dari jumlah mahasiswa (4) Jika pendidik membagikan LKM sesuai dengan jumlah mahasiswa
5.	Pendidik menjadi fasilitator dalam mengerjakan LKM	(1) Jika pendidik mengajari semua permasalahan pada LKM (2) Jika pendidik mengajari 2 permasalahan pada LKM (3) Jika pendidik mengajari 1 permasalahan pada LKM (4) Jika pendidik mengawasi serta memebrikan petunjuk dalam pengerjaan LKM
6.	Pendidik menjadi moderator dalam pelaksanaan debat	(1) Jika pendidik hanya mengawasi jalannya debat (2) Jika pendidik mengawasi dan mengatur jalannya debat (3) Jika pendidik mengawasi dan meminta alasan mengenai jawaban (4) Jika pendidik mengawasi,

		meminta alasan, serta menyimpulkan debat
7.	Pendidik membahas hasil debat	(1) Jika pendidik tidak jelas dalam membahas hasil debat (2) Jika pendidik kurang jelas dalam membahas hasil debat (3) Jika pendidik cukup jelas dalam membahas hasil debat (4) Jika pendidik jelas dalam membahas hasil debat

III. Aspek kegiatan penutup

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
1.	Pendidik menyimpulkan materi bersama mahasiswa	(1) Jika pendidik tidak jelas dalam menyimpulkan materi bersama mahasiswa (2) Jika pendidik kurang jelas dalam menyimpulkan materi bersama mahasiswa (3) Jika pendidik cukup jelas dalam menyimpulkan materi bersama mahasiswa (4) Jika pendidik jelas dalam menyimpulkan materi bersama mahasiswa
2.	Pendidik menanyakan apakah mahasiswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran.	(1) Jika pendidik tidak jelas dalam menanyakan kesulitan mahasiswa (2) Jika pendidik kurang jelas dalam menanyakan kesulitan mahasiswa (3) Jika pendidik cukup jelas dalam menanyakan kesulitan mahasiswa (4) Jika pendidik jelas dalam menanyakan kesulitan mahasiswa
3.	Pendidik mengucapkan salam dan berdoa diakhir pembelajaran	(1) Jika pendidik tidak mengucapkan salam dan berdoa diakhir pembelajaran (2) Jika pendidik hanya mengucapkan salam diakhir pembelajaran (3) Jika pendidik hanya berdoa diakhir pembelajaran

No.	Indikator Penilaian	Rubrik
		(4) Jika pendidik mengucapkan salam dan berdoa di akhir pembelajaran
4.	Pendidik melaksanakan pembelajaran sesuai dengan urutan yang ada pada RPP	(1) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran tidak memakai panduan RPP (2) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran tidak sesuai dengan urutan yang ada pada RPP (ada yang dilaksanakan ada yang tidak) (3) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran tidak sesuai dengan urutan yang ada pada RPP (acak) (4) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran sesuai dengan urutan yang ada pada RPP
5.	Pendidik melaksanakan pembelajaran sesuai dengan alokasi waktu	(1) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran melebihi waktu yang ditentukan (2) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran kurang dari waktu yang ditentukan (3) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran tidak sesuai dengan alokasi waktu yang ditentukan namun berakhir sesuai dengan jadwal (4) Jika pendidik melaksanakan pembelajaran sesuai dengan alokasi waktu.

Lampiran 14. Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

Hari / tanggal observasi :
 Mata Kuliah : Kombinatorika
 Pokok Bahasan : *Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring*
 Pertemuan ke- :

Petunjuk

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

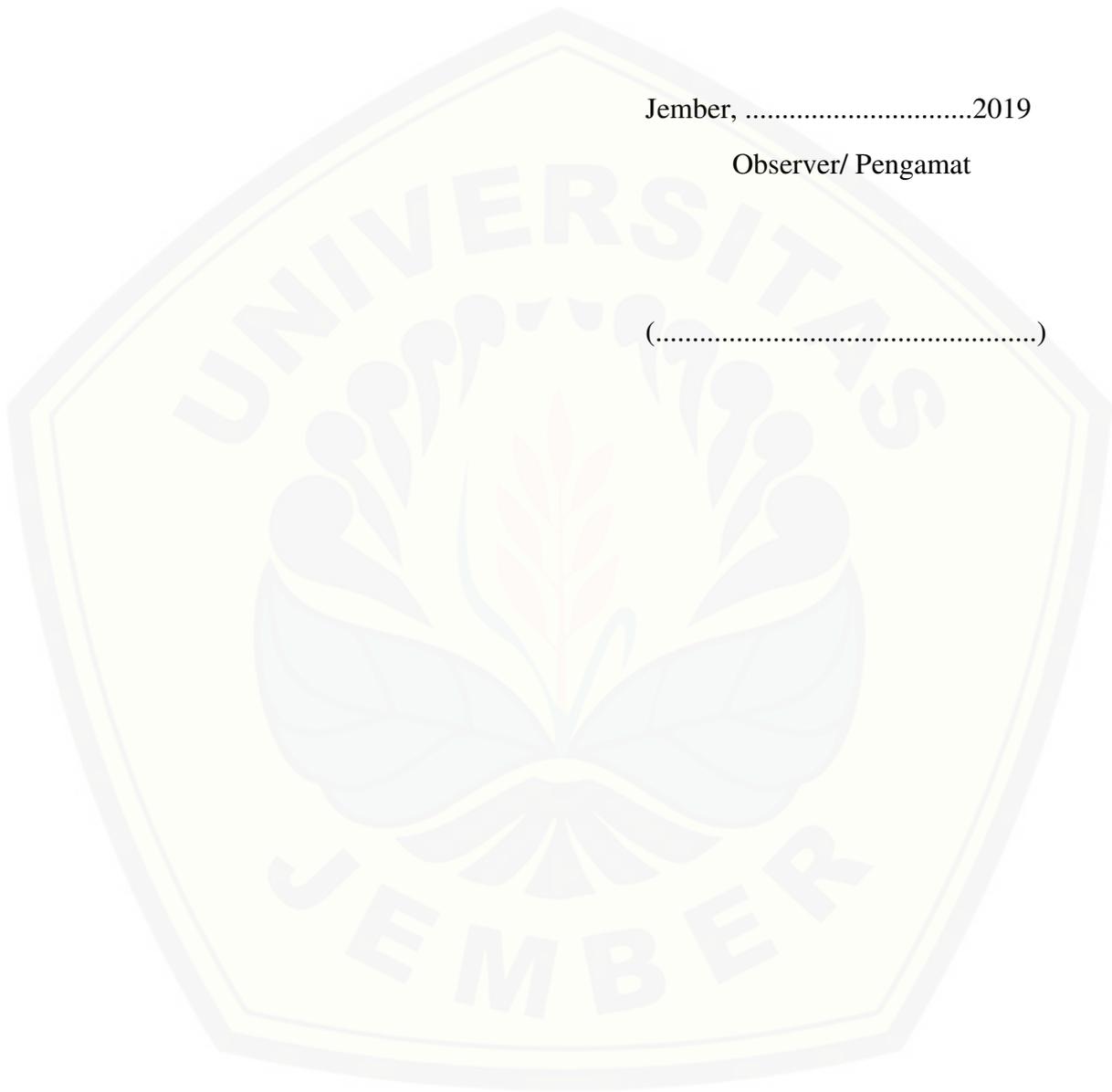
No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
I. PENDAHULUAN					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari				
II. KEGIATAN INTI					
<i>Exposure Stage</i>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				
Experience Stage					
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				

