



**PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI  
*COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN  
DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**SKRIPSI**

Oleh

**Dian Dewi Agustini**

**NIM 140210101052**

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

**2018**



**PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI  
*COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN  
DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Dian Dewi Agustini**

**NIM 140210101052**

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

**2018**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T., Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi besar, Nabi Muhammad S.A.W., atas kebesaran itu kupersembahkan sebagai rasa hormat dan bahagia dalam perjalanan dan perjuangan hidupku teriring rasa terima kasihku kepada:

1. Kedua Orang Tuaku tersayang, Ayah Saleh dan Ibu Suhartini yang telah membesarkanku dengan penuh kasih sayang, rasa cinta, kesabaran, perhatian, dan doa yang tiada pernah putus;
2. Bapak Sapi'i(Alm) dan Ibu Roaenah yang senantiasa mencurahkan rasa cinta, kasih sayang, dan doa yang tiada pernah putus, dan selalu mendukung setiap perjalanan hidupku dari jauh;
3. Kakak - Kakakku, Slamet Edi, Nining, Ani, Ida yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan menjadi contoh yang baik;
4. Bapak Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si. selaku pembimbing skripsi yang dengan sabar telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama menyelesaikan skripsi ini;
5. Ibu Susi Setiawani, S.Si., M.Sc. dan Bapak Drs. Antonius Cahya P, M.App.Sc., Ph.D selaku penguji skripsi yang telah memberikan masukan untuk perbaikan skripsi agar lebih baik;
6. Bapak Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si. yang telah meluangkan waktu dan sabar dalam membantu dan membimbing penyusunan skripsi ini;
7. Para guru dan dosen yang telah memberikan ilmu dan membimbing dalam banyak hal;
8. Bapak dan Ibu di CGANT, yang telah membantu, dan membimbing dalam penyusunan skripsi ini;

9. Sahabat - sahabat Pejuang ACC Dosen, Harvian, Ulil, Inggrit, Bunga yang selalu memberikan motivasi, kasih sayang, perhatian, dan do'a;
10. Sahabat - sahabatku tersayang, Ike Marantika, dan Siska Yuliana yang selalu memberikan kasih sayang, perhatian, motivasi, dan do'a;
11. Sahabatku tersayang, Harvian Candra M. yang selalu menguatkan, memotivasi, memberikan do'a, dan selalu menemani pada saat suka maupun duka selama dua tahun ini;
12. Sepupu tersayang, Eka Pangestin Rahmawati yang telah membantu, memberikan motivasi, dan do'a;
13. Keluarga Kandang 17, yang telah menemani dikala suka maupun duka selama empat tahun;
14. Pejuang Graf, Bang Ali, Zahiro, Elsi, Lusia, Lia, Puput, Nafida, Petrin, Arga yang telah membantu, menemani perjuangan dan selalu memberikan dukungan;
15. Teman-teman KKMT SMA Negeri 1 Arjasa atas segenap dukungannya;
16. Keluarga besar Matric '14 dan MSC yang telah memberikan cerita dan pengalaman yang berharga;
17. Almamater tercinta, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

## HALAMAN MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila Engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah maka hendaknya Engkau berharap"

(Q.S Al- Insyiroh ayat 6-8)

"Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar, keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha"

(B.J Habibie)

"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.)

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Dewi Agustini

NIM : 140210101052

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada Graf Hasil Operasi *Comb Product* Graf *Related Wheel* dikaitkan dengan Keterampilan Berpikir Kreatif adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 09 Mei 2018

Yang menyatakan,

Dian Dewi Agustini  
NIM. 140210101052

HALAMAN PEMBIMBINGAN

PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI  
*COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN  
DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

SKRIPSI

Oleh

Dian Dewi Agustini  
NIM 140210101052

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

Dosen Pembimbing 2 : Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.

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

2018



HALAMAN PENGAJUAN

PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI  
*COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN  
DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan 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 : Dian Dewi Agustini  
NIM : 140210101052  
Tempat dan Tanggal Lahir : Banyuwangi, 27 Agustus 1995  
Jurusan / Program Studi : Pendidikan MIPA / P. Matematika

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.  
NIP. 19581209 198603 1 003



**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul : Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada Graf Hasil Operasi *Comb Product* Graf *Related Wheel* dikaitkan dengan Keterampilan Berpikir Kreatif telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 09 Mei 2018

Tempat : Gedung 3 FKIP UNEJ

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

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

Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.  
NIP. 19581209 198603 1 003

Anggota I,

Anggota II,

Susi Setiawani, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19700307 199512 2 001

Drs. Antonius Cahya P, M.App.Sc., Ph.D.  
NIP. 19690928 199302 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI *COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF;**  
 Dian Dewi Agustini, 140210101052; 2018: 94 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Teori graf memiliki banyak manfaat dalam kehidupan salah satunya adalah Pewarnaan  $r$ -dinamis. Pewarnaan  $r$ -dinamis merupakan pewarnaan yang bertujuan untuk mencari banyaknya warna minimum atau biasa disebut dengan bilangan kromatik paling minimum dari pewarnaan pada graf. Pewarnaan  $r$ -dinamis terdiri dari pewarnaan titik  $r$ -dinamis, pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dan pewarnaan total  $r$ -dinamis. Pada penelitian ini, menggunakan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis. Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada suatu graf  $G$  didefinisikan sebagai pemetaan  $c$  dari  $E$  ke himpunan warna sedemikian hingga memenuhi kondisi jika  $e_1 = uv, e_2 = vw \in E(G)$  maka  $c(e_1) \neq c(e_2)$ , dan  $\forall e = uv \in E(G), |c(N(e))| \geq \min\{r, d(v) + d(u) - 2\}; r \in \mathbb{N}$ . Graf yang digunakan dalam pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada penelitian ini adalah graf kipas, graf lingkaran, dan graf roda. Sedangkan Operasi yang digunakan adalah operasi *comb product* titik.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendeteksian pola dan metode deduktif aksiomatik dalam menentukan nilai kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis. Penelitian ini menghasilkan empat teorema dari pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$  yaitu:

- **Teorema 1** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $F_4$  untuk  $r < 10, n \geq 3$  adalah  $\chi_r(C_n \triangleright F_4) = 6$  untuk  $1 \leq r \leq 5, 8$  untuk  $r = 6, 9$  untuk  $7 \leq r \leq 8, 10$  untuk  $r = 9; n$  genap, dan  $12$  untuk  $r = 9; n$  ganjil.
- **Teorema 2** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $F_4$  untuk  $r \geq 10, n \geq 3$  adalah  $\chi_r(C_n \triangleright F_4) = 12$  untuk  $n = 0 \pmod 4,$

$n \neq 0 \pmod 3$ ,  $n \neq 0 \pmod 5$ , 13 untuk  $n = 0 \pmod 5$ ,  $n \neq 0 \pmod 3$ ,  $n \neq 0 \pmod 4$ , dan 15 untuk  $n \neq 0 \pmod 4$ ,  $n \neq 0 \pmod 5$ .

- **Teorema 3** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $W_4$  untuk  $r < 8$ ,  $n \geq 3$  adalah  $\chi_r(C_n \triangleright W_4) = 5$  untuk  $1 \leq r \leq 3$ , 6 untuk  $r = 4$ , 8 untuk  $r = 5$ , 9 untuk  $r = 6$ , dan 10 untuk  $r = 7$ .
- **Teorema 4** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $W_4$  untuk  $r \geq 8$ ,  $n \geq 3$  adalah  $\chi_r(C_n \triangleright W_4) = 10$  untuk  $n = 0 \pmod 4$ ,  $n \neq 0 \pmod 3$ ,  $n \neq 0 \pmod 5$ , 10 untuk  $n = 0 \pmod 5$ ,  $n \neq 0 \pmod 3$ ,  $n \neq 0 \pmod 4$ , dan 12 untuk  $n \neq 0 \pmod 4$ ,  $n \neq 0 \pmod 5$ .

Keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan berpikir kreatif pada graf hasil operasi *comb product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$  dan graf lingkaran  $C_n$  dengan graf roda  $W_4$  pada penelitian ini didapatkan selama proses dalam mencari nilai kromatik dari pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, mulai dari menentukan graf khusus yang digunakan sampai menemukan Teorema. Keterkaitan tersebut yaitu:

Aspek *fluency* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *fluency* adalah memberikan beragam gagasan yang tepat terhadap situasi matematis yang diberikan untuk pemecahan masalah. Keterkaitan aspek *fluency* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu memberikan beragam gagasan mengenai terminologi graf, dan pewarnaan  $r$ -dinamis, memberikan beragam gagasan mengenai klasifikasi Kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang diperoleh, memberikan beragam gagasan mengenai pola pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti.

