ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN GRAF LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

SKRIPSI

Oleh

Elsy Wijayanti

NIM 140210101006

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MIPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JEMBER

2017

ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN GRAF LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Elsy Wijayanti
NIM 140210101006

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, serta sholawat atas Nabi Muhammad S.A.W, kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Ayahanda Pujiono dan Ibunda Nur Inayah terima kasih untuk doa, pengorbanan dan semua kasih sayang. Semoga selalu diberikan kesehatan, umur panjang dan rezeki yang melimpah.
2. Nenekku Suginem terimakasih telah mengajariku dalam segala hal dan terimakasih telah merawatku mulai dari kecil.Semoga selalu diberikan kesehatan, umur panjang dan rezeki yang melimpah.
3. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D dan Bu Ervin Oktavianingtyas, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi, bantuan dan kesabaran dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Dr. Hobri, S.Pd, M.Pd dan Bu Susi Setiawani, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan koreksi, kritik, dan saran agar skripsi saya menjadi lebih baik.
5. Guru-guruku SD Negeri 6 Kembiritan, SMP Negeri 2 Srono, SMA Negeri 1 Genteng. Serta seluruh Dosen Pendidikan Matematika Universitas Jember yang telah memberikan banyak ilmu kepada saya.
6. Slamet Fitriadi yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
7. Rekan seperjuangan Kharisma Aulia, Yulyaningsih, dan Mukrimatul Faiza.
8. Kakak angkatanku Yulianita yang selalu aku repotkan dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Rekan Pendidikan Matematika angkatan 2014, BIDANG 4 MSC, GenBI, dan semua pihak.
10. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Matematika Universitas Jember.

MOTTO

وَأَن لَّيْسَ لِلْإِنسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ ﴿٣٩﴾

"Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya"
(Q.S. An-Najm:39)*)

"Waktu mengubah semua hal, kecuali kita. Kita mungkin menua dengan berjalannya waktu, tetapi belum tentu membijak. Kita-lah yang harus mengubah diri kita sendiri."
(Mario Teguh)**)

"Jika nasib adalah titik, dan usaha adalah sisi; maka hidup adalah sebuah graf. Tantangan kita adalah bagaimana merangkai titik dan sisi tersebut agar tercipta sebuah graf yang keindahannya dapat dinikmati bersama"
(Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D.)***)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. Al-*Qur'an* dan Terjemahannya. Bandung. CV Penerbit J-ART.
**) https://books.google.co.id/books
***) http://repository.unej.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elsy Wijayanti

NIM : 140210101006

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Analisis Dua Koneksi Pelangi pada Graf Hasil Operasi Perkalian Kartesian Graf Kipas dan Graf Lingkaran serta Kaitannya dengan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan kepada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Desember 2017

Yang menyatakan,

Elsy Wijayanti

NIM. 140210101006

HALAMAN PEMBIMBINGAN

ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN GRAF LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

SKRIPSI

Oleh

Elsy Wijayanti

NIM 140210101006

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

Dosen Pembimbing 2 : Ervin Oktavianingtyas, S.Pd., M.Pd.

HALAMAN PENGAJUAN

ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN GRAF LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

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

Oleh:

Nama	: Elsy Wijayanti
NIM	: 140210101006
Tempat dan Tanggal Lahir	: Banyuwangi, 27 Mei 1996
Jurusan / Program Studi	: Pendidikan MIPA / P. Matematika

Disetujui oleh:

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D	Ervin Oktavianingtyas, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19680802 199303 1 004	NIP. 19851014 201212 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul : Analisis Dua Koneksi Pelangi pada Graf Hasil Operasi Perkalian Kartesian Graf Kipas dan Graf Lingkaran serta Kaitannya dengan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 21 Desember 2017

Tempat : Gedung 3 FKIP UNEJ

Ketua,	Sekretaris,
Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D NIP. 19680802 199303 1 004	Ervin Oktavianingtyas, S.Pd., M.Pd. NIP. 19851014 201212 2 001
Anggota 1,	Anggota 2,
Dr. Hobri, S.Pd, M.Pd. NIP. 19730506 199702 1 001	Susi Setiawani, S.Si., M.Sc. NIP.19700307 199512 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

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

RINGKASAN

ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN GRAF LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI; Elsy Wijayanti, 140210101006; 2017: 115 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Teori Graf merupakan ilmu matematika yang pertama kali diperkenalkan oleh L. Euler, matematikawan asal Swiss pada tahun 1736. Idenya muncul sebagai upaya dalam menyelesaikan masalah jembatan Konigsberg menggunakan graf. Salah satu topik yang menjadi kajian menarik dalam teori graf adalah *Rainbow Connection* (koneksi pelangi). Misalkan G adalah graf terhubung tak-trivial dengan pewarnaan sisi $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, ..., n\}, n \in \mathbb{N}$, dikatakan pewarnaan Koneksi Pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v terdapat suatu lintasan dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap sisinya diwarnai dengan warna berbeda. Lintasan tersebut dinamakan Koneksi pelangi. Bilangan terhubung pelangi graf G adalah bilangan bulat positif terkecil sehingga G mempunyai suatu pewarnaan koneksi pelangi dinotasikan $rc(G)$. Diameter graf dinotasikan dengan $diam(G)$, merupakan maksimum dari himpunan jarak dua titik pada G. Sedangkan graf yang dikatakan pewarnaan 2-koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat 2 lintasan berbeda, dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap isinya memperoleh warna berbeda dan 2 lintasan tidak boleh saling berpotongan.

Pada penelitin ini menggunakan graf kipas dan graf lingkaran dengan operasi kartesian, Selain belum diteliti pemilihan graf menyesuaikan dengan konsep 2-koneksi pelangi. Pada titik di Graf harus mempunyai $derajat \geq 2$. Hasil kali kartesian adalah graf yang dinotasikan $G = G_1 \Box G_2$ dan mempunyai titik $V(G) = V(G_1) \Box V(G_2)$, dan dua titik (u_1, u_2) dan v_1, v_2 dari graf G terhubung langsung jika dan hanya jika $u_1 = v_1$ dan $u_2 v_2 \in E(G_2)$ atau

$u_2 = v_2$ dan $u_1v_1 \in E(G_2)$. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$ serta kaitannya dalam menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi berdasarkan Taksonomi Bloom yang telah direvisi. Penelitian ini menggunakan metode deduktif aksiomatik. Metode deduktif aksiomatik adalah metode penelitian yang menggunakan prinsip-prinsip pembuktian deduktif yang dipakai dalam logika matematika dengan menggunakan aksioma atau teorema yang telah ada untuk memecahkan suatu masalah. Kaitan 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian graf kipas dan graf lingkaran terhadap berpikir tingkat tinggi pada penelitian ini menggunakan *Peer Validation*. Metode ini akan diterapkan kosep 2-koneksi pelangi pada graf hasil perkalian kartesian graf kipas dan graf lingkaran. Hal tersebut diterapkan pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$. Hasil penelitian ini berupa teorema baru mengenai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$ serta kaitannya dalam menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Operasi kartesian dari graf kipas $F_{1,3}$ dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc(F_{1,3}\square C_n) = \lceil 2 + \frac{n-1}{2} \rceil + 1$ dan nilai 2-koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc_2(F_{1,3}\square C_n) = \lceil 2 + \frac{n-1}{2} \rceil + 2$. Operasi kartesian dari graf lingkaran C_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc(C_3\square F_{n,3}) = 4$ dan nilai 2-koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc_2(C_3\square F_{m,n}) = 6$. Operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc(W_3\square C_n) = \lceil 1 + \frac{n-1}{2} \rceil + 1$ dan nilai 2-koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc_2(W_3\square C_n) = \lceil 1 + \frac{n-1}{2} \rceil + 3$. Operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc(W_3\square F_{m,n}) = 4$ dan nilai 2-koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc_2(W_3\square F_{m,n}) = 6$.

Keterkaitan menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan proses menemukan nilai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian yaitu dimulai dari tahap mengingat jenis graf yang akan digunakan, memahami karakteristik operasi graf perkalian kartesian untuk meneliti pewarnaan pelangi dan menentukan kardinalitasnya, menerapkan konsep atau teorema yang mengenai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf yang diteliti, menganalisa fungsi pewarnaan koneksi pelangi hingga ditemukan nilai pewarnaan koneksi pelangi dan nilai pewarnaan 2-koneksi pelangi, mengevaluasi pewarnaan koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi sesuai dengan teorema, dan terkahir menciptakan teorema baru dalam pewarnaan koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”Analisis Dua Koneksi Pelangi pada Graf Hasil Operasi Perkalian Kartesian Graf Kipas dan Graf Lingkaran serta Kaitannya dengan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Ketua Laboratorium Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA FKIP;
5. Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan ilmunya;
6. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
7. Dosen dan Karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
8. Keluarga besar Mathematic Students Club (MSC) yang luar biasa, terutama teman seperjuangan angkatan 2014 yang selalu mengisi tawaku dan pengalaman berharga;
9. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan, dan dorongan beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT dan mendapat balasan yang sesuai dari-Nya. Selain itu, penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMBANG

G	=	Graf G
$G(V, E)$	=	Sebarang graf tak berarah dengan V adalah himpunan tak kosong dari semua titik dan E adalah himpunan sisi
$\|V(G)\|$	=	Himpunan titik dari graf G yang disebut *order*
$\|E(G)\|$	=	Himpunan sisi dari graf G yang disebut ukuran (*size*)
C_n	=	Graf siklus dengan n titik
F_n	=	Graf kipas dengan n titik
$G \square H$	=	Operasi *Cartesian Product* dari graf G dan H
$F_{1,3} \square C_n$	=	Operasi *Cartesian Product* dari graf kipas $F_{1,3}$ dan graf lingkaran C_n
$C_3 \square F_{n,3}$	=	Operasi *Cartesian Product* dari graf lingkaran C_3 dan graf kipas $F_{n,3}$
$K_4 \square C_n$	=	Operasi *Cartesian Product* dari graf lengkap K_4 dan graf lingkaran C_n
$K_4 \square F_{n,3}$	=	Operasi *Cartesian Product* dari graf lengkap K_4 dan graf kipas $F_{n,3}$
$rc(G)$	=	Nilai koneksi pelangi pada graf G
$rc_2(G)$	=	Nilai 2-koneksi pelangi pada graf G
$diam(G)$	=	Jarak maksimum dari pasangan titik pada graf G

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap hari manusia mengalami suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, kemudian manusia berfikir untuk mencari solusi untuk menyelesaikan semua permasalahannya. Secara tidak langsung, hal tersebut mengakibatkan perkembangan IPTEK (ilmu pengetahuan dan teknologi) yang semakin pesat. Oleh karena itu ilmu matematika berperan penting dalam perkembangan IPTEK. Ilmu matematika dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan Kurikulum 2006, matematika adalah ilmu universal yang mendasari dari perkembangan teknologi modern saat ini, memiliki peran yang penting dalam berbagai disiplin serta untuk memajukan daya pikir manusia.

Salah satu cabang matematika yang menarik untuk diteliti lebih lanjut adalah matematika diskrit. Dengan fokus kajian yaitu teori graf. Teori Graf merupakan ilmu matematika yang pertama kali diperkenalkan oleh L. Euler, matematikawan asal Swiss pada tahun 1736. Idenya muncul sebagai upaya dalam menyelesaikan masalah jembatan Konigsberg menggunakan graf. Ide inilah yang mengundang banyak ilmuan mengembangkan Teori Graf untuk memecahkan berbagai masalah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Masalah yang muncul tidak hanya di dalam satu bidang ilmu melainkan di berbagai bidang ilmu. Graf dapat dikaitkan dengan berbagai bidang ilmu, sampai saat ini sudah banyak masalah yang dapat dipecahkan oleh graf, diantaranya masalah jaringan komunikasi, transportasi, ilmu komputer, riset operasi, ilmu kimia, sosiologi, teknik konstruksi, peningkatan keterampilan daya pikir dan lain sebagainya. Graf memiliki definisi struktur diskrit yang terdiri dari elemen simpul dan sisi yang menghubungkan simpul tersebut.