Capstone Stage					
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				
III. PENUTUP					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan dari kegiatan pembelajaran				

Jember,2019

Observer/ Pengamat

(.....)



Lampiran 15. Lembar Validasi Observasi Aktivitas Mahasiswa**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
I. FORMAT					
1.	Format memudahkan observer melakukan pengisian				
2.	Lembar observasi memiliki komponen yang lengkap				
II. BAHASA					
1.	Kesesuaian dengan EYD				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				
3.	Bahasa yang digunakan tidak ambigu				
4.	Kejelasan petunjuk dan arahan				
III. ISI					
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**):

a) Lembar observasi aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran ini:

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

b) 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 16. Rubrik Penilaian Validasi Aktivitas Mahasiswa

**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

	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

Lampiran 17. Pedoman Wawancara**PEDOMAN WAWANCARA****Petunjuk Wawancara**

1. Wawancara dilakukan setelah mahasiswa mengerjakan LKM dan tes hasil belajar.
2. Wawancara yang dilakukan dengan mahasiswa mengacu pada pedoman wawancara.
3. Wawancara tidak harus berjalan sesuai urutan pertanyaan pada pedoman wawancara.
4. Pedoman wawancara hanya digunakan sebagai garis besar saja, dan peneliti diperbolehkan untuk mengembangkan pembicaraan (diskusi) ketika wawancara berlangsung karena wawancara ini tergolong wawancara yang bebas terpimpin.
5. Proses wawancara didokumentasikan dengan menggunakan media audio visual.
6. Pada proses wawancara mahasiswa diminta memilih kartu tahapan proses kombinatorial yang dilakukan saat mengerjakan LKM.

Pedoman wawancara sebagai berikut :

Tahapan Proses Kombinatorial	Pertanyaan
<ul style="list-style-type: none"> • Memahami masalah dengan benar 	<ul style="list-style-type: none"> • Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
<ul style="list-style-type: none"> • Mengubah masalah ke dalam simbol matematika 	<ul style="list-style-type: none"> • Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