Aspek *flexibility* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *flexibility* yaitu menggunakan beragam strategi solusi masalah, atau memberikan beragam contoh atau pernyataan yang terkait konsep atau situasi matematis tertentu. Keterkaitan aspek *flexibility* dengan

pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu mampu menggunakan pernyataan terkait konsep dari definisi, teorema, operasi *comb product*, pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, dan analisis dari teorema yang digunakan.

Aspek *orisinality* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *orisinality* yaitu mampu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menentukan solusi masalah atau memberikan contoh atau pernyataan baru yang tidak biasa. Keterkaitan aspek *orisinality* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menciptakan dan membuktikan teorema yang diperoleh, dan memberikan contoh bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dari penelitian sebelumnya.

Aspek *elaboration* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator tersebut yaitu menjelaskan secara terperinci, dan teratur terhadap prosedur matematis, solusi jawaban, atau situasi matematis tertentu, dengan menggunakan konsep, representasi, istilah atau notasi matematis yang sesuai. Keterkaitan aspek *elaboration* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis yaitu menjelaskan secara terperinci mengenai kardinalitas titik dan sisi masing masing graf hasil operasi yang diteliti, langkah - langkah pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, menjelaskan secara terperinci mengenai bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, menjelaskan secara terperinci dalam menentukan fungsi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti, mengecek kebenaran fungsi yang telah ditentukan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada Graf Hasil Operasi *Comb Product* Graf *Related Wheel* dikaitkan dengan Keterampilan Berpikir Kreatif. 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 yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Dosen Penguji yang telah memberikan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
7. Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan ilmu;
8. Dosen dan Karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
9. Teman seperjuangan mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika angkatan 2014;
10. 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, 09 Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERNYATAAN .....	vi
HALAMAN PENGAJUAN .....	viii
HALAMAN PENGESAHAN .....	ix
RINGKASAN .....	x
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR TABEL .....	xx
DAFTAR LAMBANG .....	xxii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Kebaruan Penelitian .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Definisi dan Terminologi Dasar Graf .....	7
2.2 Graf Khusus .....	9
2.3 Operasi Graf.....	10
2.4 Pewarnaan Graf.....	11
2.4.1 Pewarnaan Titik ( <i>Vertex Coloring</i> ) .....	11
2.4.2 Pewarnaan Sisi ( <i>Edge Colouring</i> ) .....	12
2.4.3 Pewarnaan Wilayah ( <i>Region Colouring</i> ).....	13
2.5 Pewarnaan $r$ -dinamis .....	13



2.5.1	Pewarnaan Titik $r$ -dinamis .....	13
2.5.2	Pewarnaan Sisi $r$ -dinamis .....	14
2.6	Hasil penelitian pewarnaan sisi $r$ -dinamis sebelumnya.....	16
2.7	Fungsi .....	18
2.8	Keterampilan Berpikir Kreatif .....	20
2.9	Aplikasi Graf .....	23
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>26</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	26
3.2	Metode Penelitian .....	26
3.3	Definisi Operasional.....	26
3.4	Data penelitian.....	27
3.5	Prosedur Penelitian .....	28
3.6	Instrumen Penelitian .....	30
3.7	Metode Analisis Data .....	30
3.8	Observasi .....	32
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>35</b>
4.1	Bilangan Kromatik $r$ -dinamis dari graf hasil operasi <i>comb product</i> graf lingkaran $C_n$ dengan graf kipas $F_4$ .....	36
4.2	Bilangan Kromatik $r$ -dinamis dari graf hasil operasi <i>comb product</i> graf lingkaran $C_n$ dengan graf roda $W_4$ .....	54
4.3	Kaitan pewarnaan sisi $r$ -dinamis dengan keterampilan berpikir kreatif .....	78
4.3.1	Aspek <i>fluency</i> .....	79
4.3.2	Aspek <i>flexibility</i> .....	80
4.3.3	Aspek <i>orisinality</i> .....	82
4.3.4	Aspek <i>elaboration</i> .....	84
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>88</b>
5.1	Kesimpulan .....	88
5.2	Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>95</b>

A. Matrik Penelitian .....	95
C. Lembar Analisis Hasil Validasi .....	106



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 (a)Graf Berarah; (b)Graf tak berarah.....	8
2.2 (a)Graf Sederhana; (b)Graf tak Sederhana .....	8
2.3 (a)Graf Berhingga; (b)Graf tak berhingga.....	9
2.4 (a)Graf Terhubung; (b)Graf tak Terhubung .....	9
2.5 Graf Kipas ( $F_n$ ).....	10
2.6 Graf Lingkaran ( $C_6$ ) .....	10
2.7 Graf Roda ( $C_4$ ) .....	10
2.8 (a)Graf $C_3$ (b)Graf $C_4$ (c)Graf hasil operasi <i>Comb Product</i> ( $C_3 \triangleright C_4$ ) ..	11
2.9 Pewarnaan titik pada graf ( $W_6$ ) .....	12
2.10 Pewarnaan sisi pada graf ( $W_6$ ) .....	12
2.11 Pewarnaan wilayah pada graf ( $W_6$ ) .....	13
2.12 Pewarnaan sisi $x_i, x_{i+1}$ pada pewarnaan sisi 1-dinamis graf $P_9$ .....	15
2.13 Pewarnaan sisi $x_i, x_{i+1}$ pada pewarnaan sisi 2-dinamis graf $P_9$ .....	15
2.14 (a)fungsi injektif, (b)surjektif, dan (c)bijektif .....	19
2.15 (a)Graf hasil aplikasi pada graf (b)Graf dengan pewarnaan $r$ -dinamis ..	24
3.1 Prosedur penelitian .....	29
3.2 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $1 \leq r \leq 5$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 6$ .....	32
3.3 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $r = 6$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 8$ .....	33
3.4 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $7 \leq r \leq 8$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 9$ .....	33
3.5 Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$ untuk $r = 9$ , n genap, $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$ .....	33
3.6 Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$ untuk $r = 9$ , n ganjil, $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$ .....	34
4.1 Graf $C_5 \triangleright F_4$ .....	37
4.2 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $1 \leq r \leq 5$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 6$ .....	38
4.3 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $r = 6$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 8$ .....	40
4.4 Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $7 \leq r \leq 8$ , $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 9$ .....	42
4.5 Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$ untuk $r = 9$ , n genap, $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$ .....	43
4.6 Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$ untuk $r = 9$ , n ganjil, $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$ .....	45

4.7	Ilustrasi $\chi_r(C_4 \triangleright F_4)$ untuk $r \geq 10, n \equiv 0 \pmod{4}$	$\chi_r(C_4 \triangleright F_4) = 12$ .....	48
4.8	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$ untuk $r \geq 10, n \equiv 0 \pmod{5}$	$\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 13$ .....	50
4.9	Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$ untuk $r \geq 10, n \equiv 0 \pmod{3}$	$\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 15$ .....	53
4.10	Ilustrasi $\chi_r(C_7 \triangleright F_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 1 \pmod{3}$	$\chi_r(C_7 \triangleright F_4) = 15$ .....	54
4.11	Ilustrasi $\chi_r(C_{11} \triangleright F_4)$ untuk $r \geq 10, n \equiv 2 \pmod{3}$	$\chi_r(C_{11} \triangleright F_4) = 15$ ...	55
4.12	Graf $C_5 \triangleright F_4$ .....		56
4.13	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $1 \leq r \leq 3,$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 5$ .....	58
4.14	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $r = 4,$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 6$ .....	59
4.15	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $r = 5,$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 8$ .....	61
4.16	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $r = 6,$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 9$ .....	64
4.17	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $r = 7,$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 10$ .....	66
4.18	Ilustrasi $\chi_r(C_4 \triangleright W_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 0 \pmod{4}$	$\chi_r(C_4 \triangleright W_4) = 10$ .....	69
4.19	Ilustrasi $\chi_r(C_5 \triangleright W_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 0 \pmod{5}$	$\chi_r(C_5 \triangleright W_4) = 10$ .....	72
4.20	Ilustrasi $\chi_r(C_3 \triangleright W_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 0 \pmod{3}$	$\chi_r(C_3 \triangleright W_4) = 12$ .....	77
4.21	Ilustrasi $\chi_r(C_7 \triangleright W_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 1 \pmod{3}$	$\chi_r(C_7 \triangleright W_4) = 12$ .....	77
4.22	Ilustrasi $\chi_r(C_{11} \triangleright W_4)$ untuk $r \geq 8, n \equiv 2 \pmod{3}$	$\chi_r(C_{11} \triangleright W_4) = 12$ ..	78
4.23	Ilustrasi kasus pada graf hasil operasi $C_n \triangleright W_4$ .....		81
4.24	Keterkaitan proses pewarnaan sisi $r$ -dinamis secara Teoritis .....		86