Salah satu topik yang menjadi kajian menarik dalam teori graf adalah *Rainbow Connection* (koneksi pelangi). Konsep Koneksi Pelangi adalah salah satu topik dari teori graf yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 2008 oleh Chartrand, Johns, McKeon dan Zhang. Berbagai situasi dapat dimodelkan dengan teori graf. Misalkan G adalah graf terhubung tak-trivial dengan pewarnaan sisi $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, ..., n\}, n \in \mathbb{N}$, dikatakan pewarnaan Koneksi Pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v terdapat suatu lintasan dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap sisinya diwarnai dengan warna berbeda. Lintasan tersebut dinamakan Koneksi pelangi. Bilangan terhubung pelangi graf G adalah bilangan bulat positif terkecil sehingga G mempunyai suatu pewarnaan koneksi pelangi dinotasikan $rc(G)$. G dikatakan pewarnaan koneksi pelangi kuat, jika untuk setiap titik u dan v di sisi terdapat lintasan pelangi dengan panjangnya sama dengan jarak u dan v, yang dinamakan sebagai lintasan pelangi kuat. Diameter graf dinotasikan dengan $diam(G)$, merupakan maksimum dari himpunan jarak dua titik pada G (Chartrand, dkk.,2008). Sedangkan graf yang dikatakan pewarnaan 2-koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat 2 lintasan berbeda, dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap isinya memperoleh warna berbeda dan 2 lintasan tidak boleh saling berpotongan. Pada penelitin ini menggunakan graf kipas dan graf lingkaran dengan operasi kartesian, Selain belum diteliti pemilihan graf menyesuaikan dengan konsep 2-koneksi pelangi. Koneksi Pelangi diperlukan dalam dunia Pendidikan misalnya dalam distribusi soal Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) ke lokasi ujian SBMPTN. Pendistribusian soal SBMPTN memerlukan pengawalan yang ketat untuk menghindari terjadinya masalah seperti kebocoran soal. Apabila jumlah soal yang didistribusikan tetap, maka kerahasiaan soal terjamin. Selain memerlukan pengawalan yang ketat, adanya jalur alternatif dalam proses distribusi juga sangat diperlukan untuk menghindari kemacetan sehingga proses distribusi dapat berjalan lancar. Situasi ini yang dapat dimodelkan menggunakan 2-koneksi pelangi ($Rainbow\ 2 - Connected$)

Perkembangan teori graf yang kini semakin pesat menyebabkan manusia harus berpikir logis dan kritis dalam memecahkan berbagai persoalan. Arends (2000), berpikir merupakan kemampuan untuk menganalisis, mengkritik, dan mencapai kesimpulan berdasarkan pada inferensi atau pertimbangan yang seksama. Hal senada juga dikemukakan oleh Plato (Saragih, 2007), berpikir adalah berbicara dalam hati, sedangkan Geiles mengartikan berpikir adalah berbicara dengan diri sendiri dalam batin, yaitu mempertimbangkan, merenungkan, menganalisis, membuktikan sesuatu, menunjukkan alasan-alasan, menarik kesimpulan, meneliti sesuatu jalan pikiran, dan mencari bagaimana berbagai hal itu berhubungan satu sama lain.

Berpikir merupakan keterampilan kognitif untuk memperoleh pengetahuan. Taksonomi Bloom merupakan suatu teori yang membahas keterampilan berpikir tingkat tinggi. Bloom mengklasikasikan ranah kognitif dalam enam tingkatan, yaitu pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*). Setelah direvisi taksonomi Bloom berubah menjadi mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi,dan menciptakan. Mengingat, memahami, dan menerapkan merupakan tiga ranah yang termasuk kategori keterampilan berpikir tingkat rendah. Tiga ranah lainnya seperti menganalisis, mengevaluasi,dan menciptakan termasuk kategori keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hal ini berarti untuk mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi tetap harus melewati tiga ranah dasar yaitu mengingat, memahami, dan menerapkan.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skill*) merupakan salah satu keterampilan berpikir dalam pemecahan masalah matematika. Keterampilan berpikir ini tidak hanya membutuhkan kemampuan mengingat saja akan tetapi juga membutuhkan kemampuan lain yang lebih tinggi yaitu menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi. Contoh kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam matematika yaitu kemampuan berpikir kreatif dan memecahkan masalah matematis. Berpikir tingkat tinggi sangat diperlukan bagi setiap orang, hal ini karena terdapat berbagai masalah yang memerlukan pemecahan masalah dengan menggunakan pemikiran tingkat tinggi. Oleh karena itu, keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat membantu kita dalam memecahkan masalah yang tidak mudah untuk diselesaikan.

Penelitian teori graf terkait koneksi pelangi berkembang pesat. Dalam penelitian ini, peneliti akan mengangkat bagaimana 2-koneksi pelangi pada graf kipas dan graf lingkaran menggunakan perkalian kartesian dan kaitannya dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi, jadi dalam penelitian ini penulis memilih judul "**Analisis 2-Koneksi Pelangi Pada Graf Hasil Operasi Perkalian Kartesian Graf Kipas dan Lingkaran Serta Kaitannya dengan Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi**"

1.2 Rumusan Masalah

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

a) Bagaimanakah kardinalitas pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$?
b) Bagaimanakah nilai koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$?
c) Bagaimanakah nilai 2-koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$?
d) Bagaimanakah keterkaitan antara pewarnaan 2-koneksi pelangi dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari luasnya permasalahan yang akan dipecahkan, maka permasalahan penelitian ini dibatasi pada:

a) Graf yang digunakan adalah graf kipas dan graf lingkaran;
b) Graf yang digunakan adalah graf hasil perkalian kartesian: graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$
c) Keterampilan berpikir tingkat Tinggi menggunakan taksonomi bloom yang telah direvisi yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi.

1.4 Tujuan Penelitian

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

a) Untuk mengetahui kardinalitas pada graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$.

b) Untuk mengetahui nilai koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\Box C_n$, $C_3\Box F_{m,n}$, $W_3\Box C_n$, dan $W_3\Box F_{m,n}$.

b) Untuk mengetahui nilai 2-koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\Box C_n$, $C_3\Box F_{m,n}$, $W_3\Box C_n$, dan $W_3\Box F_{m,n}$.

c) Untuk mengetahui keterkaitan antara pewarnaan 2-koneksi pelangi dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

a) Menambah pengetahuan baru dalam bidang teori graf mengenai Koneksi pelangi khususnya 2-koneksi pelangi pada graf $F_{1,3}\Box C_n$, $C_3\Box F_{m,n}$, $W_3\Box C_n$, dan $W_3\Box F_{m,n}$;

b) Hasil penelitian dapat digunakan sebagai pengembangan atau perluasan ilmu dan aplikasi yang menyangkut 2-koneksi pelangi;

c) Konsep 2-koneksi pelangi pada penelitian ini dapat diterapkan pada graf lainnya;

d) Menambah wawasan baru tentang keterkaitan 2-koneksi pelangi dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

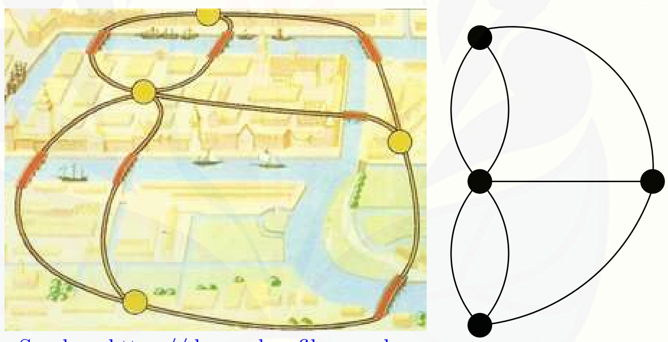
1.6 Kebaharuan Penelitian

Penelitian mengenai Koneksi pelangi yang sering ditemukan adalah mengenai Koneksi pelangi biasa dan Koneksi pelangi kuat namun pada penelitian ini menggunakan konsep 2-koneksi pelangi. Pada penelitian ini, Graf yang diteliti adalah graf hasil perkalian kartesian graf kipas dan graf lingkaran yang belum pernah diteliti sebelumnya. Antara dua titik harus ditemukan dua lintasan yang tidak boleh sama dan tidak boleh berpotongan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Terminologi Dasar Graf

Teori graf muncul pertama kali ketika Leonard Euler mencoba menyelesaikan masalah jembatan konigsberg pada tahun 1736. Jembatan Konigsberg yaitu jembatan di sebuah kota tua di Prusia Timur yang kini biasa disebut Kalinigrad. Tujuh jembatan dibangun di atas sungai Pregel agar memungkinkan penghuni Konigsberg dapat berjalan dari satu kota ke kota yang lain. Pada saat itu orang-orang ingin membuat sebuah rute agar orang-orang dapat menyebrangi ketujuh jembatan satu kali saja, namun hal tersebut tidak membuahkan hasil. Leonard Euler berhasil menemukan penyelesaiannya dengan menggunakan graf dimana keempat kota itu sebagai titik (*vertex*) dan ketujuh jembatan sebagai sisi (*edge*) yang menghubungkan pasangan titik yang sesuai (Saoni, 2003).

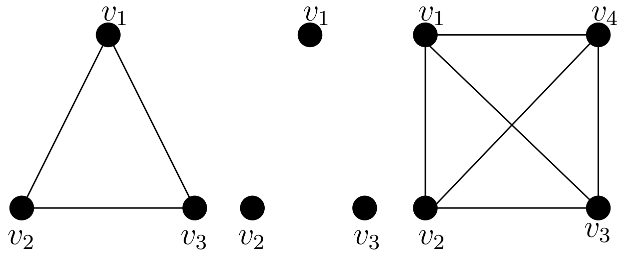


Sumber: https://deegeedow.files.wordpress.com/2016/12/wp-1483179402965.jpeg

(a) (b)

Gambar 2.1 (a)Jembatan Konigsberg dan (b)Representasi Jembatan Konigsberg

Definisi 2.1.1. *Sebuah graf G merupakan himpunan (V(G), E(G), dimana V(G) adalah himpunan berhinggga tak kosong dari elemen yang disebut titik, dan E(G) adalah sebuah himpunan (boleh kosong) dari pasangan tak terurut u, v dari titik-titik* $u, v \in V(G)$ *yang disebut sisi. V(G) disebut himpunan titik dari G dan E(G) disebut himpunan sisi dari G (Slamin, 2009:11).*

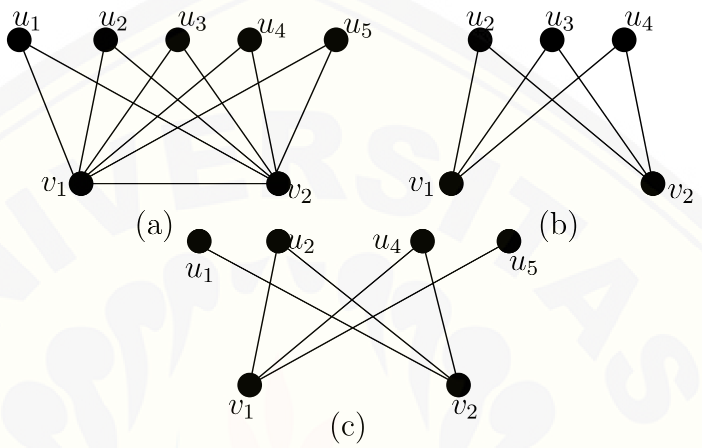


Gambar 2.2 contoh graf

Graf tak berarah atau sebuah graf G diartikan sebuah struktur $G = (V(G), E(G))$. dimana $V(G)$ adalah himpunan tidak kosong dari elemen yang disebut titik (*vertex*), dan $E(G)$ adalah himpunan boleh kosong dari pasangan u, v dengan $u, v \in V(G)$ disebut sisi (*edges*). Jumlah titik pada graf disebut order dari G Dinotasikan $|V(G)|$. Jumlah sisinya disebut *size* dari G dinotasikan $|E(G)|$. Graf yang mempunyai order p =$|V(G)|$dan *size* q =$|E(G)|$dapat ditulis (p,q)-graf, misalnya $u, v \in V(G)$, titik u dikatakan bersisian(*adjecent*) dengan titik v jika ada sebuah sisi e di antara u dan v yaitu $e = uv$. Titik v dikatakan bertetangga (*neighbour*) dengan titik u, atau dapat dinyatakan bahwa u dan v menempel (*incident*) dengan sisi e (Dafik, 2011:4). Sebagai contoh pada Gambar 2.2 (c), titik v_5 menempel dengan sisi v_1v_5, v_2v_5, v_3v_5 dan v_4v_5, dan titik yang bertetangga dengan titik v_5 adalah v_1, v_2, v_3 dan v_4.