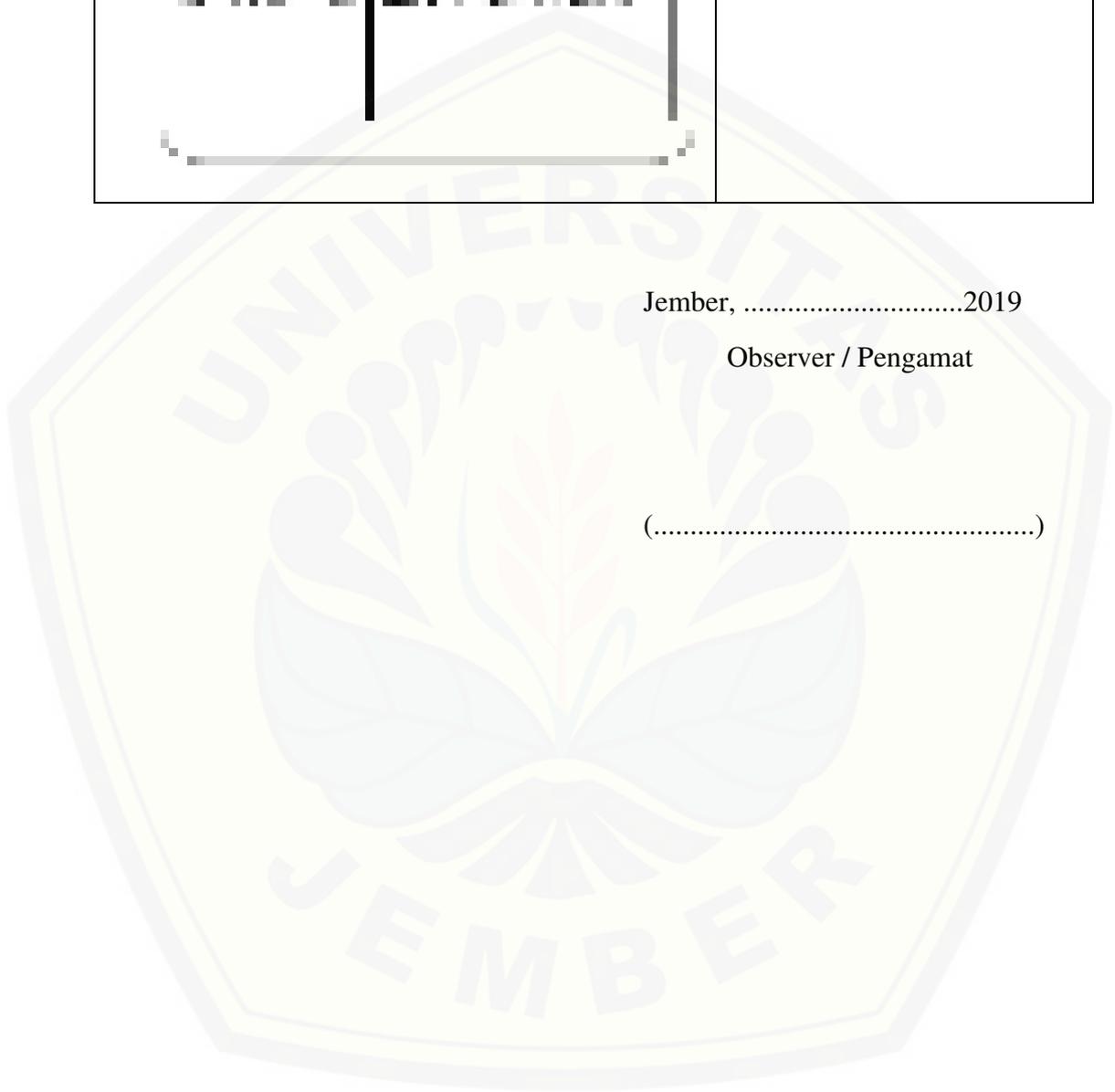
Tahapan Proses Kombinatorial	Pertanyaan
	
<ul style="list-style-type: none"> Membuat strategi dalam memecahkan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
<ul style="list-style-type: none"> Membuat kesimpulan 	<ul style="list-style-type: none"> Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
<ul style="list-style-type: none"> Membuat penjelasan dari kesimpulan yang diperoleh 	<ul style="list-style-type: none"> Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?

Tahapan Proses Kombinatorial	Pertanyaan
	

Jember,2019

Observer / Pengamat

(.....)



Lampiran 18. Lembar Validasi Pedoman Wawancara**LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA****A. Tujuan**

Lembar validasi pedoman wawancara ini digunakan untuk mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kombinatorial mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *local irregularity vertex r-dynamic coloring*.

B. Petunjuk

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

Keterangan skala penilaian:

1 : tidak baik

3 : cukup baik

2 : kurang baik

4 : baik

C. Penilaian Ditinjau dari Beberapa Aspek

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
1.	Pertanyaan yang diajukan dapat menggali indikator keterampilan kombinatorial mahasiswa				
2.	Pertanyaan yang diajukan mencerminkan penggunaan bahasa yang baik dan benar				
3.	Kalimat pertanyaan tidak mengandung makna ganda (ambigu)				
4.	Pertanyaan yang diajukan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami				

D. Penilaian Umum

Kesimpulan penilaian secara umum **:) :

a) Pedoman Wawancara ini:

1 : tidak baik

2 : kurang baik

3 : cukup baik

4 : baik

b) Pedoman Wawancara ini :

1 : belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

2 : dapat digunakan dengan banyak revisi

3 : dapat digunakan dengan sedikit revisi

4 : dapat digunakan tanpa revisi

***Lingkarilah nomor/angka sesuai penilaian Anda*

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

.....

Jember, 2019

Validator

(.....)

Lampiran 19. Pre-tes

PRE TES

Nama:

- 1.
- 2.
- 3.

*Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring***PETUNJUK TES:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama dan NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikan dengan anggota kelompokmu sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah kepada dosen apabila ada pertanyaan yang belum dipahami!



1. Tentukan *local irregularity vertex r -dynamic coloring* pada graf tersebut!
2. Tentukan bilangan kromatik *local irregularity vertex r -dynamic coloring* (χ_{lis}^r) dari graf tersebut!
3. Ekspanlah graf tersebut!
4. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local irregularity vertex r -dynamic coloring* dari graf hasil ekspansi tersebut!

Selamat Mengerjakan 😊

Lampiran 20. Pos-tes

POST TES

Nama:

- 1.
- 2.
- 3.

Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring**PETUNJUK TES:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama dan NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikan dengan anggota kelompokmu sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah kepada dosen apabila ada pertanyaan yang belum dipahami!



1. Tentukan *local irregularity vertex r -dynamic coloring* pada graf tersebut!
2. Tentukan bilangan kromatik *local irregularity vertex r -dynamic coloring* (χ_{lis}^r) dari graf tersebut!
3. Ekspanlah graf tersebut!
4. Tentukan fungsi umum bilangan kromatik *local irregularity vertex r -dynamic coloring* dari graf hasil ekspansi tersebut!
5. Buatlah satu graf dan tentukan pewarnaannya sesuai definisi *local irregularity vertex r -dynamic coloring*! (Catatan: graf yang digunakan tidak boleh sama antara mahasiswa yang satu dengan mahasiswa yang lain)

Selamat Mengerjakan 😊

2 : kurang baik

3 : cukup baik

4 : baik

b) Rencana 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/angka sesuai penilaian Anda*

D. Komentar dan Saran Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

.....