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Pewarnaan sisi $x_i, x_{i+1}$ pada pewarnaan sisi 1-dinamis graf $P_9$ .....	15
2.2 Pewarnaan sisi $x_i, x_{i+1}$ pada pewarnaan sisi 2-dinamis graf $P_9$ .....	15
2.3 Hasil penelitian pewarnaan sisi $r$ -dinamis terdahulu.....	16
2.4 Berpikir kreatif .....	21
2.5 Berpikir kreatif .....	22
2.6 Hubungan dari zat kimia.....	24
3.1 Tingkat Kevalidan Instrumen.....	31
5.2 Pewarnaan sisi 1, 2, 3, 4, 5-dinamis pada graf $C_5 \triangleright F_4; n \geq 3$ .....	107
5.3 Pewarnaan sisi 6-dinamis pada graf $C_5 \triangleright F_4; n \geq 3$ .....	108
5.4 Pewarnaan sisi 7, 8-dinamis pada graf $C_5 \triangleright F_4; n \geq 3$ .....	109
5.5 Pewarnaan sisi 9-dinamis pada graf $C_4 \triangleright F_4; n \text{ genap}, n \geq 3$ .....	110
5.6 Pewarnaan sisi 9-dinamis pada graf $C_3 \triangleright F_4; n \text{ ganjil}, n \geq 3$ .....	111
5.7 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_4 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{4}$	112
5.8 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_4 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{5}$	113
5.9 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_4 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{3}$	114
5.10 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_7 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 1 \pmod{3}$	115
5.11 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_7 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 1 \pmod{3}$ .	116
5.12 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_{11} \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 2 \pmod{3}$	117
5.13 Pewarnaan sisi $r \geq 10$ -dinamis pada graf $C_{11} \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 2 \pmod{3}$	118
5.14 Pewarnaan sisi 1, 2, 3-dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3$ .....	119
5.15 Pewarnaan sisi 4-dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3$ .....	120
5.16 Pewarnaan sisi 5-dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3$ .....	121
5.17 Pewarnaan sisi 6-dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3$ .....	122
5.18 Pewarnaan sisi 7-dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3$ .....	123
5.19 Pewarnaan sisi $r \geq 8$ -dinamis pada graf $C_4 \triangleright W_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{4}$	124
5.20 Pewarnaan sisi $r \geq 8$ -dinamis pada graf $C_5 \triangleright W_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{5}$	125
5.21 Pewarnaan sisi $r \geq 8$ -dinamis pada graf $C_3 \triangleright W_4; n \geq 3, n \equiv 0 \pmod{3}$	126

- 5.22 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 1 \pmod 3$  127
- 5.23 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 1 \pmod 3$  128
- 5.24 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$  129
- 5.25 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$  130
- 5.26 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$  131





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 graf $G$
$E(G)$	=	Himpunan sisi graf $G$
$v_n$	=	Titik ke- $n$ pada suatu graf
$e_n$	=	Sisi ke- $n$ dari suatu graf
$d(u, v)$	=	Jarak dari titik $u$ ke $v$
$\Delta(G)$	=	Derajat titik maksimum dari graf $G$
$\delta(G)$	=	Derajat titik minimum dari graf $G$
$\chi(G)$	=	Bilangan kromatik pada graf $G$
$\chi_r(G)$	=	Bilangan kromatik $r$ -dinamis pada graf $G$
$G \supseteq H$	=	Operasi graf <i>Edge Comb Product Graph</i>
$c(e)$	=	pewarnaan pada sisi
$ c(N(e)) $	=	banyak pewarnaan pada sisi
$d(v)$	=	derajat pada sisi $v$
$r$	=	parameter
$N(e)$	=	Himpunan ketetanggaan pada suatu sisi $v$
$d(u)$	=	Derajat dari suatu sisi $v$



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan kehidupan memasuki era baru yaitu era informasi dan globalisasi. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan banyaknya permasalahan yang kompleks dalam kehidupan sehari - hari, dan juga mengakibatkan persaingan untuk mendapatkan kehidupan yang lebih baik. Untuk mengatasi permasalahan yang demikian diperlukan adanya ilmu pengetahuan.

Berbagai macam ilmu pengetahuan yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari -hari salah satunya Matematika. Menurut Hamzah (2009:109), matematika dapat memberikan kemudahan dalam memecahkan masalah karena proses kerja matematika dilalui secara berurut yang meliputi tahap observasi, menebak, menguji hipotesis, mencari analogi, dan akhirnya merumuskan teorema - teorema. Selain dari ilmu pengetahuan, untuk mengatasi permasalahan tersebut juga diperlukan adanya individu yang memiliki kemampuan berpikir kreatif dan tepat dalam mengambil keputusan.

Berpikir kreatif termasuk ke dalam kategori keterampilan berfikir tingkat tinggi, yang melibatkan dan menciptakan sesuatu yang baru atau asli. Berfikir kreatif melibatkan keterampilan yang memiliki kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi. Tujuan dari berpikir kreatif adalah untuk merangsang keingintahuan dan merangsang berpikir divergen. Oleh karena itu, manusia perlu menguasai keterampilan berpikir kreatif yang lebih baik dari sebelumnya. Dalam standar isi untuk satuan pendidikan dasar dan menengah mata pelajaran matematika (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tanggal 23 Mei 2006 tentang standar isi) telah disebutkan bahwa mata pelajaran Matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif, serta kemampuan bekerja sama. Mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, maupun kerja sama sudah menjadi fokus dan perhatian pendidik matematika di kelas, namun dalam hal

meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dalam matematika jarang atau tidak pernah dikembangkan. Kemampuan berpikir kreatif seharusnya dapat dikembangkan karena sangat diperlukan agar peserta didik dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan kompetitif. Oleh karena itu, diperlukan adanya peran pendidik untuk melakukan refleksi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik, diharapkan pendidik dapat mengembangkan aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dalam kehidupan sehari-hari dan menerapkan pada saat pembelajaran di sekolah. Keterampilan berpikir kreatif digunakan untuk semua jenis ilmu pengetahuan termasuk matematika. Matematika mempunyai beberapa cabang keilmuan yang dapat dikembangkan dalam upaya untuk menumbuhkan keterampilan berfikir kreatif, salah satunya yaitu matematika Diskrit. Di dalam matematika diskrit terdapat berbagai pokok bahasan, diantaranya teori graf.

Teori graf banyak digunakan sebagai alat bantu untuk menggambarkan atau menyatakan suatu persoalan agar lebih mudah dimengerti dan mudah untuk diselesaikan. Teori graf pertama kali diperkenalkan oleh Leonhard Euler seorang matematikawan Swiss pada tahun 1736, melalui tulisannya yang berisi tentang upaya pemecahan masalah jembatan Königsberg. Dalam pembuktiannya, Euler mengilustrasikan situasi jembatan Königsberg itu dalam sebuah graf dimana digambarkan empat daratan sebagai titik dan tujuh jembatan sebagai sisi yang menghubungkan setiap daratan. Dari permasalahan tersebut teori graf semakin berkembang. Seiring perkembangan teori graf, dalam teori graf juga mempelajari mengenai pewarnaan pada graf.

Pewarnaan graf adalah salah satu cara pelabelan pada graf dengan cara memberikan warna yang berbeda pada elemen titik, sisi, maupun wilayah yang bertetangga. Pewarnaan pada graf terdiri dari tiga macam, yaitu pewarnaan titik, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah. Pewarnaan dapat diaplikasikan dalam berbagai hal, misalnya pada penyelesaian masalah sistem lalu lintas, pengaturan jadwal ujian, manajemen transportasi dan pengaturan ruang untuk

zat berbahaya yang berada dalam laboratorium. Pada pewarnaan graf juga dikembangkan pewarnaan  $r$ -dinamis.