Dari definisi 2.1.1, maka dapat dikatakan bahwa sebuah graf G minimal memiliki satu titik (tidak memiliki sisi), graf tanpa sisi disebut graf kosong atau *nullgraph*. Graf kosong (*nullgraph* atau *emptygraph*) dinotasikan dengan N_n, dimana n adalah jumlah titik pada graf. *nullgraph* adalah graf dengan E merupakan himpunan kosong. Gambar 2.2 (b) merupakan contoh graf kosong dengan 3 titik yang dinotasikan dengan N_3(Saoni, 2003).

Misal $G = (V, E)$, sebuah subgraf dari G merupakan graf yang setiap titik dan sisinya berada pada graf G. Dengan kata lain, sebuah graf $H = (V_1, E_1)$ adalah sebuah subgraf dari G jika $E(H) \subseteq E(G)$ yaitu jika sisi-sisi pada H juga sisi-sisi dari G (Parestu, 2008:8). Gambar 2.3 menunjukkan sebuah graf dengan beberapa subgrafnya. Dafik (2011) menyatakan bahwa sebuah subgraf H adalah sebuah *spanning subgraph* dari G jika H mengandung semua titik dari graf G, atau $V(H) = V(G)$. Misalkan, F adalah himpunan bagian tidak kosong dari himpunan titik $V(G)$, maka subgraf terinduksi (*induced subgraph*) $G[F]$ adalah *subgraph* dari G yang mengandung himpunan titik F bersama dengan semua sisi dari G, dimana $u, v \in F$



Gambar 2.3 graf dan subgrafnya

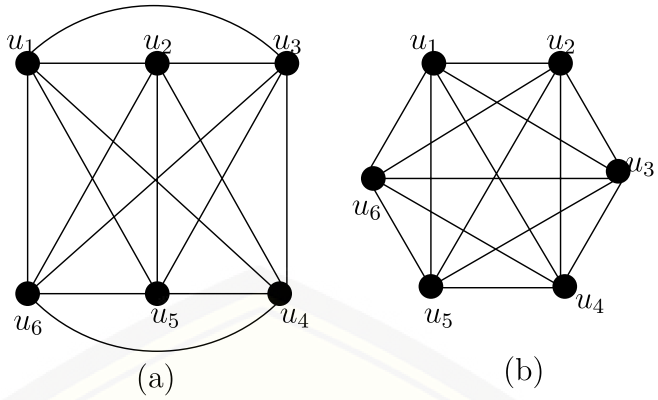
Dua buah graf G_1 dan G_2 dikatakan **isomorfis** (*isomorphic*) jika terdapat korespondensi satu-satu antara simpul-simpul G_1 dan simpul-simpul G_2, sedemikian rupa sehingga jumlah rusuk yang menghubungkan sembarang pasangan simpul G_1 sama dengan jumlah rusuk yang menghubungkan pasangan simpul yang bersesuaian pada G_2(Wilson, 2009).

2.2 Jenis-jenis Graf

Berdasarkan sifatnya graf dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu berdasarkan ada atau tidaknya gelang dan sisi ganda pada suatu graf, orientasi arah pada sisi, dan jumlah simpul.

Berdasarkan ada atau tidaknya gelang dan sisi ganda pada suatu graf, Graf digolongkan menjadi 2 jenis:

1) Menurut Yulianti(2008), Graf sederhana(*simple graph*) adalah graf yang tidak mengandung gelang (*loop*) atau sisi ganda (lebih dari satu sisi penghubung

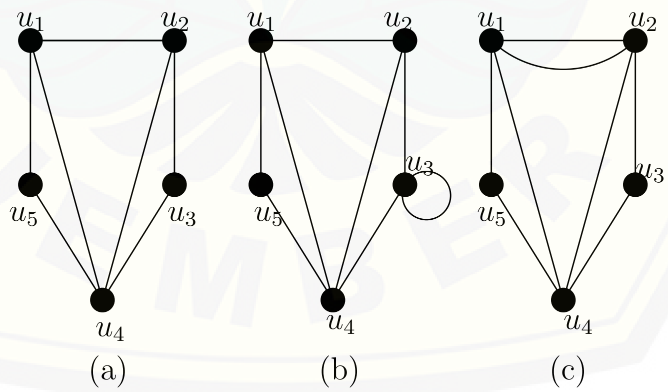


Gambar 2.4 graf isomorfis

antara dua titik). Pada graf sederhana sisi merupakan pasangan terurut, sehingga sisi (u, v) sama dengan sisi (v, u). Contoh graf sederhana dapat terlihat pada gambar 2.5 (a).

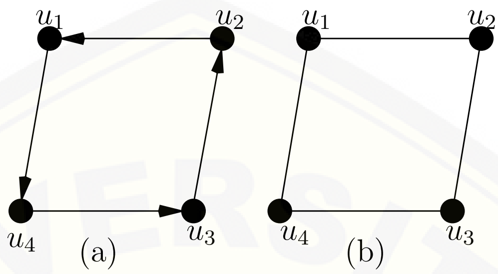
2) Graf tak sederhana adalah graf yang memiliki gelang atau sisi ganda. Graf tak sederhana dibagi menjadi 2 yaitu graf semu dan graf ganda. Graf semu adalah graf yang memiliki gelang pada titiknya. Contoh graf semu dapat terlihat pada gambar 2.5 (b). Sedangkan graf ganda adalah graf yang memiliki sisi ganda. Contoh graf ganda dapat terlihat pada gambar 2.5 (c)

Pada penelitian ini mengenai Koneksi pelangi graf yang digunakan adalah graf sederhana.



Gambar 2.5 graf sederhana dan tak sederhana

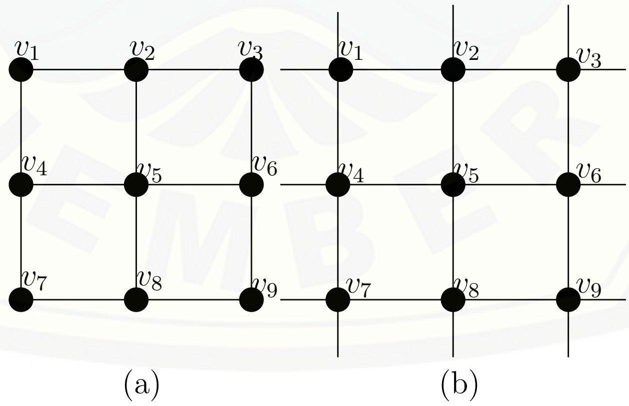
Berdasarkan orientasi arah pada sisi graf di bedakan menjadi 2 yaitu graf berarah (*directed graph*) dan graf tak berarah (*undirected graph*). Graf berarah adalah graf yang sisinya memiliki arah. Sebaliknya, graf tak berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki arah. contoh graf berarah dan graf tak berarah dapat dilihat pada gambar 2.6 Pada penelitian ini mengenai Koneksi pelangi graf yang digunakan adalah graf tak berarah.



Gambar 2.6 graf berarah dan tak berarah

Berdasarkan jumlah simpul, graf di bagi menjadi 2 yaitu graf berhingga (*limitedgraph*) dan graf tak berhingga (*unlimitedgraph*). Menurut Sugeng (2005) sebuah graf dikatakan berhingga bila ordernya berhingga, contoh graf berhingga dapat dilihat pada gambar 2.7 (a). Sedangkan graf tak berhingga dikatakan tidak berhingga bila ordernya tak berhingga. Contoh graf tak berhingga dapat dilihat pada gambar 2.7 (b).

Pada penelitian ini mengenai Koneksi pelangi graf yang digunakan adalah graf berhingga.

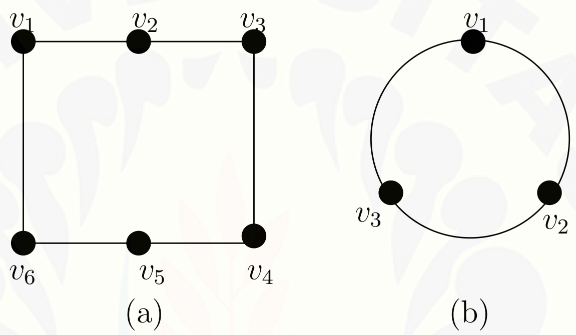


Gambar 2.7 graf berhingga dan graf tak berhingga

2.3 Graf Khusus

Graf khusus adalah graf yang memiliki keunikan dan karakteristik bentuk khusus. Keunikan dari graf khusus adalah tidak isomorfis dengan graf lainnya. Karakteristik bentuknya adalah dapat diperbanyak sampai order n tetapi tetap simetris.

a. Graf Lingkaran (*cycle*): graf lingkaran dinotasikan dengan C_n. Graf lingkaran adalah graf yang berderajat dua, artinya pada graf lingkaran untuk setiap titiknya mempunyai derajat dua, sehingga dalam graf lingkaran jumlah titik dan jumlah sisi sama(Munir,2001). Contoh graf lingkaran ada pada gambar 2.8 .

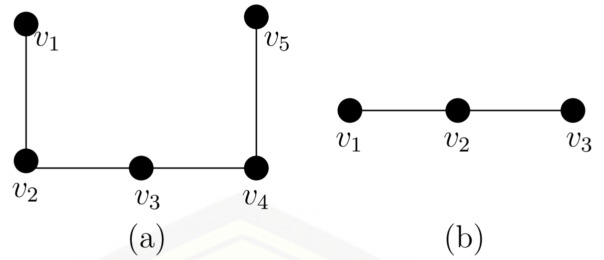


Gambar 2.8 Graf lingkaran

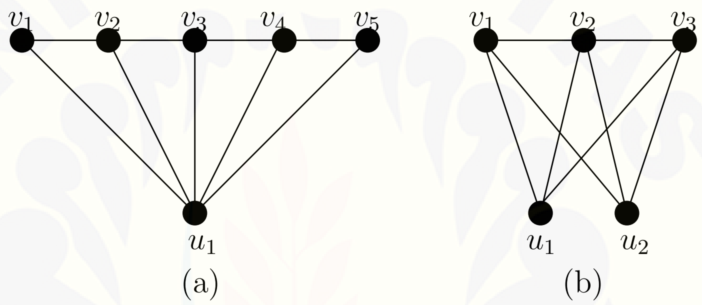
b. Graf lintasan (*PathGraph*): Menurut (Akram,2015) Graf Lintasan adalah graf yang terdiri dari urutan titik dan sisi secara bergantian. Graf lintasan dengan n buah titik dilambangkan dengan P_n dimana $n \geqslant 2$. Jumlah sisi pada graf lintasan yang terdiri dari n buah titik adalah $n-1$ sisi. Contoh graf lintasan ada pada gambar 2.9.

c. Graf kipas yang dinotasikan $F_{m,n}$ adalah graf yang terbentuk dari operasi *joint* antara *Path* dengan *vertex*. contoh graf kipas ada pada gambar 2.10.