Jember, 2019

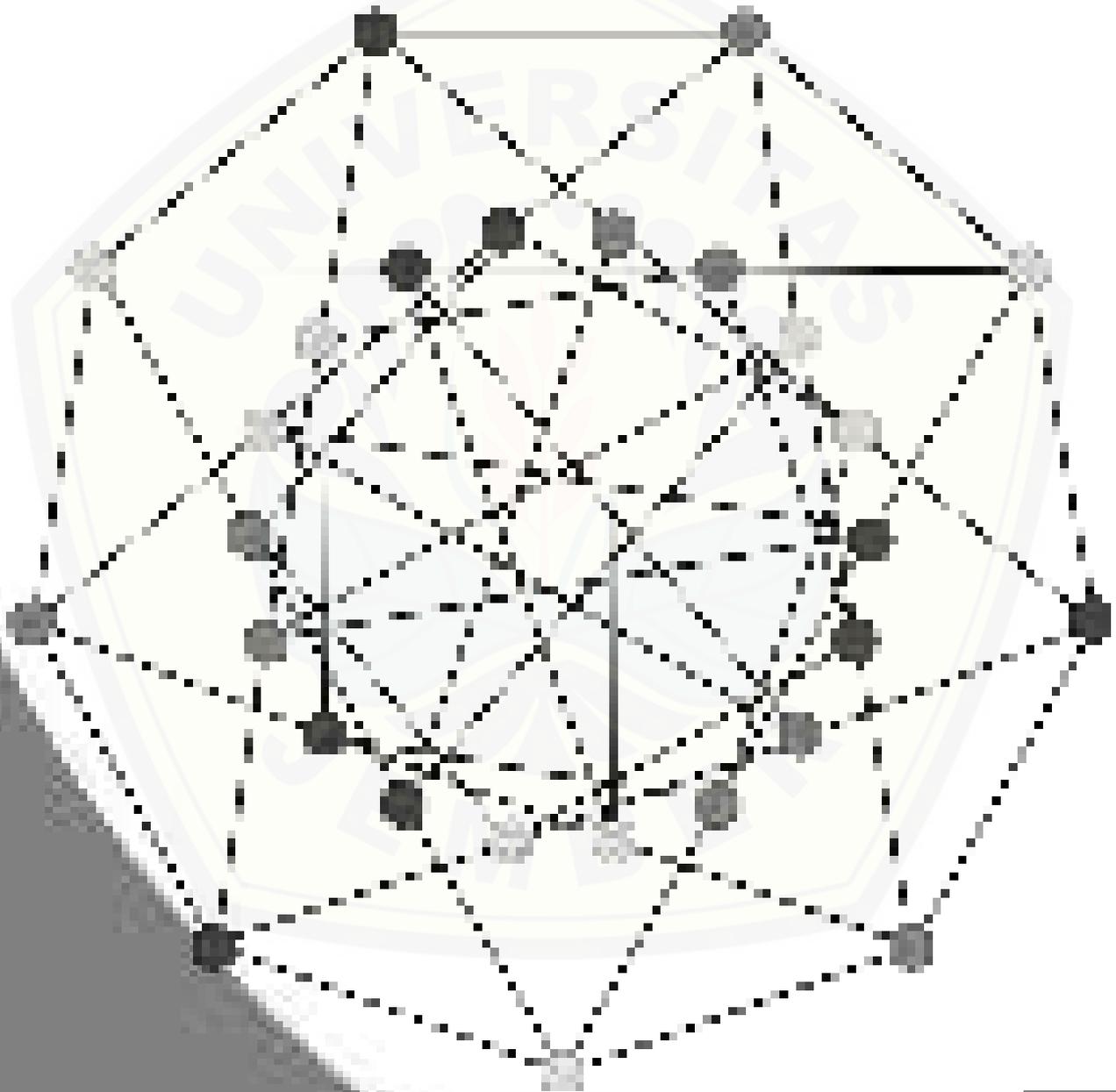
Validator

(.....)