Pewarnaan  $r$ -dinamis merupakan pewarnaan yang bertujuan untuk mencari banyaknya warna minimum atau biasa disebut dengan bilangan kromatik paling minimum dari pewarnaan pada graf. Pewarnaan  $r$ -dinamis terdiri dari pewarnaan titik  $r$ -dinamis dan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dan pewarnaan total  $r$ -dinamis. Pada Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, pewarnaan tersebut bisa dikatakan benar jika memenuhi dua syarat dari pewarnaan sisi  $r$ -dinamis yaitu  $c(e_1) \neq c(e_2)$  dan  $|c(N(e))| \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$ . Setelah melakukan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, akan didapatkan bilangan kromatik dimana bilangan kromatik tersebut harus berpola karena digunakan untuk membangun Kasus dan Teorema baru. Selanjutnya, kebenaran pewarnaan sisi  $r$ -dinamis bisa dicek dengan menggunakan Tabel kebenaran pewarnaan  $r$ -dinamis. Banyak peneliti yang telah melakukan penelitian terkait dengan pewarnaan biasa maupun pewarnaan  $r$ -dinamis pada graf dan hingga saat ini penelitian terkait pewarnaan graf masih dilakukan dengan berbagai pengembangannya yang telah divariasi. Pengembangan yang divariasi tersebut diantaranya dengan menambahkan operasi pada graf.

Operasi graf merupakan operasi terhadap dua graf atau lebih untuk menghasilkan graf baru. Beberapa operasi pada graf antara lain operasi perkalian *cartesian*, *joint product*, *tensor product*, *amalgamation*, *shackle*, *corona*, dan *comb product*. Pewarnaan  $r$ -dinamis dapat diterapkan dalam kehidupan sehari - hari dan juga bisa diterapkan pada saat pembelajaran di sekolah. Contohnya pada permasalahan penjadwalan mata pelajaran di Sekolah, penjadwalan lomba di Sekolah, pencegahan kecelakaan di Laboratorium Sekolah, penataan buku di rak Perpustakaan Sekolah dan permasalahan yang lainnya. Pengembangan penelitian pewarnaan biasa maupun pewarnaan  $r$ -dinamis pada graf khusus dengan menggunakan operasi pada graf semakin berkembang.

Pada penelitian sebelumnya, Meganingtyas (2015) telah melakukan penelitian pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf lintasan, sikel, bintang, roda, prisma, tangga, *friendship*, dan amalgamasi lintasan. Mira Septiana(2016)

melakukan penelitian analisa nilai kromatik pewarnaan total  $r$ -dinamis pada operasi *Comb Product* dari graf - graf khusus, dan Sida Laila (2017) meneliti tentang analisa pewarnaan titik  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *Comb Product*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, pada penelitian ini peneliti tertarik untuk mengkaji lebih lanjut mengenai pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf khusus. Graf yang digunakan pada penelitian ini adalah graf tak berarah, graf sederhana, graf berhingga, dan graf terhubung yaitu graf *Related Wheel*. Graf *Related Wheel* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah graf Lingkaran  $C_n$ , graf Kipas  $F_4$ , dan graf Roda  $W_4$ . Operasi yang digunakan adalah operasi *Comb Product* Titik. Peneliti memilih untuk meneliti graf kipas, graf lingkaran, dan graf roda dengan menggunakan operasi *comb product* titik, karena belum terdapat penelitian mengenai pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan menggunakan graf tersebut dengan operasi *comb product* titik, dan lebih mudah untuk melakukan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan operasi *comb product* sehingga diharapkan mendapatkan bilangan kromatik yang berpola. Selain itu pada penelitian ini, juga dilakukan kajian mengenai keterampilan berfikir kreatif yang dimiliki seseorang pada proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti mengambil judul "**Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada Graf Hasil Operasi *Comb Product* graf *Related Wheel* dikaitkan dengan Keterampilan Berpikir Kreatif**"

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Berapakah bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$ ?
2. Berapakah bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$ ?
3. Bagaimana kaitan keterampilan berpikir kreatif yang terjadi pada saat awal hingga akhir proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb*



*product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$ ?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang akan dipecahkan, maka permasalahan pada penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

- Graf yang digunakan dalam penelitian ini adalah graf tidak berarah, graf berhingga, graf sederhana, dan graf terhubung;
- Graf yang digunakan dalam penelitian ini adalah graf *Related Wheel* yaitu graf Lingkaran  $C_n$ , graf Kipas  $F_4$ , dan graf Roda  $W_4$ ;
- Operasi yang digunakan adalah operasi *Comb product* titik yang meliputi graf hasil operasi  $C_n \triangleright F_4$ , dan  $C_n \triangleright W_4$ .
- Analisis kaitan keterampilan berpikir kreatif dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis menggunakan aspek dan indikator yang telah ditentukan. Proses Analisis Keterkaitannya mulai dari awal penentuan graf khusus hingga menemukan Teorema baru.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$ .
- Menentukan bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$ .
- Menganalisis kaitan keterampilan berpikir kreatif yang terjadi pada saat awal hingga akhir proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$ .

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan pengetahuan baru dalam bidang teori graf khususnya tentang pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$ , dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$ ;

2. Memberikan motivasi pada peneliti lain untuk meneliti lebih luas tentang penelitian pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf khusus dengan menggunakan operasi yang lainnya;
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pengembangan ilmu dan aplikasi dalam masalah pewarnaan sisi;
4. Sebagai sumber referensi tentang gambaran tahapan berpikir kreatif yang ada dalam menentukan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis;
5. Membantu peneliti dalam mengasah keterampilan berpikir kreatif;
6. Aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dalam kehidupan sehari - hari dapat diterapkan pada saat proses pembelajaran disekolah;
7. Hasil aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada saat proses pembelajaran disekolah.

### 1.6 Kebaruan Penelitian

Kebaruan dari penelitian ini adalah pengembangan dari pewarnaan sisi  $r$ -dinamis. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sudah terdapat penelitian pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada beberapa graf khusus, selain itu juga sudah terdapat penelitian dengan menggunakan operasi *Comb Product* namun hanya pada pewarnaan titik  $r$ -dinamis, total  $r$ -dinamis, dan kajian yang lain pada teori graf. Sedangkan pada penelitian ini, akan diteliti pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan menggunakan graf khusus dan operasinya. Graf khusus yang digunakan graf *Related Wheel* yaitu graf Lingkaran  $C_n$ , graf Kipas  $F_4$ , dan graf Roda  $W_4$ , serta operasi yang digunakan yaitu operasi *comb product* titik. Selain itu, pada penelitian ini proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis juga dikaitkan dengan keterampilan berpikir kreatif.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi dan Terminologi Dasar Graf

Sebuah graf  $G$  merupakan pasangan himpunan  $(V(G), E(G))$  dengan  $V(G)$  adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen yang disebut titik, dan  $E(G)$  adalah sebuah himpunan (mungkin 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).

Chartrand dan Zhang (2011:432) menyatakan bahwa dua buah titik  $u, v \in V(G)$  dikatakan bertetangga (*adjacent*) jika  $uv = e \in E(G)$ . Dengan kata lain titik  $u$  pada graf  $G$  dikatakan bertetangga pada  $v$  jika terdapat sisi  $e$  pada graf  $G$  yang menghubungkan kedua titik tersebut. Kondisi  $uv = e \in E(G)$  menyebabkan titik  $u$  dan  $v$  bersisian (*incident*) dengan sisi  $e$ .

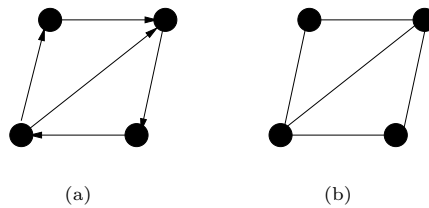
Derajat (*degree*) dari sebuah titik  $v$  pada graf  $G$ , dinotasikan dengan  $d(v)$ , adalah banyaknya sisi yang bersisian pada titik  $v$  atau dapat juga didefinisikan sebagai banyaknya titik yang bertetangga dengan titik  $v$ . Sebuah titik yang berderajat 0 (nol) disebut titik terisolasi (*isolated vertex*). Sedangkan titik yang berderajat 1 disebut titik anting (*pendant vertex*) (Chartrand dan Zhang, 2011).