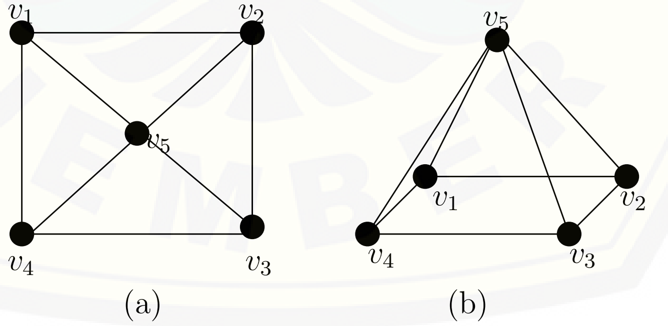
d. Graf *Wheel* atau graf roda yang dinotasikan W_n adalah graf yang terbentuk dari operasi *joint* antara *cycle* dengan 1 *vertex*. contoh graf roda ada pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.9 Graf Lintasan ($Path$)



Gambar 2.10 Graf kipas ($fan\ Graph$)



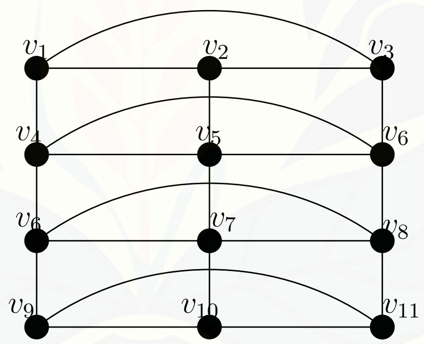
Gambar 2.11 Graf roda ($Wheel\ Graph$)

Pada penelitian ini graf yang digunakan adalah graf kipas dan graf lingkaran. pemilihan graf didasarkan pada bisa atau tidaknya 2-koneksi pelangi diterapkan. Konsep 2-koneksi pelangi tidak selalu dapat diterapkan pada sembarang graf. Selain menggunakan graf kipas dan graf lingkaran, peneliti juga menggunakan graf roda. Graf roda digunakan karena graf roda adalah hasil operasi *joint* antara lingkaran dan titik.

2.4 Operasi Graf

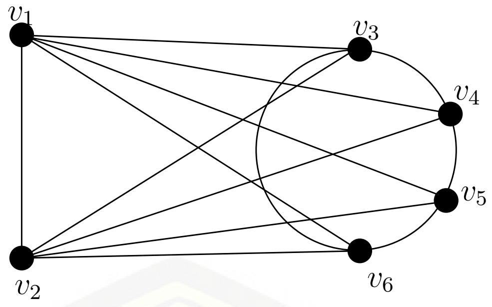
Macam-macam operasi graf yaitu *joint*, perkalian kartesian, amalgamasi dll.

Definisi 2.4.1. *Hasil kali kartesian adalah graf yang dinotasikan* $G = G_1 \square G_2$ *dan mempunyai titik* $V(G) = V(G_1) \square V(G_2)$, *dan dua titik* (u_1, u_2) *dan* v_1, v_2 *dari graf* G *terhubung langsung jika dan hanya jika* $u_1 = v_1$ *dan* $u_2v_2 \in E(G_2)$ *atau* $u_2 = v_2$ *dan* $u_1v_1 \in E(G_2)$ *(Chartrand dan Lesniak,1986:11).*



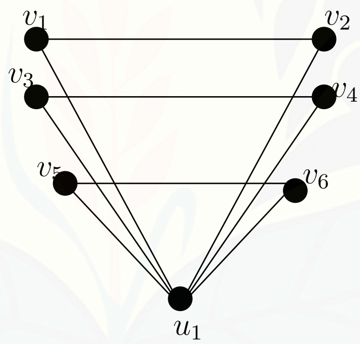
Gambar 2.12 Contoh Graf Kartesian

Definisi 2.4.2. *Joint dari graf* $G_1(V_1, E_1)$ *dan* $G_2(V_2, E_2)$ *adalah graf* G *dimana* $V(G) = V(G_1) \cup V(G_2)$ *dan* $E(G) = E(G_1) \cup E(G_2) \cup \{uv | u \in V(G_1), v \in V(G_2)\}$ *dan dinotasikan dengan* $G = G_1 + G_2$, *misalkan* $|V(G_1)| = p_1$ *dan* $|E(G_1)| = q_1$, *sedangkan* $|V(G_2)| = p_2$ *dan* $|E(G_2)| = q_2$ *maka* $|V(G_1 + G_2)| = p_1 + p_2$ *dan* $|E(G_1 + G_2)| = q_1 + q_2 + (p_1p_2)$ *(Harary,2007).*



Gambar 2.13 Contoh Graf Join

Definisi 2.4.3. *Amalgamasi dinotasikan dengan* $Amal(H_i, v, r)$. *Misalkan* H_i *adalah suatu keluarga graf berhingga dan setiap* H_i *mempunyai suatu titik* v *yang disebut titik terminal, dan* r *menyatakan banyaknya graf* H_i *yang akan diamalgamasi, sehingga semua* H_i *dengan seluruh terminalnya direkatkan menjadi satu titik (Ardiyansyah, 2013).*

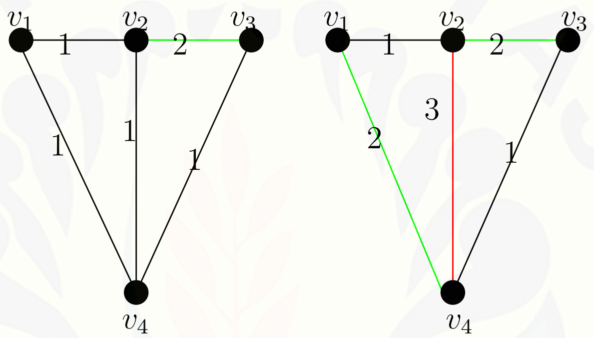


Gambar 2.14 Contoh Graf Almalgamasi

Pada penelitian ini graf yang digunakan adalah operasi kartesian. pemilihan operasi graf didasarkan pada bisa atau tidaknya 2-koneksi pelangi diterapkan. Konsep 2-koneksi pelangi tidak selalu dapat diterapkan pada sembarang operasi graf.

2.5 2-Koneksi Pelangi

Misalkan G adalah graf terhubung tak trivial dengan pewarnaan sisi $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, ..., n\}, n \in \mathbb{N}$, dikatakan pewarnaan Koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat suatu lintasan dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap sisinya memperoleh warna berbeda. Lintasan tersebut dinamakan Koneksi pelangi. Bilangan terhubung pelangi graf G adalah bilangan bulat positif terkecil sehingga G mempunyai suatu pewarnaan koneksi pelangi (Koneksi pelangi) dinotasikan $rc(G)$ (Chartrand dkk, 2008). Banyaknya warna minimal yang digunakan agar graf G bersifat *rainbow connection*(koneksi pelangi) disebut *rainbow connection number* yang dinotasikan dengan $rc(G)$. Sedangkan graf yang dikatakan pewarnaan 2-koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat 2 lintasan berbeda, dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap sisinya memperoleh warna berbeda dan 2 lintasan tersebut tidak boleh saling berpotongan, dinotasikan $rc_2(G)$.



Gambar 2.15 Graf kipas $rc(G) = 2$ dan $rc_2(G) = 3$

Berikut ini teorema yang telah diperoleh dari penelitian sebelumnya, mengenai batas atas dan batas bawah dari koneksi pelangi. teorema tersebut akan digunakan untuk membuktikan beberapa teorema dalam penelitian ini.

$\Diamond$ **Teorema 2.5.1.** *Misalkan G adalah graf terhubung dengan $d(G) \geq 2$ sehingga $diam(G) \leq rc(G) \leq diam(G) + 1$, dengan d adalah derajat. Misalkan G bersifat rainbow $\kappa \geq 1$ sehingga $rc_1(G) \leq rc_2 \leq ... \leq rc_\kappa(G)$, dimana κ adalah banyaknya rainbow path yang menghubungkan setiap dua titik berbeda di G(Li and Sun,2012)*

2.6 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Dalam proses peningkatan sumber daya manusia, pendidikan memegang peran yang sangat penting. Dunia pendidikan harus mampu mencetak sumber daya manusia dengan kompetensi yang mampu bersaing dalam era global. Kompetensi yang harus dimiliki adalah manusia dengan intelektual yang tinggi yaitu memiliki pengetahuan, keterampilan, dan pola berpikir sehingga dapat memecahkan masalah. Oleh karena itu dalam proses pembelajaran, siswa harus dilatih tentang keterampilan berpikirnya, terutama keterampilan berpikir tingkat tinggi(Julistiawati,dkk, 2013).

Upaya yang dilakukan untuk mengkondisikan pembelajaran agar mampu mengembangkan keterampilan berpikir salah satunya dengan merancang model pembelajaran yang tepat. Desain model pembelajaran merupakan pilihan yang penting untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran di mana keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan parameter yang diamati. Desain model pembelajaran yang dimaksud mengacu pada pandangan konstruktivisme. Belajar menurut teori konstruktivisme merupakan suatu usaha yang harus dilakukan siswa untuk membangun pengetahuan di dalam benaknya sendiri(Julistiawati, 2013).

Menurut Binastuti (2015), Berpikir adalah proses yang membentuk representasi mental baru melaui transformasi informasi ke dala interaksi kompleks dari atribusi mental yang mencakup pertimbangan, pengabstrakan, penalaran, penggambaran, pemecahan masalah logis, pembentukan konsep. Berpikir dimulai apabila seseorang dihadapkan pada suatu masalah dan menghadapi sesuatu yang menghendaki adanya jalan keluar. Situasi yang menghadapi adanya jalan keluar tersebut mengundang yang bersangkutan untuk memanfaatkan pengetahuan, pemahaman, atau keterampilan yang sudah dimilikinya. Kemudian terjadi suatu proses tertentu di otak sehingga ia mampu menemukan sesuatu yang tepat dan sesuai digunakan untuk mencari jalan keluar terhadap masalah yang dihadapinya. Dengan demikian yang bersangkutan melakukan proses yang dinamakan berpikir (Kowiyah, 2012:175).