MONOGRAF

Untuk Kelas Kombinatorika

Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring

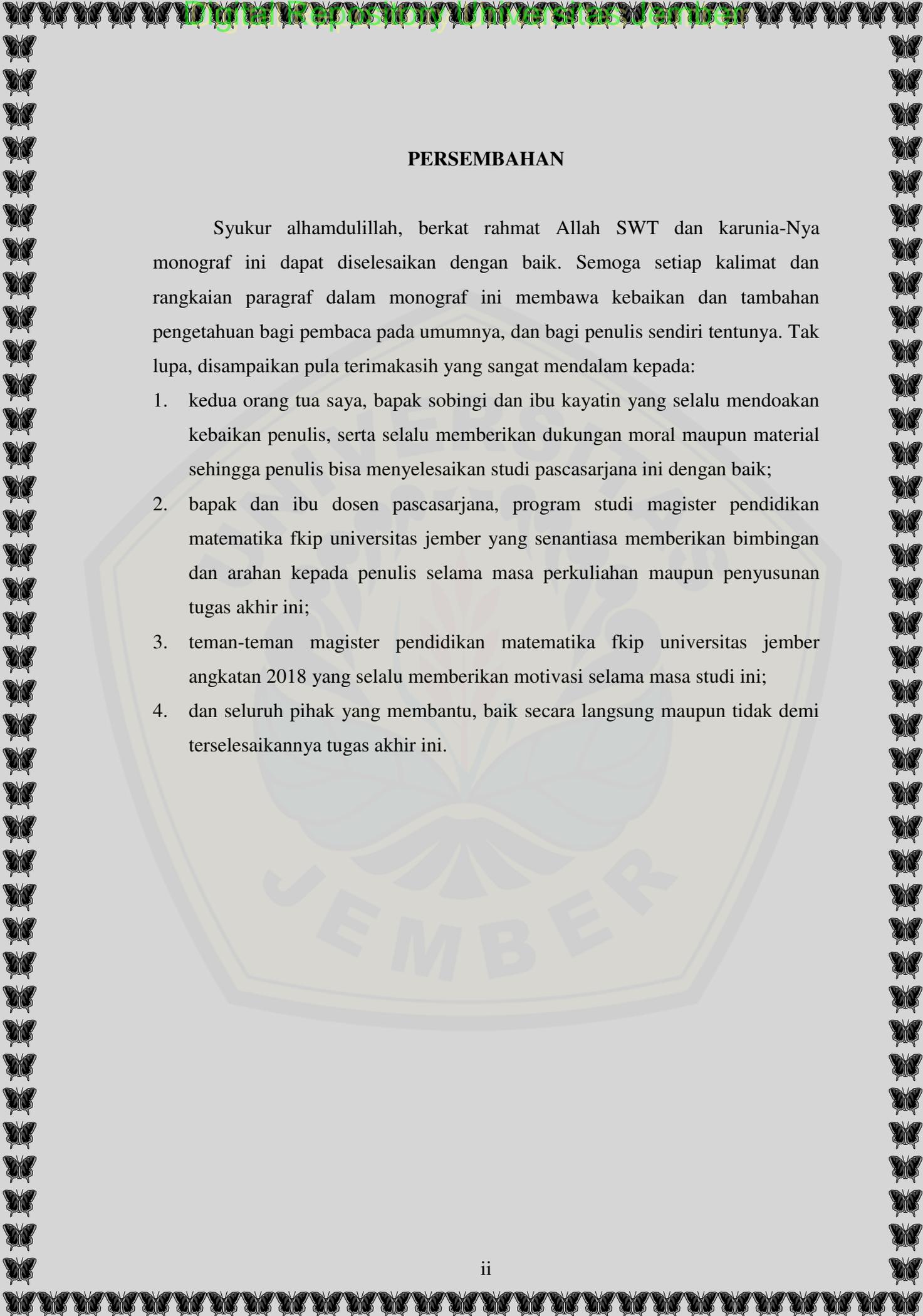


Semester

III

MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER





PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT dan karunia-Nya monograf ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga setiap kalimat dan rangkaian paragraf dalam monograf ini membawa kebaikan dan tambahan pengetahuan bagi pembaca pada umumnya, dan bagi penulis sendiri tentunya. Tak lupa, disampaikan pula terimakasih yang sangat mendalam kepada:

1. kedua orang tua saya, bapak sobingi dan ibu kayatin yang selalu mendoakan kebaikan penulis, serta selalu memberikan dukungan moral maupun material sehingga penulis bisa menyelesaikan studi pascasarjana ini dengan baik;
2. bapak dan ibu dosen pascasarjana, program studi magister pendidikan matematika fkip universitas jember yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan maupun penyusunan tugas akhir ini;
3. teman-teman magister pendidikan matematika fkip universitas jember angkatan 2018 yang selalu memberikan motivasi selama masa studi ini;
4. dan seluruh pihak yang membantu, baik secara langsung maupun tidak demi terselesaikannya tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan monograf yang berjudul “*Local Irregularity Vertex r -Dynamic Coloring*”. Monograf ini disusun untuk mempermudah penyampaian materi tentang graf baik di kelas kombinatorika maupun matematika diskrit.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dan bimbingan dalam penyusunan monograf ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang selalu meluangkan waktu dan selalu siap setiap saat membantu, membimbing, memberi arahan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam penyusunan monograf ini;
2. Dosen Penguji I, Dosen Penguji II, dan Dosen Penguji III yang telah memberikan koreksi dan saran dalam penyelesaian monograf ini;
3. Semua pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak hingga monograf ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Besar harapan penulis kepada pemerhati untuk memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga monograf ini bermanfaat dan membawa barokah untuk kita semua, aamiin!

Jember, Desember 2019

Penulis

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Definisi dan Terminologi Dasar Graf

Sebuah graf G merupakan pasangan himpunan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen yang disebut titik dan $E(G)$ adalah himpunan (mungkin kosong) dari pasangan tak terurut $\{u, v\}$ dari titik-titik $u, v \in V(G)$ yang disebut sisi (Slamin, 2009: 11-12). $V(G)$ disebut himpunan titik dari G dan $E(G)$ disebut himpunan sisi dari G . secara sederhana, dapat ditulis $G = (V, E)$. untuk penyederhanaan notasi, sebuah sisi $\{u, v\}$ sering dinotasikan dengan uv .

Titik-titik pada graf G dikatakan bertetangga (*adjacent*) apabila terdapat sebuah sisi yang menghubungkan antara titik-titik tersebut. Secara matematis, representasinya adalah jika u dan v adalah titik-titik pada graf G , maka u dikatakan bertetangga (*adjacent*) dengan v jika terdapat sebuah sisi e yang menghubungkan antara u dan v , yaitu $e = uv$ dan selanjutnya v disebut tetangga dari u dan dinotasikan dengan $N(u)$. adapun sebuah sisi dikatakan bersisian (*incident*) dengan titik-titik pada graf G apabila sisi tersebut menjadi penghubung antara titik-titik yang dimaksud. Representasinya dalam bahasa matematis yaitu sebuah sisi e disebut *incident* dengan titik u dan v jika sisi e merupakan penghubung antara titik u dan v , begitu juga sebaliknya.

Derajat dari titik v pada G adalah banyaknya titik-titik yang bertetangga dengan v , yaitu jumlah semua tetangga dari v (Slamin, 2009: 13). Derajat dinotasikan dengan d_i (*index i* menunjukkan titik ke- i dari sebuah graf). Jika sebuah titik v mempunyai derajat 0, dengan kata lain tidak bertetangga dengan sebarang titik yang lain, maka v disebut sebagai titik terasing. Sebuah titik berderajat 1 disebut sebagai titik ujung atau daun. Jika setiap titik dari graf G mempunyai derajat yang sama, maka G disebut sebagai graf reguler atau teratur.