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

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

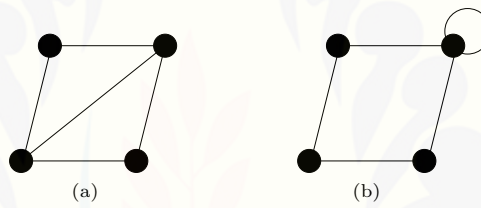
1. Berdasarkan orientasi arah:
  - a. Graf berarah (*direct graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Contoh Graf berarah dapat dilihat pada Gambar 2.1(a)
  - b. Graf tak berarah (*undirect graph*) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah. Contoh Graf tak berarah dapat dilihat pada Gambar 2.1 (b)





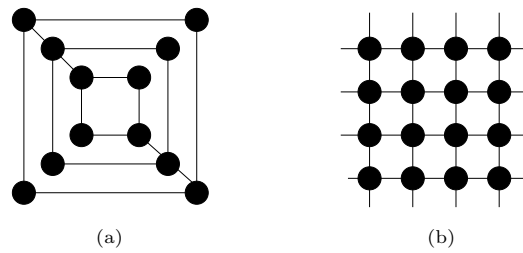
Gambar 2.1 (a)Graf Berarah; (b)Graf tak berarah

2. Berdasarkan ada tidaknya loop ataupun sisi ganda:
- Graf sederhana (*simple graph*) adalah graf yang tidak mengandung loop ataupun sisi ganda. Contoh graf sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.2 (a)
  - Graf tak sederhana (*unsimple graph*) adalah graf yang mengandung *loop* ataupun sisi ganda. Contoh graf tak sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.2 (b)

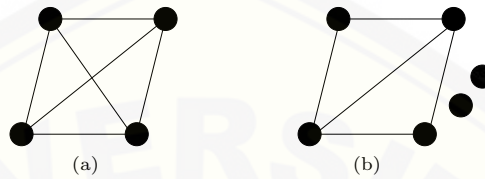


Gambar 2.2 (a)Graf Sederhana; (b)Graf tak Sederhana

3. Berdasarkan jumlah titik:
- Graf berhingga (*limited graph*) adalah graf yang jumlah titiknya berhingga. Contoh graf berhingga dapat dilihat pada gambar 2.3 (a)
  - Graf tak berhingga (*unlimited graph*) adalah graf yang jumlah titiknya tidak berhingga. Contoh graf tak berhingga dapat dilihat pada gambar 2.3 (b)
4. Berdasarkan jumlah titik yang terhubung:
- 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  $v_j$ . Contoh graf terhubung dapat dilihat pada gambar 2.4 (a)
  - 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  $v_j$ . Contoh graf tak terhubung dapat dilihat pada gambar 2.4 (b)



Gambar 2.3 (a)Graf Berhingga; (b)Graf tak berhingga



Gambar 2.4 (a)Graf Terhubung; (b)Graf tak Terhubung

## 2.2 Graf Khusus

Graf Khusus adalah graf yang memiliki keunikan (tidak isomorfis dengan graf lainnya) dan karakteristik bentuk khusus ( dapat diperluas sampai order  $n$  dan simetris). Berikut beberapa contoh graf khusus :

### 1. Graf Kipas (*fan graph*)

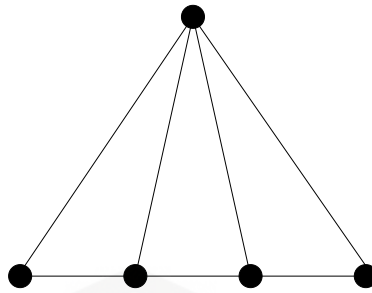
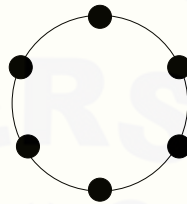
**Definisi 2.2.1.** *Graf kipas adalah graf yang diperoleh dengan menghubungkan semua titik dari graf lintasan ( $P_n$ ) pada satu titik pusat. Graf kipas dinotasikan dengan  $F_n$  dimana  $n \geq 2$ . Graf kipas ( $F_n$ ) memiliki  $n + 1$  titik dan  $2n - 1$  sisi (Dafik et al,2007)*

Contoh graf kipas bisa dilihat pada gambar 2.5

### 2. Graf Lingkaran (*Cycle Graph*)

**Definisi 2.2.2.** *Graf Lingkaran adalah graf sederhana yang terdiri dari  $n$  titik yaitu titik  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  dan sisi sebanyak  $n - 1$  yaitu  $(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_n - 1, v_n), (v_n, v_1)$ , dimana setiap titiknya berderajat dua. Graf lingkaran dengan  $n$  titik dinotasikan dengan  $C_n$  dengan  $n \geq 3$  (Harary et al,2007).*

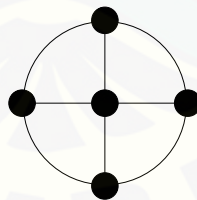
Contoh graf Lingkaran bisa dilihat pada gambar 2.6

Gambar 2.5 Graf Kipas ( $F_n$ )Gambar 2.6 Graf Lingkaran ( $C_6$ )

### 3. Graf Roda (*Wheel Graph*)

**Definisi 2.2.3.** *Graf Roda (Wheel) adalah graf yang diperoleh dengan cara menambahkan satu titik pada graf lingkaran ( $C_n$ ) dan menghubungkan titik baru tersebut dengan semua titik pada graf lingkaran ( $C_n$ ). Graf Roda dinotasikan dengan  $W_n$  dimana  $n \geq 3$ . Graf Roda memiliki  $n + 1$  titik dan  $2n$  sisi. (Harary, 2011).*

Contoh graf Roda bisa dilihat pada gambar 2.7

Gambar 2.7 Graf Roda ( $C_4$ )

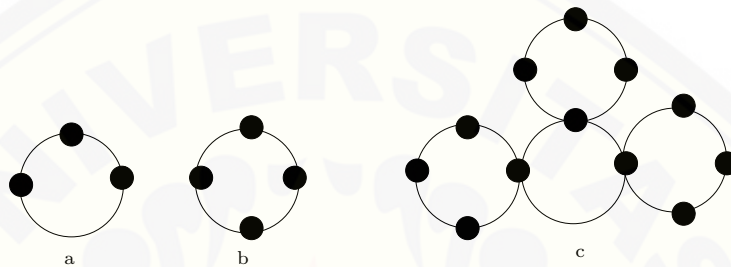
## 2.3 Operasi Graf

Operasi graf merupakan suatu cara untuk menghasilkan graf baru dengan mengoperasikan dua buah graf. Operasi yang akan digunakan dalam penelitian

ini adalah operasi *Comb Product*.

**Definisi 2.3.1.** Diberikan graf  $G$  dan  $H$  adalah dua graf terhubung. Misalkan titik  $x$  adalah titik di graf  $H$ . Hasil kali comb dari  $G$  dan  $H$ , dinotasikan dengan  $G \triangleright H$  adalah sebuah graf yang diperoleh dengan melakukan satu penggandaan pada  $G$  dan menggandakan  $H$  sebanyak  $|V(G)|$  dan mencangkokkan penggandaan graf  $H$  ke- $i$  di titik  $x$  ke titik ke- $i$  dari graf  $G$  (Darmaji, Reni Umilsari, 2015).

Contoh gambar operasi *Comb Product* dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.8 (a)Graf  $C_3$  (b)Graf  $C_4$  (c)Graf hasil operasi *Comb Product* ( $C_3 \triangleright C_4$ )

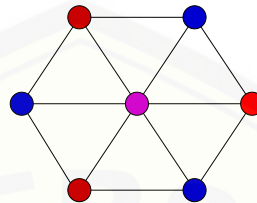
## 2.4 Pewarnaan Graf

Pelabelan graf dengan memberikan warna pada elemen graf dikenal dengan pewarnaan graf. Pewarnaan graf adalah pemberian warna pada objek tertentu pada graf. Objek tersebut dapat berupa titik, sisi, dan wilayah. Terapan penting dari pewarnaan graf adalah mewarnai peta (*colouring of map*). Pewarnaan pada peta tersebut tidak sembarangan, pewarnaan pada peta tidak hanya mewarnai dengan warna yang berbeda dari titik tetangga saja. Namun jumlah macam warna yang digunakan harus seminimal mungkin. Terdapat tiga jenis pewarnaan pada graf, meliputi pewarnaan titik (*vertex colouring*), pewarnaan sisi (*edge colouring*), dan pewarnaan wilayah (*region colouring*) (Chartrand dan Zhang, 2009).