Konteks yang dibahas dalam kegiatan berpikir adalah matematika. Russel mendefinisikan bahwa matematika sebagai suatu studi yang dimulai dari pengkajian bagian-bagian yang sangat dikenal menuju arah yang tidak dikenal. Arah yang dikenal itu tersusun baik secara konstruktif, bertahap menuju arah yang rumit (kompleks). Pakar lain, Soedjadi memandang bahwa "matematika merupakan ilmu yang bersifat abstrak,aksiomatik, dan deduktif" (Soedjadi dalam Azizah, 2015: 25)

Menurut Santrock (2008) berpikir melibatkan kegiatan memanipulsasi dan mentransformasi informasi dalam memori. Keterampilan berpikir dapat didefinisikan sebagai proses kognitif yang dipecah-pecah ke dalam langkah-langkah nyata yang kemudian digunakan sebagai pedoman berpikir. Satu contoh keterampilan berpikir adalah menarik kesimpulan, yang didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghubungkan berbagai petunjuk dan fakta atau informasi dengan pengetahuan yang telah dimiliki untuk membuat suatu prediksi hasil akhir yag terumuskan. Untuk mengajarkan keterampilan berpikir menarik kesimpulan tersebut yaitu proses kognitif harus dipecah ke dalam langkah-langkah sebagai berikut:

1) mengidentifkasi pertanyaan atau fokus kesimpulan yang akan di buat;
2) mengidentifikasi fakta yang diketahui;
3) mengidentifikasi pengetahuan yang relevan yang telah diketahui sebelumya;
4) membuat perumusan prediksi hasil akhir, berdasarkan Taksonomi Bloom yang telah direvisi terdapat enam tahapan ranah kognitif yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi.

Dalam sebuah taksonomi, satu kontinum itu terdiri atas beberapa kategori. Dalam taksonomi Bloom yang lama hanya mempunyai satu dimensi yaitu pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), aplikasi (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*), sedangkan taksonomi Bloom yang telah direvisi mempunyai dua dimensi yakni dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan. Dalam dimensi proses kognitif terdiri atas enam kategori yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Kontinum yang mendasari dimensi proses kognitif dianggap sebagai tingkat−tingkat kognisi yang kompleks. Misalnya memahami dianggap merupakan tingkat kognisi yang lebih komplek ketimbang mengingat. Adapun dimensi pengetahuan terdiri atas pengetahuan Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognitif. Kategori ini dianggap merupakan kontinum dari yang konkret (Faktual) sampai yang abstrak (Metakognitif). Kategori-kategori Konseptual dan Prosedural mempunyai tingkat keabstrakan, misalnya pengetahuan prosedural lebih konkret ketimbang pengetahuan konseptual yang paling abstrak (Anderson dalam Wahyuni, 2017).

Sumber: http://kohclass.blogspot.co.id/p/taksonomi-bloom.html

Gambar 2.16 taksonomi bloom yang telah direvisi

Berikut ini adalah penjelasan dan pilihan kata kerja kunci dari ranah kognitif yang telah direvisi: (Utari, R :2012)

1) Mengingat adalah kemampuan menyebutkan kembali informasi/pengetahuan yang tersimpan di dalam ingatan. Kata kerja kuncinya: mendefinisikan, menyusun daftar, menjelaskan, mengingat, mengenali, menemukan kembali, menyatakan, mengulang, mengurutkan, menamai, menempatkan, menyebutkan.
2) Memahami adalah kemampuan memahami instruksi dan menegaskan pengertian/makna ide atau konsep yang telah diajarkan baik dalam bentuk lisan, tertulis maupun grafik/diagram. Kata kerja kuncinya: Menerangkan, menjelaskan, menterjemahkan, menguraikan, mengartikan, menafsirkan, menginterpretasikan, mendiskusikan, menyeleksi, mendeteksi, melaporkan, menduga, mengelompokkan, memberi contoh, merangkum, menganalogikan, mengubah, memperkirakan.
3) Menerapkan adalah kemampuan melakukan sesuatu dan mengaplikasikan konsep dalam situasi tertentu. Kata kerja kuncinya: memilih, menerapkan,

melaksanakan, menggunakan, mendemonstrasikan, memodifikasi, menunjukkan, membuktikan, menggambarkan, memprogramkan, mempraktekkan.

4) Menganalisis adalah kemampuan memisahkan konsep kedalam beberapa komponen dan menghubungkan satu sama lain untuk memperoleh pemahaman atas konsep tersebut secara utuh. Kata kerja kuncinya: mengkaji ulang, membedakan, membandingkan, memisahkan, menghubungkan, menunjukkan hubungan antara variabel, memecah menjadi beberapa bagian, menyisihkan menjadi beberapa bagian, mengorganisir, mengkerangkakan.

5) Mengevaluasi adalah kemampuan menetapkan derajat sesuatu berdasarkan norma, kriteria atau patokan tertentu. Kata kerja kuncinya: menilai, mengevaluasi, menjustifikasi, mengecek, mengkritik, memprediksi, membenarkan,menyalahkan, menyeleksi.

6) Mengkreasi adalah kemampuan memadukan unsur-unsur menjadi suatu bentuk yang utuh dan koheren, atau membuat sesuatu yang orisinil. Kata kerja kuncinya: merakit, merancang, menemukan, menciptakan, memperoleh, mengembangkan, memformulasikan, membangun, membentuk, membuat, melakukan inovasi, mendesain, menghasilkan karya.

2.7 Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang relevan pada tabel 2.1 pembeda dari penelitian ini adalah menggunakan graf operasi kartesian antara graf lingkaran dan graf kipas, sedangkan kesamaan dari penelitian ini adalah menggunakan konsep 2-koneksi pelangi.

Tabel 2.1: Hasil penelitian $rc(G)$ dan $rc2(G)$

Graf	Hasil	Penemu
$C_n \trianglerighteq K_m$;	$rc(C_n \trianglerighteq K_m) = \frac{n}{2} + 1; for\ n\ even$ $rc2(C_n \trianglerighteq K_m) = 4; for\ n = 4$	Agustin,dkk, 2017

Graf	Hasil	Penemu
$C_n \trianglerighteq TL_m$;	$rc(C_n \trianglerighteq TL_m) = \frac{n}{2} + 2m - 2; for\ n\ even$ $rc2(C_n \trianglerighteq TL_m) = 2m + 1; for\ n = 4$	Agustin,dkk, 2017
TL_n ; Bt_n (*Triangle Book*);$n \geq 1$	$rc2(TL_n) = n$; $rc(Bt_n) = 1$;$n = 1$ $rc(Bt_n) = 2$;$n = 2$ $rc(Bt_n) = 3$;$n \geq 3$	Agustin,dkk, 2017 Alfarisi,dkk, 2014
Kt_n (*Handle Fan*);$n \geq 2$	$rc(Kt_n) = 2$;$n = 2$ $rc(Kt_n) = 3$;$n \geq 3$	Alfarisi,dkk, 2014
Fl_n (*Flower Graph*);$n \geq 2$	$rc(Fl_n) = 3$	Alfarisi,dkk, 2014
Wb_n (*Spider Web*);$n \geq 3$	$rc(Wb_n) = 3$;$3 \leq n \leq 6$ $rc(Wb_n) = 4$;$n = 7$ $rc(Wb_n) = 5$;$n \geq 8$	Alfarisi,dkk, 2014
Dl_n (*Diamond Ladder*);$n \geq 2$	$rc(Dl_n) = n + 1$	Alfarisi,dkk, 2014
PC_n (*Parachute Graph*);$n \geq 2$	$rc(PC_n) = n + 1$	Alfarisi,dkk, 2014
W_4^n (*Windmill Graph*);$n \geq 2$ Bt_n (*Triangle Book*);$n \geq 1$	$rc(W_4^n) = 3$ $rc(Bt_n) = 1$;$n = 1$ $rc(Bt_n) = 2$;$n = 2$ $rc(Bt_n) = 3$;$n \geq 3$	Alfarisi,dkk, 2014 Alfarisi,dkk, 2014
Kt_n (*Handle Fan*);$n \geq 2$	$rc(Kt_n) = 2$;$n = 2$ $rc(Kt_n) = 3$;$n \geq 3$	Alfarisi,dkk, 2014
Fl_n (*Flower Graph*);$n \geq 2$	$rc(Fl_n) = 3$	Alfarisi,dkk, 2014

Graf	Hasil	Penemu
Wb_n (*Spider Web*);$n \geq 3$	$rc(Wb_n) = 3$;$3 \leq n \leq 6$ $rc(Wb_n) = 4$;$n = 7$ $rc(Wb_n) = 5$;$n \geq 8$	Alfarisi,dkk, 2014

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksploratif dan terapan. Penelitian eksploratif yaitu penelitian yang memberikan sebuah penjelasan masalah yang akan diselidiki dengan menggambarkan kondisi subyek ataupun obyek penelitian dengan menjelaskan kedudukan serta hubungan antara variabel-variabel berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya. Penelitian eksploratif adalah penelitian yang bertujuan menggali hal-hal yang ingin diketahui oleh peneliti dan hasil penelitian juga dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya. Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang dilakukan untuk menerapkan hasil penemuan guna memecahkan masalah tertentu. Penelitian terapan merupakan salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis. Penelitian ini termasuk penelitian eksploratif dan terapan karena dalam penelitian ini bertujuan untuk menjadikan suatu topik baru lebih dikenal oleh masyarakat luas, memberikan gambaran dasar mengenai topik bahasan, menggeneralisasi gagasan dan mengembangkan teori yang bersifat tentatif/ masih dapat dirubah, membuka kemungkinan akan diadakannya penelitian lanjutan terhadap topik yang dibahas, serta menentukan teknik dan arah yang akan digunakan dalam penelitian berikutnya.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deduktif aksiomatik. Metode deduktif aksiomatik adalah metode penelitian yang menggunakan prinsip-prinsip pembuktian deduktif yang dipakai dalam logika matematika dengan menggunakan aksioma atau teorema yang telah ada untuk memecahkan suatu masalah. Metode ini akan diterapkan kosep 2-koneksi pelangi pada graf hasil perkalian kartesian graf kipas dan graf lingkaran. Kaitan 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian graf kipas dan graf lingkaran terhadap berpikir tingkat tinggi pada penelitian ini menggunakan *Peer Validation.*

3.3 Definisi Operasional

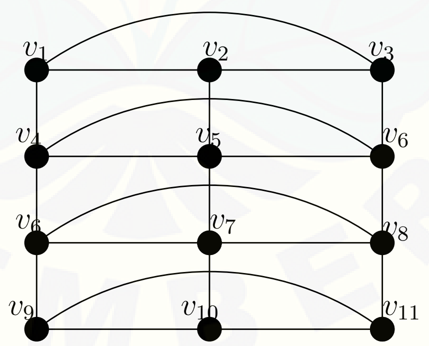
Definisi operasional variabel digunakan untuk memberikan gambaran secara sistematis dalam penelitian dan menghindari terjadinya perbedaan pengertian makna. Definisi variabel yang dimaksud adalah sebagai berikut.

a. Koneksi Pelangi

Misalkan G adalah graf terhubung tak trivial dengan perwarnaan sisi $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, ..., n\}, n \in \mathbb{N}$, dikatakan pewarnaan Koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat suatu lintasan dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap isinya memperoleh warna berbeda. Lintasan tersebut dinamakan Koneksi pelangi. Bilangan terhubung pelangi graf G adalah bilangan bulat positif terkecil sehingga G mempunyai suatu pewarnaan koneksi pelangi dinotasikan $rc(G)$, Sedangkan graf yang dikatakan pewarnaan 2-koneksi pelangi pada G jika untuk setiap pasang titik u dan v di sisi terdapat 2 lintasan berbeda, dengan u dan v sebagai titik ujung yang setiap isinya memperoleh warna berbeda dan 2 lintasan tidak boleh saling berpotongan.

b. Perkalian Kartesian

Misalkan perkalian kartesian antara graf lingkaran dan graf kipas , hasilnya menjadi:



Gambar 3.1 Contoh Graf Kartesian

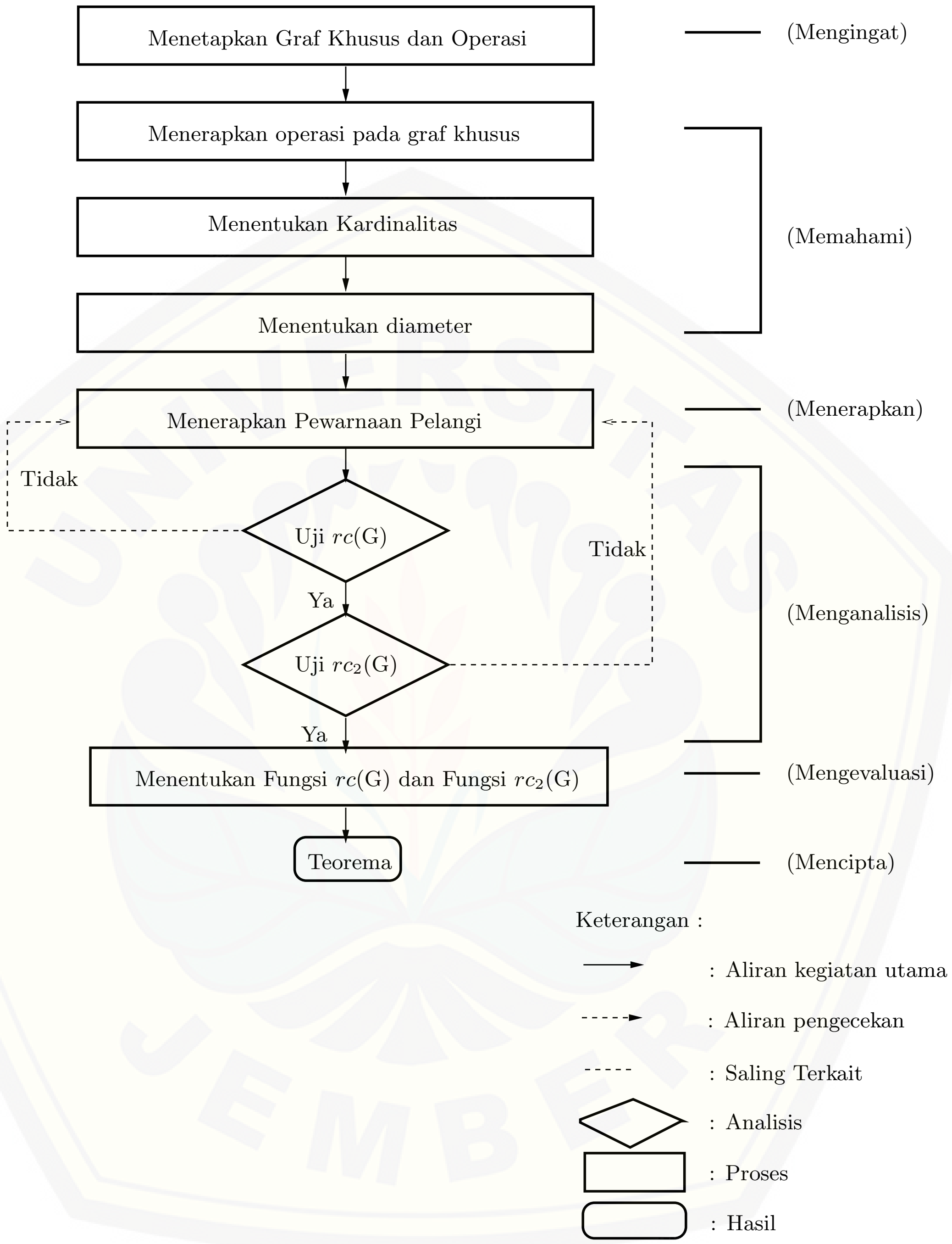
3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian untuk graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$ dapat digambarkan dalam bagan yang diilustrasikan pada Gambar 3.2 , Untuk uraian dari rancangan penelitian ini sebagai berikut:

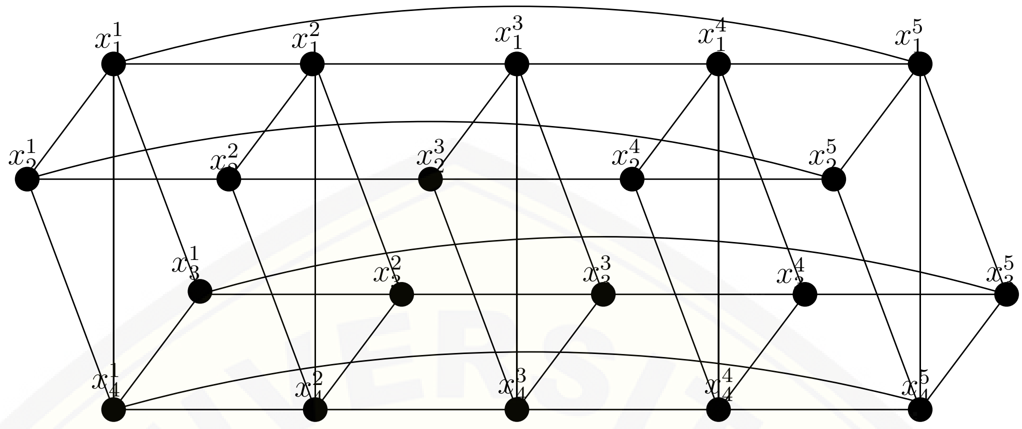
1) Menetapkan graf: Peneliti mencari dan menetapkan graf yang sesuai dengan materi 2-koneksi pelangi, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap mengingat.
2) Menetapkan operasi graf: Peneliti mencari dan menetapkan operasi graf yang sesuai dengan materi 2-koneksi pelangi, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap memahami.
3) Menentukan kardinalitas graf hasil operasi: graf dilabeli kemudian ditentukan fungsi sisi, fungsi titik, banyak titik dan sisi pada graf ke-n. Kardinalitas digunakan untuk mengetahui jumlah sisi dan titik saat graf di *expand* sampai n, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap memahami.
4) Menentukan diameter graf hasil operasi: mencari lintasan terpanjang yang dilalui dengan jarak terpendek untuk menentukan warna minimal dan maksimal yang digunakan, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap memahami.
5) Mencari nilai 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi: menentukan warna minimal dan maksimal berdasarkan diameter graf, kemudian menyesuaikan warna kedalam graf, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap Menerapkan;
6) Mencari fungsi dari nilai 2-koneksi pelangi: menentukan fungsi nilai 2-koneksi pelangi sampai graf ke n. pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap menganalisa. ;
7) Memeriksa nilai 2-koneksi pelangi: Apabila nilainya sesuai dengan teorema dilanjutkan dengan menentukan fungsi, apabila tidak sesuai dengan teorema maka kembali ke tahap 5. Pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap mengevaluasi.
8) Menemukan teorema: menciptakan teorema berdasarkan fungsi dari nilai 2-koneksi pelangi, pada taksonomi bloom tahap ini merupakan tahap mengkreasi.

3.5 Observasi Awal

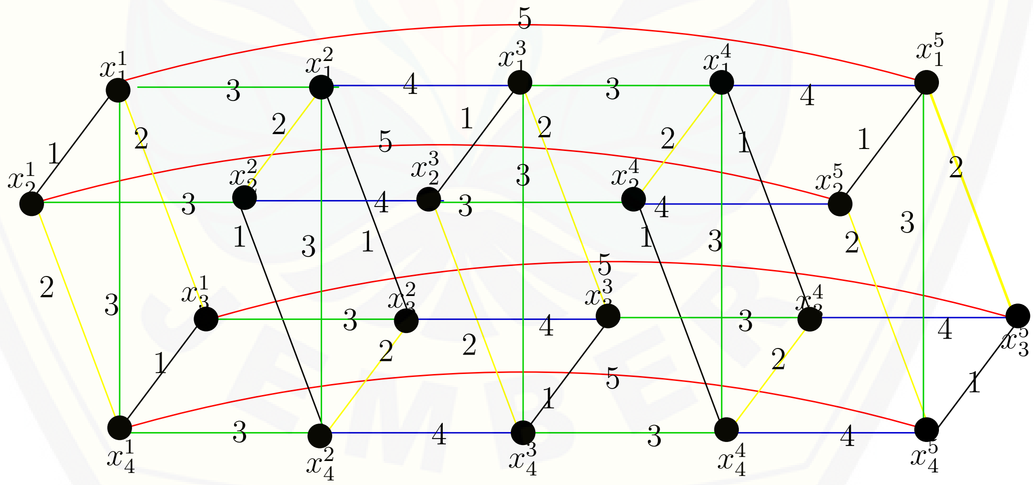
Tahap awal penelitian ini adalah menentukan nilai diameter (panjang liantasan terpanjang yang dilalui dengan jarak terpendek), selanjutnya diameter digunakan untuk menentukan banyak warna maksimal untuk graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$. Setelah melakukan observasi awal, peneliti menentukan kardinalitas graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$ Selanjutnya peneliti menentukan nilai 2-koneksi pelangi. Jika sesuai dengan definisi dilanjutkan dengan mencari fungsi, jika belum sesuai diulangi pada tahap menentukan nilai 2-koneksi pelangi. Kemudian observasi awal dikaitkan dengan proses berpikir tingkat tinggi berdasarkan Taksonomi Bloom, dengan tahapan sebagai berikut: (1) menetapkan graf yang akan diteliti dengan mengingat definisi dan teorema yang telah dibuktikan pada Koneksi pelangi (tahap mengingat), (2) memahami definisi dan teorema yang telah ada untuk diterapkan pada operasi graf, menentukan kardinalitas, dan menentukan diameter (tahap memahami), (3) Menerapkan konsep 2-koneksi pelangi pada graf yang di teliti untuk di cari nilainya (tahap menerapkan), (4) kemudian menguji banyaknya warna 2-koneksi pelangi dan membandingkan dengan definisi (tahap mengevaluasi), (5) setelah menganalisa banyak warna 2-koneksi pelangi telah sesuai dengan definisi selanjutnya mencari fungsi 2-koneksi pelangi (tahap menganalisa), dan (6) menentukan teorema baru dari graf hasil operasi yang di teliti. Berdasarkan semua tahap tersebut, peneliti menemukan 2-koneksi pelangi untuk graf $F_{1,3}\square C_n$, $C_3\square F_{m,n}$, $W_3\square C_n$, dan $W_3\square F_{m,n}$, Gambar 3.3 , Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 merupakan observasi awal yaitu 2-Koneksi pelangi pada graf.