Derajat terkecil dari suatu graf G adalah banyaknya minimal sisi yang *incident* pada suatu titik v_i di graf G di antara titik-titik lainnya di graf G yang dinotasikan dengan $\delta(G)$. Derajat terbesar dari suatu graf G adalah banyaknya maksimal sisi yang *incident* pada suatu titik v_i di graf G di antara titik-titik lainnya di graf G yang dinotasikan dengan $\Delta(G)$.

Secara umum, pada kasus graf yang berukuran besar (jumlah titik dan sisinya), lebih sulit untuk menentukan keisomorfisan dua buah graf. Oleh karena itu, untuk mengetahui keisomorfisan dua buah graf, hal pertama yang harus dilakukan adalah memastikan bahwa kedua graf memiliki urutan derajat yang sama. Setelah itu, dilakukan analisis lebih lanjut untuk memastikan apakah kedua graf tersebut isomorfis atau tidak (Hartafield, 1994: 14). Sebuah graf H disebut subgraf dari G jika setiap titik dari H merupakan titik dari G dan setiap sisi dari H merupakan sisi dari G . Dengan kata lain, $V(H) \subset V(G)$ dan $E(H) \subset E(G)$ (Slamin, 2009:15). Jika H merupakan subgraf dari G maka G disebut sebagai supergraf dari H , yang dinotasikan dengan $G \supset H$. Gabungan dari dua subgraf pada G , yaitu G_1 dan G_2 adalah subgraf $G_1 \cup G_2$ dimana himpunan titik-titiknya $V(G_1) \cup V(G_2)$ dan himpunan sisi-sisinya $E(G_1) \cup E(G_2)$. Sebaliknya, irisan dari dua subgraf pada G , yaitu G_1 dan G_2 adalah subgraf $G_1 \cap G_2$ dimana himpunan titik-titiknya $V(G_1) \cap V(G_2)$ dan himpunan sisi-sisinya $E(G_1) \cap E(G_2)$ (Graham, 1995: 7).

1.2 Jenis-Jenis Graf

Graf terdiri dari berbagai jenis, diantaranya diklasifikasikan berdasar orientasi arah, ada tidaknya *loop* atau sisi ganda, dan titik yang terhubung:

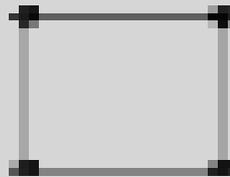
a) Berdasarkan orientasi arah:

- 1) Graf berarah, adalah graf yang sisinya diberikan orientasi arah.



Gambar 1.1. graf berarah

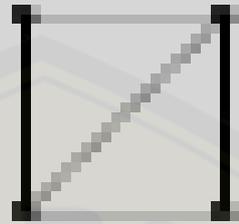
- 2) Graf tak berarah, adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.



Gambar 1.2. graf tak berarah

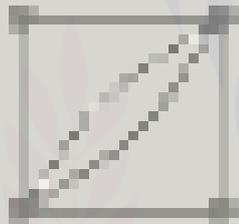
b) Berdasarkan ada tidaknya *loop* atau sisi ganda:

- 1) Graf sederhana, adalah graf yang tidak mengandung loop ataupun sisi ganda.



Gambar 1.3. graf sederhana

- 2) Graf tidak sederhana, adalah graf yang mengandung loop ataupun sisi ganda.

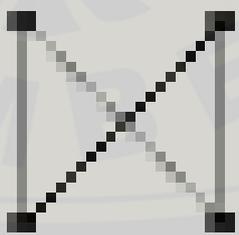


Gambar 1.4. graf tak sederhana

c) Berdasarkan titik yang terhubung:

- 1) Graf terhubung (*connected graph*)

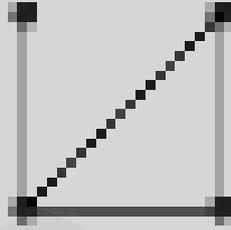
Graf G dikatakan terhubung jika untuk setiap dua titik yang berbeda v_i dan v_j di G terdapat lintasan dari v_i ke v_j .



Gambar 1.5. graf terhubung

- 2) Graf tak terhubung (*disconnected graph*)

Graf G dikatakan tak terhubung jika ada minimal dua titik yang berbeda v_i dan v_j di G , sehingga tidak terdapat lintasan dari v_i ke v_j .



Gambar 1.6. graf tak terhubung

1.3 Graf khusus

Graf khusus adalah graf yang memiliki karakteristik bentuk khusus. Graf ini memiliki keunikan yaitu tidak isomorfis dengan graf lainnya. Karakteristik bentuknya dapat diperluas sampai order n tetapi simetris. Graf khusus yang sudah populer dinamakan *well-known special graph*, sedangkan graf khusus yang belum populer tetapi dengan karakteristik graf khusus dinamakan *well-define special graph*. Beberapa graf khusus yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) graf *triangular book*, (2) graf tapol, (3) graf *central of friendship*, dan (4) graf *rectangular book*.

BAB 2. PEWARNAAN GRAF

Pewarnaan graf adalah suatu bentuk pelabelan graf, yaitu dengan memberikan warna pada elemen graf. Pewarnaan graf terdiri dari tiga permasalahan, meliputi pewarnaan titik (*vertex coloring*), pewarnaan sisi (*edge coloring*), dan pewarnaan wilayah (*region coloring*) (Munir, 2007). Ada beberapa prinsip dalam mewarnai graf, yaitu:

- Banyak warna yang digunakan harus seminimum mungkin.
- Dua buah titik yang terhubung oleh satu atau lebih sisi tidak boleh diberi warna yang sama (pewarnaan titik).
- Dua buah sisi atau lebih yang bertemu pada sebuah titik tidak boleh diberi warna yang sama (pewarnaan sisi).
- Dalam mewarnai graf pakailah sebuah warna secara optimum, artinya warna kedua digunakan setelah warna pertama tidak dapat digunakan lagi, demikian seterusnya sampai semua titik/ sisi/ wilayah terwarnai semua.