### 2.4.1 Pewarnaan Titik (*Vertex Coloring*)

Pewarnaan titik pada graf  $G$  merupakan pemberian warna pada titik - titik graf  $G$ , satu warna untuk setiap titik, sehingga titik - titik yang bertetangga diwarnai dengan warna berbeda (Chartrand dan Zhang, 2009:147). Warna yang

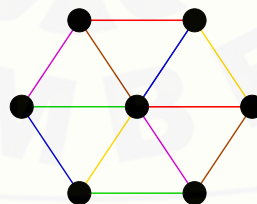
digunakan dapat berupa himpunan bilangan bulat positif seperti  $\{1, 2, 3, \dots, k\}$  Bilangan kromatik adalah bilangan  $k$  yang terkecil/minimum pada suatu graf  $G$ , sehingga dua titik yang bertetangga akan memiliki warna yang berbeda. Bilangan kromatik dinotasikan  $\chi(G)$ . Contoh pewarnaan titik dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.9 Pewarnaan titik pada graf ( $W_6$ )

#### 2.4.2 Pewarnaan Sisi (*Edge Colouring*)

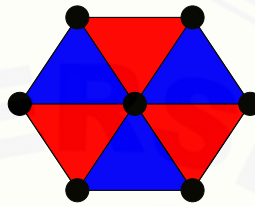
Pewarnaan sisi pada graf merupakan pemberian warna pada sisi - sisi graf  $G$ , satu warna untuk setiap sisi pada graf  $G$ , dimana sisi - sisi yang bertetangga diberi warna yang berbeda (Chartrand dan Zhang,2009:249). Seperti halnya pada pewarnaan titik, pewarnaan sisi dapat digambarkan sebagai fungsi  $c : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$  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  $\chi(G)$ . Jumlah warna yang diperlukan dalam pewarnaan sisi lebih besar atau sama dengan derajat maksimal titik dari graf  $G$ . Contoh pewarnaan sisi terlihat pada gambar 2.9



Gambar 2.10 Pewarnaan sisi pada graf ( $W_6$ )

### 2.4.3 Pewarnaan Wilayah (*Region Colouring*)

Pewarnaan wilayah adalah pemberian warna pada suatu wilayah yang terdapat pada suatu graf  $G$ , sehingga wilayah yang bertetangga tidak akan memiliki warna yang sama. Teknik pemberian warna pada wilayah hampir sama dengan pemberian warna pada titik dan sisi. Dalam pemberian warna pada suatu wilayah biasanya digunakan untuk mewarnai sebuah peta. Contoh pewarnaan sisi terlihat pada gambar 2.10



Gambar 2.11 Pewarnaan wilayah pada graf ( $W_6$ )

## 2.5 Pewarnaan $r$ -dinamis

Pewarnaan  $r$ -dinamis adalah pewarnaan pada graf yang bertujuan untuk mencari bilangan kromatik yang paling minimum dari suatu pewarnaan graf dengan parameter  $r$ . Pewarnaan  $r$ -dinamis terdiri dari tiga permasalahan, meliputi pewarnaan titik  $r$ -dinamis, pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, dan pewarnaan total  $r$ -dinamis.

### 2.5.1 Pewarnaan Titik $r$ -dinamis

Pewarnaan titik  $r$ -dinamis merupakan pewarnaan pada graf  $G$ , dimana titik pada graf  $G$  yang saling terhubung tidak boleh memiliki warna yang sama, sehingga setiap titik memiliki lebih dari satu warna terhadap titik - titik ketetanggaannya.

Menurut Lai dan Montgomery (2002) menyatakan bahwa pewarnaan titik  $r$ -dinamis pada suatu graf  $G$  didefinisikan sebagai pemetaan  $c$  dari  $V(G)$  ke himpunan warna sedemikian hingga memenuhi kondisi berikut :

1. Jika  $uv \in E(G)$  maka  $c(u) \neq c(v)$ , dan
2.  $\forall u \in V(G), |c(N(v))| \geq \min\{r, d(v)\}; r \in \mathbb{N}$ .



Nilai  $k$  yang minimum sebagai graf memenuhi pewarnaan  $k$  warna  $r$ -dinamis disebut bilangan kromatik  $r$ -dinamis, yang dinotasikan  $\chi_r(G)$ . Bilangan kromatik pada pewarnaan satu dinamis merupakan bilangan kromatik pada  $\chi(G)$ , sedangkan bilangan kromatik 2-dinamis disebut bilangan kromatik dinamis  $\chi_d(G)$  Sehingga untuk  $\chi_r(G) \geq \{r, \Delta(G)\} + 1$

### 2.5.2 Pewarnaan Sisi $r$ -dinamis

Dafik dan Meganingtyas (2015) menyatakan bahwa pewarnaan sisi  $r$ -dinamis merupakan perluasan konsep dari pewarnaan titik  $r$ -dinamis. Definisi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dikembangkan dari definisi pada pewarnaan titik  $r$ -dinamis yang disesuaikan dengan kondisi atau syarat pada pewarnaan sisi graf.

**Definisi 2.5.1.** *Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada suatu graf  $G$  didefinisikan sebagai pemetaan  $c$  dari  $E$  ke himpunan warna sedemikian hingga memenuhi kondisi berikut:*

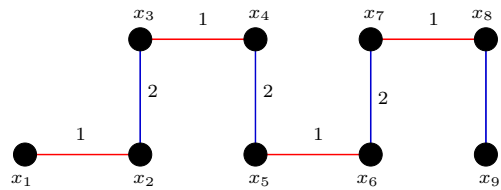
1. Jika  $e_1 = uv, e_2 = vw \in E(G)$  maka  $c(e_1) \neq c(e_2)$ , dan
2.  $\forall e = uv \in E(G), |c(N(e))| \geq \min\{r, d(v) + d(u) - 2\}; r \in \mathbb{N}$ .

Nilai  $k$  yang minimum sebagai graf memenuhi pewarnaan  $k$  sisi  $r$ -dinamis disebut bilangan kromatik sisi  $r$ -dinamis, yang dinotasikan  $\chi_r(G)$ . Bilangan kromatik pada pewarnaan satu dinamis merupakan bilangan kromatik pada  $\chi(G)$ , sedangkan bilangan kromatik 2-dinamis disebut bilangan kromatik dinamis  $\chi_d(G)$

**Observasi 2.5.1.** *Misal  $G$  adalah graf terhubung dan  $\chi$  merupakan bilangan kromatik dinamis maka berlaku  $\chi_r(G) \leq \chi_r + 1(G)$  (Kang et al, 2015).*

Gambar 2.11 dan 2.12 merupakan contoh pewarnaan sisi 1-dinamis dan 2-dinamis pada graf lintasan ( $P_9$ ). Berdasarkan pewarnaan sisi 1,2-dinamis pada graf  $P_9$  dapat dilihat Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 tabel *check list* kebenaran dari pewarnaan sisi 1,2-dinamis.

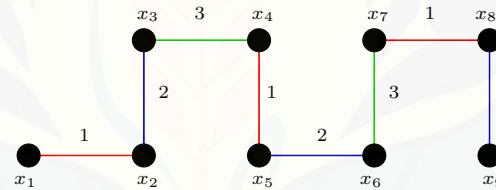




Gambar 2.12 Pewarnaan sisi  $x_i, x_{i+1}$  pada pewarnaan sisi 1-dinamis graf  $P_9$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1, x_2$	1	1	1	1	1	YA
$x_3, x_4$	1	1	1	2	1	YA
$x_5, x_6$	1	1	1	2	1	YA
$x_7, x_8$	1	1	1	2	1	YA
$x_2, x_3$	2	1	1	2	1	YA
$x_4, x_5$	2	1	1	2	1	YA
$x_6, x_7$	2	1	1	2	1	YA
$x_8, x_9$	2	1	1	1	1	YA

Tabel 2.1 Pewarnaan sisi  $x_i, x_{i+1}$  pada pewarnaan sisi 1-dinamis graf  $P_9$



Gambar 2.13 Pewarnaan sisi  $x_i, x_{i+1}$  pada pewarnaan sisi 2-dinamis graf  $P_9$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1, x_2$	1	1	2	1	1	YA
$x_4, x_5$	1	2	2	2	2	YA
$x_7, x_8$	1	2	2	2	2	YA
$x_2, x_3$	2	2	2	2	2	YA
$x_5, x_6$	2	2	2	2	2	YA
$x_8, x_9$	2	2	2	2	2	YA
$x_3, x_4$	3	2	2	2	2	YA
$x_6, x_7$	3	1	2	1	1	YA

Tabel 2.2 Pewarnaan sisi  $x_i, x_{i+1}$  pada pewarnaan sisi 2-dinamis graf  $P_9$

Keterangan: Jika memenuhi syarat  $|c(N(e))| \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$  maka YA dan jika tidak memenuhi syarat  $|c(N(e))| \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$  maka TIDAK