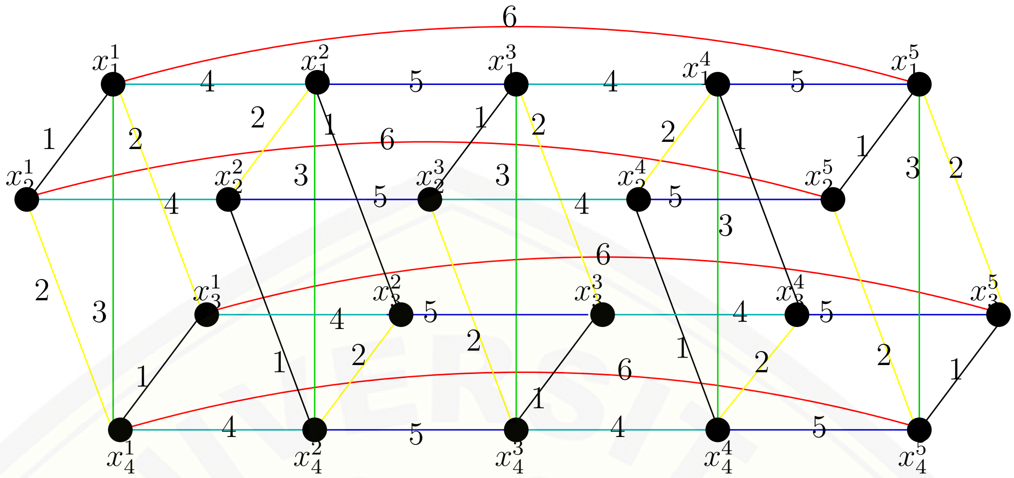
Gambar 3.2 Bagan Teknik Penelitian



Gambar 3.3 Graf perkalian kartesian $F_{(1,3)}\Box C_n$



Gambar 3.4 contoh koneksi pelangi $F_{(1,3)}\Box C_n$



Gambar 3.5 contoh 2-koneksi pelangi $F_{(1,3)}\square C_n$

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1) Teorema tentang nilai koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- **Teorema 4.1.1** Diketahui bahwa $G = F_{1,3}\square C_n$ adalah operasi kartesian dari graf kipas $F_{1,3}$ dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc(F_{1,3}\square C_n) = \lceil 2 + \frac{n-1}{2} \rceil + 1$.
- **Teorema 4.1.2** Diketahui bahwa $G = C_3\square F_{m,n}$ adalah operasi kartesian dari graf lingkaran C_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc(C_3\square F_{n,3}) = 4$.
- **Teorema 4.1.3** Diketahui bahwa $G = W_3\square C_n$ adalah operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc(W_3\square C_n) = \lceil 1 + \frac{n-1}{2} \rceil + 1$.
- **Teorema 4.1.4** Diketahui bahwa $G = W_3\square F_{m,n}$ adalah operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc(W_3\square F_{m,n}) = 4$.

2) Teorema tentang nilai 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- **Teorema 4.2.1** Diketahui bahwa $G = F_{1,3}\square C_n$ adalah operasi kartesian dari graf kipas $F_{1,3}$ dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc_2(F_{1,3}\square C_n) = \lceil 2 + \frac{n-1}{2} \rceil + 2$.
- **Teorema 4.2.2** Diketahui bahwa $G = C_3\square F_{m,n}$ adalah operasi kartesian dari graf lingkaran C_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc_2(C_3\square F_{m,n}) = 6$.
- **Teorema 4.2.3** Diketahui bahwa $G = W_3\square C_n$ adalah operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf lingkaran C_n. Nilai koneksi pelangi untuk $n \geq 3$ adalah $rc_2(W_3\square C_n) = \lceil 1 + \frac{n-1}{2} \rceil + 3$.

- **Teorema 4.2.4** Diketahui bahwa $G = W_3 \square F_{m,n}$ adalah operasi kartesian dari graf roda W_3 dan graf kipas $F_{m,n}$. Nilai koneksi pelangi untuk $m \geq 1$ dan $n \geq 2$ adalah $rc_2(W_3 \square F_{m,n}) = 6$.

3. Keterkaitan menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan proses menemukan nilai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian yaitu dimulai dari tahap mengingat jenis graf yang akan digunakan, memahami karakteristik operasi graf perkalian kartesian untuk meneliti pewarnaan pelangi dan menentukan kardinalitasnya, menerapkan konsep atau teorema yang mengenai koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi pada graf yang diteliti, menganalisa fungsi pewarnaan koneksi pelangi hingga ditemukan nilai pewarnaan koneksi pelangi dan nilai pewarnaan 2-koneksi pelangi, mengevaluasi pewarnaan koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi sesuai dengan teorema, dan terkahir menciptakan teorema baru dalam pewarnaan koneksi pelangi dan 2-koneksi pelangi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis koneksi pelangi dan koneksi 2-pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian dimana graf khusus yang digunakan adalah graf lingkaran, graf kipas dan graf roda, maka peneliti memberikan saran kepada pembaca agar dapat mengembangkan 2-koneksi pelangi pada graf hasil operasi perkalian kartesian lainnya. Dan juga agar pembaca dapat melakukan penelitian bagaimana koneksi pelangi dari graf $F_{1,3} \square C_n$, $C_3 \square F_{m,n}$, $W_3 \square C_n$, dan $W_3 \square F_{m,n}$ dapat mencapai lower bound dan bagaimana karakteristik suatu graf hasil operasi perkalian kartesian yang memiliki $rc(G \square H) = rc_2(G \square H)$.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyansah, R. dan Darmaji. 2013. Bilangan Kromatik Graf Hasil Amalgamasi Dua Buah Graf. Jurnal: *Sains dan Seni Pomits.*

Arends, R.I. 2000. *Learning to Teach.* Fifth Edition. New York: McGraw Hill Companies, Inc.

Agustin, Ika Hesti, dkk. 2017. On Rainbow k-Connection Number of Special Graphs and It's Sharp Lower Bound. *Journal of Physics: Conference Series.*

Alfarisi, Ridho., Dafik, dan Fatahillah, Arif. 2015. The Rainbow Connection Number of Special Graphs. *Journal of Physics: Conference Series.*

Arends, R.I. 2000. *Learning to Teach Fifth Edition.* New York: McGraw Hill Companies, Inc.

Azizah, Irma, dkk. 2015. Super (a,d)-H-Antimagic Total Selimut pada Graf Triangular Cycle Ladder untuk pengembangan Chipertext dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. Jurnal: *Mathematics and Applications.*

Binastuti, Siska, dkk. 2015. Super (a,d)- Face Antimagic Total Labeling dari Graf Shackle (C5, e, n) dalam Kaitannya Mengasah Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. Jurnal: *Mathematics and Applications.*

Chartrand,Gery., G.L.Johns, K.A. McKeon, dan P. Zhang. 2008. Rainbow Connection in graphs. Jurnal: *Math.*

Chartrand,Gery and Lesniak, Linda. 1986. *Graphs and Digraphs Second Edition.* California: a Division of Wadsworth,Inc.

Dafik. 2011. *Antimagic Total Labelling of Disjoint Union of Disconnected Graphs.*Jember: CSS.

Dafik.,Slamin.,Tanna,D. 2016. *Contructions of H-antimagic graphs using snaller edge-antimagic graphs. ars Combnatoria, subminted.*

Hamzah, B, dkk. 2009. *Mengelola Kecerdasan dalam Pembelajaran: Sebuah Konsep Pembelajaran Berbasis Kecerdasan.* Jakarta: Bumi Aksara.

Harary, F. 2007. *Graph Theory.* New London: Wesley.

Julistiawati,Rini, dan Yonata, Bertha. 2013. Keterampilan Berpikir Level C4, C5, dan C6 Revisi Taksonomi Bloom Siswa Kelas X-3 SMAN 1 Sumenep Pada Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Pokok Bahasan Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. Jurnal: *of Chemical Education.*

Kowiyah. 2012. Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Dasar*

Li, X. and Sun, Y. 2012. *Rainbow Connection of Graphs.* Tiajin. Springer Science.

Parestu, Andrea. 2008. *Teori Graf dan Pelabelan Graf.* Jakarta: Universitas Indonesia.

Saoni, Ondi. 2003. *Teori Graf.* Serang: Rumah Buku Perss.

Saragih, S. 2007. *Pengembangan Kemampuan Berpikir Logis dan Komunikasi Matematika Siswa Sekolah Menengah Pertama melalui PMR.Disertasi tidak diterbitkan.* Bandung : PPS UPI.

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

Sugeng, Kiki Ariyanti. 2005. *Magic and Antimagic Labeling of Graphs.* Thesis. Australia: University of Ballarat.

Utari, Retno. 2012. *Taksonomi Bloom Apa dan Bagaimanan Menggunakannya.* Pusat Diklat KNPK.

Wahyuni, Sri. 2017. Development Test System Based On Linear Equations Two Variable Revised Taxonomy Bloom To Measure High Order Thinking Skills At Studentclass VIII SMPN Sungguminasa Gowa. Jurnal: *Daya Matematis.*

Wibisono, Samuel. 2004. *Matematika Diskrit.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wilson, R.W. 2009. *Teori Graf.* Jakarta: Erlangga.

Yulianti, Kartika. 2008. *Hand Out Mata Kuliah Teori Graf (MT424) Jilid Satu.* Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Lampiran 1

MATRIKS PENELITIAN

JUDUL	PERMASALAHAN	VARIABEL	INDIKATOR	SUMDER DATA	METODE PENELITIAN
Analisis 2-Koneksi Pelangi Pada Graf Hasil Operasi Perkalian Kartesian Graf Kipas dan Lingkaran Serta Kaitannya dengan Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi	1. Bagaimanakah kardinalitas titik dan sisi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$ dan graf $(W_3\square F_{(m,n)})$? 2. Bagaimanakah nilai koneksi pelangi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$ dan graf $(W_3\square F_{(m,n)})$? 3. Bagaimanakah nilai 2-koneksi pelangi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$	1. Graf kipas dan lingkaran 2. 2-koneksi pelangi 3. Ketrampilan Berpikir Tingkat Tinggi	1. Menentukan kardinalitas titik dan sisi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$ dan graf $(W_3\square F_{(m,n)})$ 2. Menentukan nilai koneksi pelangi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$ dan graf $(W_3\square F_{(m,n)})$ 3. Menentukan nilai 2-koneksi pelangi pada graf $(F_{(1,3)}\square C_n)$, graf $(C_3\square F_{(m,n)})$,graf $(W_3\square C_n)$ dan graf $(W_3\square F_{(m,n)})$	Kepustakaan	Metode deduktif aksiomatik 1) Menetapkan graf; 2) Menetapkan operasi graf; 3) Menentukan kardinalitas graf hasil operasi; 4) Menentukan diameter graf hasil operasi; 5) Mencari nilai *Rainbow 2-Connection* pada graf hasil operasi; 6) Memeriksa nilai *Rainbow 2-Connection*, apabila nilainya sesuai dengan teorema dilanjutkan dengan menentukan fungsi, apabila tidak sesuai dengan teorema maka kembali ke tahap 5; 7) Mencari fungsi dari nilai *Rainbow 2-Connection;* 8) Menemukan teorema;

	dan graf $\left(W_3 \square F_{(m,n)}\right)$? 4. Bagaimanakah keterkaitan antara pewarnaan 2-koneksi pelangi dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi?		4. Untuk mengetahui keterkaitan antara pewarnaan 2-koneksi pelangi dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi		

Lampiran 2

PEDOMAN PEER VALIDATION

TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

NAMA MAHASISWA : ELSY WIJAYANTI

NIM : 140210101006

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
Mengingat	Peneliti mampu menunjukkan jenis-jenis graf khusus dengan menunjukkan ilustrasinya				✓	
	Peneliti mampu menggambarkan konsep graf tidak berarah, graf terhubung, dan graf berhingga diwujudkan dalam sebuah contoh				✓	
	Peneliti mampu mengilustrasikan definisi graf operasi dan menunjukkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu menggambarkan definisi ordo (banyaknya titik) dan size (banyaknya sisi) pada sebuah graf ditandai dengan pencacahan kardinalitas graf yang akan diteliti				✓	
Memahami	Peneliti mampu menjabarkan operasi perkalian kartesian					✓
	Peneliti mampu mengubah graf khusus namun tetap isomorfis					✓
	Peneliti mampu memahami kardinalitas setiap graf					✓
Menerapkan	Peneliti mampu mengaplikasikan konsep pewarnaan pelangi pada graf				✓	
	Peneliti mampu menggambarkan koneksi pelangi yang berpola					✓
Menganalisa	Peneliti mampu menemukan pola koneksi pelangi				✓	
	Peneliti mampu menganalisa				✓	

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
	hubungan antara diameter dan koneksi pelanginya					
	Peneliti mampu menemukan fungsi dari pola koneksi pelangi					✓
Mengevaluasi	Peneliti mampu mengkaji ulang pewarnaan koneksi pelangi				✓	
	Peneliti mampu membuktikan fungsi				✓	
Mencipta	Peneliti mampu menciptakan teorema					✓

RUBRIK PENILAIAN:

1. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT TIDAK JELAS
2. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun TIDAK JELAS
3. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS
4. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS
5. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT JELAS

Identitas Peer Validator

Nama : Zahirotul 'Ula.........