2.1 Jenis-Jenis Pewarnaan Graf

1) Pewarnaan Titik (*Vertex Coloring*)

Pewarnaan titik pada graf G adalah memberikan warna berbeda pada setiap titik yang bertetangga sehingga tidak ada dua titik yang bertetangga dengan warna yang sama. Apabila suatu graf G dapat diwarnai dengan k minimal dari n warna, maka G mempunyai bilangan kromatik $n(\chi(G) = n)$.



Gambar 2.1. contoh pewarnaan titik

2) Pewarnaan Sisi (*Edge Coloring*)

Suatu pewarnaan sisi- k untuk graf G adalah suatu penggunaan sebagian atau semua k warna untuk mewarnai semua sisi di G sehingga setiap pasang sisi yang

mempunyai titik persekutuan diberi warna yang berbeda (Budayasa, 2007). Jika G mempunyai pewarnaan sisi- k , maka dikatakan sisi-sisi di G diwarnai dengan k warna. Pewarnaan sisi pada graf G merupakan pemberian warna pada sisi-sisi graf G , satu warna untuk setiap sisi pada graf G , dimana sisi-sisi yang bertetangga diberikan warna yang berbeda (Chartrand dan Zhang, 2009:249). Seperti halnya pada pewarnaan titik, pewarnaan sisi dapat digambarkan sebagai fungsi $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, \}$ sedemikian hingga $c(e) \neq c(f)$ untuk setiap dua sisi e dan f yang bertetangga pada G . Bilangan bulat positif k yang paling minimum untuk mewarnai sisi pada graf G disebut sebagai indeks kromatik (atau disebut juga bilangan kromatik sisi) graf G dan dinotasikan dengan $\chi(G)$. Bilangan kromatik yang diperoleh dari hasil pewarnaan suatu graf G selalu memenuhi Teorema berikut:



Gambar 2.2. contoh pewarnaan sisi

3) Pewarnaan Wilayah (*Region Coloring*)

Pewarnaan wilayah adalah pemetaan warna pada setiap wilayah pada graf sehingga wilayah yang bertetangga tidak memiliki warna yang sama. Biasanya sering dipakai untuk mewarnai peta.

2.2 Pewarnaan Titik r -Dinamis

Pewarnaan r -dinamis adalah pewarnaan pada graf yang bertujuan untuk mencari bilangan kromatik paling minimum dari suatu pewarnaan graf dengan parameter r . Pewarnaan titik pada graf G bertujuan memberikan warna berbeda pada setiap titik yang bertetangga sehingga dua titik yang bertetangga tidak

mempunyai warna yang sama (Munir, 2012: 425). Jumlah warna yang digunakan untuk mewarnai titik disebut bilangan kromatik, dinotasikan dengan $\chi_d(G)$.

Pewarnaan titik r -dinamis berbeda dengan pewarnaan titik pada umumnya. Pewarnaan titik r -dinamis digunakan untuk mewarnai titik-titik pada graf dengan beberapa warna berbeda sehingga pewarnaan r -dinamis tidak hanya memberi satu warna berbeda pada titik yang saling bertetangga. Pewarnaan titik pada graf dimana setiap titik yang berderajat minimal dua memiliki lebih dari satu warna terhadap titik yang bertetangga disebut pewarnaan titik r -dinamis. Himpunan titik yang bertetangga dinotasikan dengan $N(v)$, derajat dari suatu titik v dinotasikan dengan $d(v)$, derajat titik yang minimum pada graf G dinotasikan dengan $\delta = \delta(G)$ dan derajat maksimum pada graf G dinotasikan $\Delta = \Delta(G)$. Graf yang memiliki titik (simpul) yang semua titik (simpul) tidak saling terhubung hanya dibutuhkan satu warna saja. Sedangkan graf yang simpulnya saling terhubung membutuhkan n buah jenis warna. Pada penelitian sebelumnya didapatkan beberapa hasil pewarnaan titik r -dinamis yang dapat digunakan sebagai rujukan pada penelitian ini.

BAB 3. HASIL PENELITIAN

3.1 *Local Irregularity Vertex r-Dynamic Coloring* pada Penelitian Terdahulu

1. Untuk graf terhubung G , $\lambda_{lis}^r(G) \geq \lambda_{lis}(G)$ (Arika dkk, 2019).
2. Untuk graf *path* (P_n), $\lambda_{lis}^r(P_n) = 4$, dimana $n \geq 6$ (Arika dkk, 2019).



Gambar 3.1. *local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *path*

3. Untuk graf *cycle* (C_n), dengan $n \geq 5$

$$\lambda_{lis}^r(C_n) \begin{cases} 3, n \equiv 0 \pmod{3} \\ 4, n = 7 \\ 5, n \equiv 1, 2 \pmod{3}, n \neq 7 \end{cases} \quad (\text{Arika dkk, 2019})$$



Gambar 3.2. *local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *cycle*

4. Untuk graf komplit (K_n), $\lambda_{lis}^r(K_n) = n$ (Arika dkk, 2019).

Pembuktian dari semua teorema diatas terdapat pada artikel yang dilampirkan pada Lampiran 23.

3.2 **Temuan Baru pada *Local Irregularity Vertex r-Dynamic Coloring***

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan, dimana disini diambil contoh adalah dalam penyelesaian masalah *local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *triangular book* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan graf sebagai objek penelitian

Pada langkah ini, peneliti terlebih dahulu menentukan graf khusus sebagai objek penelitian. Selain itu juga bisa menggunakan graf hasil operasi seperti amalgamasi atau *shackle*.