### 2.6 Hasil penelitian pewarnaan sisi $r$ -dinamis sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya didapatkan beberapa hasil pewarnaan sisi  $r$ -dinamis yang digunakan sebagai rujukan dari penelitian ini. Adapun hasil penelitian pewarnaan sisi  $r$ -dinamis terdahulu bisa dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Hasil penelitian pewarnaan sisi  $r$ -dinamis terdahulu

Graf	Hasil	Penemu
Graf lintasan ( $P_n; n \geq 2$ )	$\chi(P_n) = 2$ untuk $n \geq 2$ $\chi_2 = \chi_r(P_n) = 3,$ untuk $n \geq 2, r \geq 2$	Meganingtyas, 2015
Graf sikel ( $C_n; n \geq 3$ )	$\chi(C_n) = 2,$ 2 untuk $n$ genap 3 untuk $n$ ganjil $\chi_{r \geq 2}(C_n) = 3,$ untuk $n = 3k, k \in N$ $\chi_{r \geq 2}(C_n) = 4,$ untuk $n = 3k + 1, k \in N$ $\chi_{r \geq 2}(C_n) = 5,$ untuk $n = 3k + 2, k \in N$	Meganingtyas, 2015
Graf bintang ( $S_n; n \geq 3$ )	$\chi_{r \geq 1}(S_n) = n$	Meganingtyas, 2015
Graf roda ( $W_n; n \geq 5$ )	$\chi_{r \leq n-1}(W_n) = n$ untuk $1 \leq r \leq n - 1$ $\chi_{r \geq n}(W_n) = 10,$ untuk $n = 5, r \geq n$ $\chi_{r \geq n}(W_n) = n + 3,$ untuk $n = 3k + 3, k \in N, r \geq n$	Meganingtyas, 2015

Graf	Hasil	Penemu
	$\chi_{r \geq n}(W_n) = n + 4,$ untuk $n$ lainnya, $n = 5, r \geq n$	
Graf prisma $(P_n; n \geq 3)$	$\chi(P_n) = \chi_2(P_n) = 2$ untuk $n$ genap $\chi(P_n) = \chi_2(P_n) = 3,$ untuk $n$ ganjil $\chi_3(P_n) = 4,$ untuk $n = 3$ $\chi_3(P_n) = 5,$ untuk $n$ lainnya $\chi_{r \geq 4}(P_n) = 9,$ untuk $n = 3$ $\chi_{r \geq 4}(P_n) = 6,$ untuk $n = 4k, k \in N$ $\chi_{r \geq 4}(P_n) = 8,$ untuk $n = 5, 6, 4k + 7, k \in N$ $\chi_{r \geq 4}(P_n) = 7,$ untuk $n$ lainnya	Meganingtyas, 2015
Graf tangga $(L_n; n \geq 3)$	$\chi(L_n) = \chi_2(L_n) = 3$ $\chi_3(L_n) = 5,$ $\chi_4(L_n) = \chi_r(L_n) = 6$	Meganingtyas, 2015
Graf <i>friendship</i> $(F_n; n \geq 3)$	$\chi_{r \leq 2n-1}(F_n) = 2n$ $\chi_{r \geq 2n}(F_n) = 2n + 1$	Meganingtyas, 2015
Graf amalgamasi lintasan $(P_n; n \geq 2, m \geq 3)$	$\chi(amal(P_n, v, m))$ $= \chi_2(amal(P_n, v, m)) = m$ $\chi_{r \geq 3n}(amal(P_n, v, m)) = m + 1$	Meganingtyas, 2015
Graf <i>triangular ladder</i> $(TL_n)$	$\chi_{r \geq 6}(TL_n) = 9$	Noviyanti, 2016
Graf tangga tiga siklus $(TCL_n)$	$\chi_{r \geq 8}(TCL_n) = 12$	Noviyanti, 2016
Graf <i>triangular book</i> $(BT_n)$	$\chi_{r \geq n+1}(BT_n) = 2 + 1$	Noviyanti, 2016
Graf $(shack(H_{2,2}, v, n))$	$\chi_{r \geq 6}(shack(H_{2,2}, v, n)) = 8$	Noviyanti, 2016
Graf $(shack((P_{r_4}, e, n))$	$\chi_{r \geq 8}(shack((P_{r_4}, e, n)) = 12$	Noviyanti, 2016

Graf	Hasil	Penemu
Graf ( $shack(BT_3, v, n)$ )	$\chi_{r \geq 14}(shack(BT_3, v, n)) = 15$	Noviyanti, 2016
Graf ( $shack(W_6, v, n)$ )	$\chi_{r \geq 10}(shack(W_6, v, n)) = 12$	Noviyanti, 2016
Graf ( $shack((W_{d_{3,3}}, v, n)$ )	$\chi_{r \geq 8}(shack((W_{d_{3,3}}, v, n)) = 9$	Noviyanti, 2016
Graf $E(E_m, n)$	$\chi_{1 \leq r \leq 2}(E_m, n) = 3$ $\chi_{r \geq 3}(E_m, n) = 4$	Maylisa, 2017
Graf lobster ( $lobs_n$ )	$\chi_{1 \leq r \leq 3}(lobs_n) = 4$ $\chi_{r=4}(lobs_n) = 4$ $\chi_{r=5}(lobs_n) = 6$ $\chi_{r \geq 6}(lobs_n) = 7$	Maylisa, 2017
Graf butterfly ( $shack(Btf, v \in C_3, n)$ )	$\chi_{1 \leq r \leq 3}(shack(Btf, v \in C_3, n)) = 4$ $\chi_{1 \leq r \leq 3}(shack(Btf, v \in C_3, n)) = 4$ $\chi_{4 \leq r \leq 5}(shack(Btf, v \in C_3, n)) = 6$ $\chi_{r \geq 6}(shack(Btf, v \in C_3, n)) = 8$	Maylisa, 2017
Graf diamond $shack(D_n, v \in C_3, n)$	$\chi_{1 \leq r \leq 2}(shack(D_n, v \in C_3, n)) = 4$ $\chi_{3 \leq r \leq 4}(shack(D_n, v \in C_3, n)) = 5$ $\chi_{r \geq 5}(shack(D_n, v \in C_3, n)) = 7$	Maylisa, 2017
Graf kipas $shack(F_2, 3, v \in C_3, n)$	$\chi_{1 \leq r \leq 4}(shack(F_2, 3, v \in C_3, n)) = 6$ $\chi_{5 \leq r \leq 6}(shack(F_2, 3, v \in C_3, n)) = 8$ $\chi_{r=7}(shack(F_2, 3, v \in C_3, n)) = 10$ $\chi_{r \geq 8}(shack(F_2, 3, v \in C_3, n)) = 12$	Maylisa, 2017
Graf Bintang $shack(S_m, v \in P_2, n)$	$\chi_{1 \leq r \leq m-1}(shack(S_m, v \in P_2, n)) = m$ $\chi_{r \geq m}(shack(S_m, v \in P_2, n)) = m + 1$	Maylisa, 2017

## 2.7 Fungsi

Fungsi merupakan relasi khusus dari himpunan  $A$  ke himpunan  $B$  dengan syarat semua anggota himpunan  $A$  memiliki pasangan dengan anggota himpunan  $B$  dan setiap anggota himpunan  $A$  berpasangan dengan satu anggota himpunan  $B$  (Krisdiyanto, 2013). Syarat suatu reasi merupakan pemetaan atau fungsi adalah :

1. Setiap anggota  $A$  mempunyai pasangan di  $B$ ;

2. Setiap anggota  $A$  dipasangkan dengan tepat satu anggota  $B$ .

Notasi fungsi dapat ditulis  $f : A \rightarrow B$ . Komponen fungsi meliputi himpunan  $A$  disebut domain (daerah asal), himpunan  $B$  disebut kodomain (daerah kawan), dan himpunan  $C$  dengan  $C \subset B$  yang memuat  $y$  disebut range (daerah hasil) (Krisdiyanto,2013).