NIM : 140210101037.........

Jember, 27 Desember 2017
PEER VALIDATOR

Zahirotul 'Ula.....
NIM: 140210101037......

PEDOMAN PEER VALIDATION

TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

NAMA MAHASISWA : ELSY WIJAYANTI

NIM : 140210101006

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
Mengingat	Peneliti mampu menunjukkan jenis-jenis graf khusus dengan menunjukkan ilustrasinya					✓
	Peneliti mampu menggambarkan konsep graf tidak berarah, graf terhubung, dan graf berhingga diwujudkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu mengilustrasikan definisi graf operasi dan menunjukkan dalam sebuah contoh				✓	
	Peneliti mampu menggambarkan definisi ordo (banyaknya titik) dan size (banyaknya sisi) pada sebuah graf ditandai dengan pencacahan kardinalitas graf yang akan diteliti				✓	
Memahami	Peneliti mampu menjabarkan operasi perkalian kartesian					✓
	Peneliti mampu mengubah graf khusus namun tetap isomorfis				✓	
	Peneliti mampu memahami kardinalitas setiap graf				✓	
Menerapkan	Peneliti mampu mengaplikasikan konsep pewarnaan pelangi pada graf					✓
	Peneliti mampu menggambarkan koneksi pelangi yang berpola					✓
Menganalisa	Peneliti mampu menemukan pola koneksi pelangi					✓
	Peneliti mampu menganalisa					

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
	hubungan antara diameter dan koneksi pelanginya			✓		
	Peneliti mampu menemukan fungsi dari pola koneksi pelangi					✓
Mengevaluasi	Peneliti mampu mengkaji ulang pewarnaan koneksi pelangi				✓	
	Peneliti mampu membuktikan fungsi					✓
Mencipta	Peneliti mampu menciptakan teorema					✓

RUBRIK PENILAIAN:

1. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT TIDAK JELAS
2. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun TIDAK JELAS
3. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS
4. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS
5. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT JELAS

Identitas Peer Validator

Nama : M. Ali Hasan

NIM : 140210101057

Jember, 27 Desember 2017.

PEER VALIDATOR

M. Ali Hasan

NIM: 140210101057

PEDOMAN PEER VALIDATION

TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

NAMA MAHASISWA : ELSY WIJAYANTI

NIM : 140210101006

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
Mengingat	Peneliti mampu menunjukkan jenis-jenis graf khusus dengan menunjukkan ilustrasinya				√	
	Peneliti mampu menggambarkan konsep graf tidak berarah, graf terhubung, dan graf berhingga diwujudkan dalam sebuah contoh					√
	Peneliti mampu mengilustrasikan definisi graf operasi dan menunjukkan dalam sebuah contoh				√	
	Peneliti mampu menggambarkan definisi ordo (banyaknya titik) dan size (banyaknya sisi) pada sebuah graf ditandai dengan pencacahan kardinalitas graf yang akan diteliti					√
Memahami	Peneliti mampu menjabarkan operasi perkalian kartesian					√
	Peneliti mampu mengubah graf khusus namun tetap isomorfis					√
	Peneliti mampu memahami kardinalitas setiap graf				√	
Menerapkan	Peneliti mampu mengaplikasikan konsep pewarnaan pelangi pada graf				√	
	Peneliti mampu menggambarkan koneksi pelangi yang berpola					√
Menganalisa	Peneliti mampu menemukan pola koneksi pelangi				√	
	Peneliti mampu menganalisa					√

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
	hubungan antara diameter dan koneksi pelanginya					
	Peneliti mampu menemukan fungsi dari pola koneksi pelangi					√
Mengevaluasi	Peneliti mampu mengkaji ulang pewarnaan koneksi pelangi					√
	Peneliti mampu membuktikan fungsi				√	
Mencipta	Peneliti mampu menciptakan teorema				√	

RUBRIK PENILAIAN:

1. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT TIDAK JELAS
2. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun TIDAK JELAS
3. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS
4. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS
5. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT JELAS

Identitas Peer Validator

Nama : Rafiantika MP., S.Si, M.Si

NIM : ....

Jember, ...

PEER VALIDATOR

Rafiantika M

NIM: . ...

PEDOMAN PEER VALIDATION

TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

NAMA MAHASISWA : ELSY WIJAYANTI

NIM : 140210101006

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
Mengingat	Peneliti mampu menunjukkan jenis-jenis graf khusus dengan menunjukkan ilustrasinya					✓
	Peneliti mampu menggambarkan konsep graf tidak berarah, graf terhubung, dan graf berhingga diwujudkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu mengilustrasikan definisi graf operasi dan menunjukkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu menggambarkan definisi ordo (banyaknya titik) dan size (banyaknya sisi) pada sebuah graf ditandai dengan pencacahan kardinalitas graf yang akan diteliti					✓
Memahami	Peneliti mampu menjabarkan operasi perkalian kartesian				✓	
	Peneliti mampu mengubah graf khusus namun tetap isomorfis				✓	
	Peneliti mampu memahami kardinalitas setiap graf					✓
Menerapkan	Peneliti mampu mengaplikasikan konsep pewarnaan pelangi pada graf					✓
	Peneliti mampu menggambarkan koneksi pelangi yang berpola					✓
Menganalisa	Peneliti mampu menemukan pola koneksi pelangi					✓
	Peneliti mampu menganalisa					

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
	hubungan antara diameter dan koneksi pelanginya				√	
	Peneliti mampu menemukan fungsi dari pola koneksi pelangi					√
Mengevaluasi	Peneliti mampu mengkaji ulang pewarnaan koneksi pelangi					√
	Peneliti mampu membuktikan fungsi				√	
Mencipta	Peneliti mampu menciptakan teorema					√

RUBRIK PENILAIAN:

1. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT TIDAK JELAS
2. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun TIDAK JELAS
3. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS
4. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS
5. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT JELAS

Identitas Peer Validator

Nama : Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si.

NIM : ....

Jember, 27-12-2017
PEER VALIDATOR

Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si.
NIM: ....

PEDOMAN PEER VALIDATION

TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

NAMA MAHASISWA : ELSY WIJAYANTI

NIM : 140210101006

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS DUA KONEKSI PELANGI PADA GRAF HASIL OPERASI PERKALIAN KARTESIAN GRAF KIPAS DAN LINGKARAN SERTA KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
Mengingat	Peneliti mampu menunjukkan jenis-jenis graf khusus dengan menunjukkan ilustrasinya					✓
	Peneliti mampu menggambarkan konsep graf tidak berarah, graf terhubung, dan graf berhingga diwujudkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu mengilustrasikan definisi graf operasi dan menunjukkan dalam sebuah contoh					✓
	Peneliti mampu menggambarkan definisi ordo (banyaknya titik) dan size (banyaknya sisi) pada sebuah graf ditandai dengan pencacahan kardinalitas graf yang akan diteliti					✓
Memahami	Peneliti mampu menjabarkan operasi perkalian kartesian					✓
	Peneliti mampu mengubah graf khusus namun tetap isomorfis				✓	
	Peneliti mampu memahami kardinalitas setiap graf					✓
Menerapkan	Peneliti mampu mengaplikasikan konsep pewarnaan pelangi pada graf					✓
	Peneliti mampu menggambarkan koneksi pelangi yang berpola				✓	
Menganalisa	Peneliti mampu menemukan pola koneksi pelangi					✓
	Peneliti mampu menganalisa					

Taksonomi Blom	Indikator	Nilai				
		1	2	3	4	5
	hubungan antara diameter dan koneksi pelanginya					√
	Peneliti mampu menemukan fungsi dari pola koneksi pelangi				√	
Mengevaluasi	Peneliti mampu mengkaji ulang pewarnaan koneksi pelangi				√	
	Peneliti mampu membuktikan fungsi				√	
Mencipta	Peneliti mampu menciptakan teorema				√	

RUBRIK PENILAIAN:

1. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT TIDAK JELAS
2. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun TIDAK JELAS
3. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS
4. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS
5. Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun SANGAT JELAS

Identitas Peer Validator

Nama : Nafidatun Nikmah

NIM : 140210101063

Jember, 27 Desember 2017

PEER VALIDATOR

Nafidatun Nikmah

NIM: 140210101063

Lampiran 3

Langkah terakhir adalah menemukan tingkat kevalidan instrumen sesuai tabel berikut.

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

Hasil analisis validasi oleh validator dijelaskan pada tabel berikut.

<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek yang diamati</th><th colspan="5">Penilaian</th><th rowspan="2">I_i</th><th rowspan="2">A_i</th><th rowspan="2">V_a</th><th rowspan="2">teoritis</th><th rowspan="2">Fakta validasi</th></tr>
<tr><th>Validator 1</th><th>Validator 2</th><th>Validator 3</th><th>Validator 4</th><th>Validator 5</th></tr>
<tr><td>1a</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td><td rowspan="4">4,65</td><td rowspan="11">4,6</td><td rowspan="4">27,5%</td><td rowspan="4">26,7%</td></tr>
<tr><td>1b</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4,8</td></tr>
<tr><td>1c</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td></tr>
<tr><td>1d</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td></tr>
<tr><td>2a</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>4,8</td><td rowspan="3">4,6</td><td rowspan="3">45,9%</td><td rowspan="3">46,7%</td></tr>
<tr><td>2b</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4,4</td></tr>
<tr><td>2c</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td></tr>
<tr><td>3a</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td><td rowspan="2">4,7</td><td rowspan="2">58,4%</td><td rowspan="2">60%</td></tr>
<tr><td>3b</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4,8</td></tr>
<tr><td>4a</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4,6</td><td rowspan="2">4,53</td><td rowspan="2">76,5%</td><td rowspan="2">80%</td></tr>
<tr><td>4b</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>4,2</td></tr>
</table>

Aspek yang diamati	Penilaian					I_i	A_i	V_a	teoritis	Fakta validasi
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Validator 4	Validator 5					
4c	5	5	5	5	4	4,8				
5a	4	4	5	5	4	4,4	4,3		88%	93,3%
5b	4	5	4	4	4	4,2				
6a	5	5	4	5	4	4,6	4,6		94,1%	100%

Rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator dirumuskan:

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

Keterangan:

V_{ji} = data nilai dari validator ke-*j* terhadap indikator ke-*i*,

j = validator ke-

i = indikator ke-

v = banyak validator

Rumus rata-rata untuk setiap aspek:

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

Keterangan:

A_i = rata-rata nilai untuk aspek ke-*i*

I_{ji} = rata-rata nilai untuk aspek ke-*i* indikator ke-*j*,

i = aspek ke-

j = indikator ke-

m = indikator ke-

Setiap aspek penilaian memperoleh nilai rata-rata semua kriteria. Selanjutnya menghitung rata-rata total semua aspek dengan rumus:

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

Keterangan:

V_{ji} = nilai rata-rata total semua aspek

A_i = rata-rata nilai untuk aspek ke-i

i = aspek yang dinilai

n = banyak aspek