2. Menentukan kardinalitas graf

Pada langkah ini, dilakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf objek penelitian. Notasi merupakan symbol yang berupa huruf (baik berindeks atau tidak), yang mana harus menggunakan symbol yang benar dan memiliki pola yang benar. Setelah memebrikan notasi, kemudian ditentukan kardinalitas grafnya. Kardinalitas ini meliputi himpunan titik dan sisi, banyak titik serta banyak sisi, dan diameter dari graf objek penelitian.

3. Menentukan bobot titik graf

Bobot titik ini pada selanjutnya dianggap sebagai warna dari titik tersebut. Bobot titik setiap titik yang bertetangga harus berbeda, dan seminimal mungkin. Bobot titik ini merupakan jumlah dari titik-titik yang bertetangga dengan titik yang akan ditentukan bobotnya.

4. Menentukan bilangan kromatik

Bilangan kromatik adalah jumlah warna yang digunakan untuk mewarnai graf objek penelitian yang telah disesuaikan dengan definisi *local irregularity vertex r-dynamic coloring*. Bilangan kromatik harus seminimal mungkin.

Berikut merupakan contoh *local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *triangular book*:



Gambar 3.3. *Local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *triangular book*

Dalam monograf ini juga disajikan temuan-temuan peneliti yang menghasilkan 4 teorema baru, yaitu:

1. *Local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *triangular book* adalah:

$$\lambda_{lis}^r(Tb_n) = \begin{cases} 3, 1; & 1 \leq r \leq 2 \\ \sim; & r \geq 3 \end{cases}$$

2. *Local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *central of friendship*

$$\text{adalah: } \lambda_{lis}^r(C(F_n)) = \begin{cases} 3; & r = 1 \\ 5; & r = 2 \\ 7; & r \geq 3 \end{cases}$$

3. *Local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *tapol* adalah:

$$\lambda_{lis}^r(T_{n,m}) = \begin{cases} 4; & r = 1 \\ 5; & r \geq 2 \end{cases}$$

4. *Local irregularity vertex r-dynamic coloring* pada graf *rectangular book*

$$\text{adalah: } \lambda_{lis}^r(Rb_n) = \begin{cases} 4; & 1 \leq r \leq 2 \\ 5; & r = 3 \\ 6; & r = 4 \\ 7; & r \geq 5 \end{cases}$$

Pembuktian dari teorema-teorema diatas terdapat pada artikel yang dilampirkan pada Lampiran 24.

Berikut juga dilampirkan beberapa gambar tentang hasil penemuan mahasiswa pada kelas penelitian.





Handwritten text in Devanagari script, likely a manuscript or a page from a book. The text is arranged in two columns and is partially obscured by a large, faint watermark of the University of Jember logo, which features a stylized flower and the text 'UNIVERSITY OF JEMBER'.







DAFTAR PUSTAKA

Hartsfield, N. and Ringel, G. 1994. *Pearls in Graph Theory*. London: Accademic Press Limited.

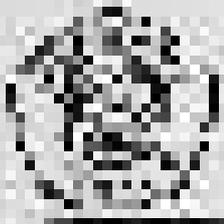
Kristiana A I Utoyo M I and Dafik 2018 On the r -dynamic chromatic number of the Coronation by complete graph *Journal of Physics: Conference Series* **1008** p 012033 IOP Publishing

Kristiana A I Utoyo M I Dafik Slamin Alfarisi R Agustin I H and Venkatachalam M 2019 Local irregularity vertex coloring of graphs *International Journal of Civil Engineering and Technology* **10(3)** pp 16061616

Kristiana A I Utoyo M I Dafik Alfarisi R and Waluyo E 2019 The r -dynamic local irregularity graph vertex coloring of graph *International Journal of scientific and Technology Research* **8(07)** pp 767-769

Kristiana A I Utoyo M I Dafik Agustin I H Alfarisi R and Waluyo E 2019 On the chromatic number of related local irregularity wheel graph *Journal of Physics: Conference Series* **1211** p 012003 IOP Publishing

Slamin. 2009. *Desain Jaringan: Pendekatan Teori Graf*. Jember: Universitas Jember.



REVISI PERENCANAAN STRATEGIS

REVISI PERENCANAAN STRATEGIS

1. Latar Belakang

Perencanaan strategis merupakan proses yang sistematis untuk menentukan arah dan tujuan organisasi, serta mengalokasikan sumber daya yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam konteks ini, revisi perencanaan strategis diperlukan untuk menyesuaikan organisasi dengan perubahan lingkungan eksternal dan internal.

2. Tujuan dan Misi

Tujuan organisasi adalah hasil yang ingin dicapai dalam jangka panjang, sedangkan misi adalah pernyataan tentang alasan keberadaan organisasi dan bagaimana cara mencapainya. Revisi perencanaan strategis harus memastikan bahwa tujuan dan misi organisasi tetap relevan dan dapat diukur.

3. Analisis Lingkungan

Analisis lingkungan meliputi analisis internal (kekuatan dan kelemahan) dan analisis eksternal (peluang dan ancaman). Analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) adalah alat yang efektif untuk melakukan analisis lingkungan.

4. Strategi

Strategi adalah rencana umum yang menentukan arah organisasi dan bagaimana cara mencapainya. Strategi harus didasarkan pada analisis lingkungan dan tujuan organisasi. Revisi perencanaan strategis harus memastikan bahwa strategi organisasi tetap relevan dan dapat diimplementasikan.

5. Implementasi dan Evaluasi

Implementasi perencanaan strategis melibatkan mengalokasikan sumber daya, menetapkan prioritas, dan melaksanakan rencana. Evaluasi perencanaan strategis diperlukan untuk memantau kemajuan organisasi dan melakukan penyesuaian jika diperlukan.