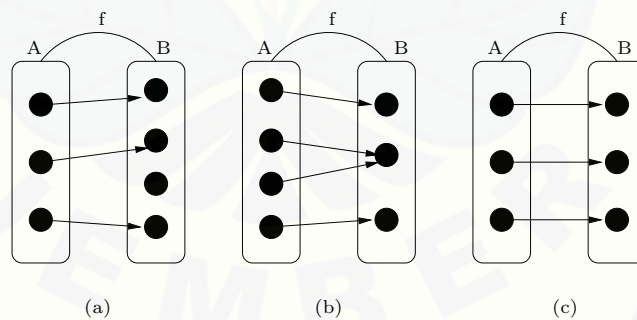
Fungsi dapat digolongkan menjadi 3 golongan sebagai berikut:

a. Fungsi satu-satu (*injektif*)

Misalkan fungsi menyatakan  $A$  ke  $B$  maka fungsi  $f$  disebut suatu fungsi satu satu (injektif), apabila setiap dua elemen yang berlainan di  $A$  akan dipetakan pada dua elemen yang berbeda di  $B$ . Secara singkat dapat dikatakan bahwa fungsi  $f : A \rightarrow B$ , setiap  $b \in B$  yang mempunyai pasangan di  $A$  hanya mempunyai satu pasangan di  $B$ , fungsi tersebut disebut fungsi injektif atau fungsi satu - satu (Krisdiyanto,2013)

b. Fungsi  $f : A \rightarrow B$  disebut fungsi kepada atau fungsi surjektif  $\Leftrightarrow \forall b \in B, \exists a \in A \Rightarrow f(a) = b$ . Dengan kata lain, suatu kodomain fungsi surjektif sama dengan range. suatu kodomain fungsi surjektif sama dengan kisarannya (range).

c. Fungsi  $f : A \rightarrow B$  disebut fungsi bijektif apabila fungsi tersebut merupakan fungsi injektif sekaligus surjektif. Contoh gambar yang menunjukkan fungsi injektif, surjektif, dan bijektif dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.14 (a)fungsi injektif, (b)surjektif, dan (c)bijektif

Barisan yang dibentuk dengan cara menambah atau mengurangi suku sebelumnya dengan suatu bilangan tetap tertentu disebut aritmatika. Barisan aritmatika mempunyai suku pertama ( $U_1$ ) yang biasa disebut  $a$  dan beda



yang disebut  $b$ . Secara umum, barisan aritmatika suku ke  $-n$  dirumuskan :

$$U_n = a + (n - 1)b$$

Materi fungsi ini sangat penting untuk dipahami karena erat kaitannya dengan proses pewarnaan sisi pada bab selanjutnya. Selain itu, untuk menentukan kardinalitas dari graf yang diteliti juga erat kaitannya dengan materi barisan Aritmatika yang dijelaskan pada bab ini.

## 2.8 Keterampilan Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif merupakan pemikiran yang bersifat keaslian dan reflektif dan menghasilkan produk yang baru (Krulik,1995:3). Berpikir kreatif sering juga disebut kreativitas. Kreativitas adalah kemampuan untuk menghasilkan atau menciptakan sesuatu yang baru atau membuat kombinasi - kombinasi yang baru (Munandar,2009:27).

Kemampuan berpikir kreatif memungkinkan penemuan - penemuan baru dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemampuan berpikir kreatif yaitu kesanggupan dan kecakapan seseorang dalam menunjukkan variasi kemungkinan jawaban. Semakin banyak alternatif jawaban yang ditemukan, maka seseorang bisa dikatakan semakin kreatif dalam hal berpikirnya ataupun sebaliknya. Kemampuan berpikir kreatif seseorang dapat diasah dan ditingkatkan melalui bidang pendidikan (Munandar dala Sari dkk,2013).

Menurut Silver(dalam Siswono,2005a) ” *The Torance Test of Creative Thinking (TTCT)*” sering digunakan untuk menilai berpikir kreatif anak - anak dan orang dewasa. Tiga komponen kunci yang dinilai dalam kreatifitas menggunakan TTCT, yaitu :

1. *Fluency* (Kelancaran), mengacu pada kelancaran membuat ide - ide untuk merespon sebuah perintah atau kemampuan menghasilkan jawaban yang beragam dan benar;
2. *Flexibility* (Fleksibilitas), mengacu pada kemampuan merespon perintah dengan sudut pandang yang berbeda atau kemampuan dalam menggunakan berbagai cara untuk menyelesaikan suatu permasalahan;
3. *Novelty* ( Kebaruan), mengacu pada keaslian ide yang dibuat dalam merespon perintah atau kemampuan menemukan cara baru yang dapat digunakan untuk



menyelesaikan suatu masalah.

Menurut Setiawati (2014), berpikir kreatif matematis terdiri dari aspek - aspek kemahiran/kelancaran, fleksibilitas/keluwesannya, originalitas, dan elaborasi. Aspek dan indikator tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Berpikir kreatif

Aspek	Indikator
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan beragam gagasan yang tepat terhadap situasi matematis yang; diberikan untuk pemecahan masalah.</li> </ul>
<i>Flexibility</i> (Keluwesannya)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan beragam strategi solusi masalah, atau memberikan beragam contoh atau pernyataan yang terkait konsep atau situasi matematis tertentu.</li> </ul>
<i>Originality</i> (Orisinal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu menggunakan strategi yang bersifat baru atau tidak biasa dalam menentukan solusi masalah atau memberikan contoh atau pernyataan baru yang tidak biasa.</li> </ul>
<i>Elaboration</i> (Terperinci)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan secara terperinci, dan teratur terhadap prosedur matematis, solusi jawaban, atau situasi matematis tertentu, dengan menggunakan konsep, representasi, istilah atau notasi matematis yang sesuai.</li> </ul>

Adapun aspek dan indikator berfikir kreatif menurut Munandar (2002) dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5: Berpikir kreatif

Aspek	Indikator
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencetuskan banyak gagasan, jawaban, penyelesaian masalah atau jawaban;</li> <li>• Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal;</li> <li>• Selalu memikirkan lebih dari satu jawaban;</li> </ul>
<i>Flexibility</i> (Keluwesan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi;</li> <li>• Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda;</li> <li>• Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda - beda;</li> <li>• Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran;</li> </ul>
<i>Originality</i> (Orisinil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu melahirkan ungkapan baru dan unik;</li> <li>• Memikirkan cara - cara yang tak lazim untuk mengungkapkan diri;</li> <li>• Mampu membuat kombinasi yang tak lazim dari bagian - bagian atau unsur - unsur;</li> </ul>
<i>Elaboration</i> (Terperinci)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk;</li> <li>• Menambah atau merinci detail - detail dari suatu objek, gagasan, atau situasi sehingga menjadi lebih menarik Evaluation (Evaluatif);</li> <li>• Menentukan patokan penilaian sendiri dan menentukan apakah suatu pernyataan benar, suatu rencana sehat atau suatu tindakan bijaksana;</li> <li>• Mampu mengambil keputusan terhadap situasi</li> </ul>

Aspek	Indikator
	terbuka ; • Tidak mencetus gagasan tetapi juga melaksanakannya;

Berdasarkan uraian dan keterkaitan diatas maka pada penelitian ini aspek dan indikator kemampuan berpikir kreatif yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

## 2.9 Aplikasi Graf

Teori graf dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam bidang ilmu kimia yaitu masalah pencegahan adanya kecelakaan yang ada di laboratorium. Laboratorium merupakan tempat yang digunakan untuk melakukan berbagai macam eksperimen ataupun pelatihan ilmiah. Di dalam laboratorium pasti terdapat bahan- bahan kimia yang tidak dijadikan satu dalam satu tempat. Karena ada beberapa sifat bahan kimia yang dapat menyebabkan kecelakaan di dalam laboratorium. Misalnya bahan yang mudah meledak, mudah terbakar, bahan oksidator, bahan beracun, dan masih banyak bahan yang lainnya. Sehingga di laboratorium menyediakan tempat khusus atau berbeda untuk bahan - bahan kimia yang berbahaya. Dari berbagai macam bahan kimia yang tidak bisa disimpan dalam satu tempat yang sama maka diperlukan adanya pemodelan matematika untuk menghindari adanya kecelakaan pada laboratorium. Pemodelan matematik tersebut antara lain aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis.

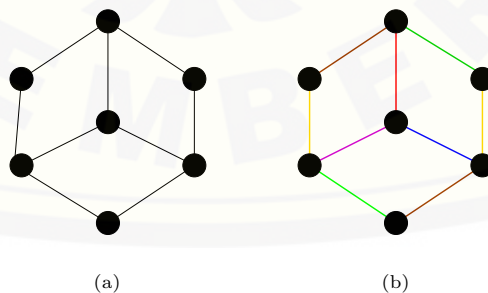
Contoh permasalahan bahan kimia dalam laboratorium adalah sebagai berikut: Misalkan terdapat sembilan zat kimia yang perlu disimpan di dalam laboratorium. Beberapa zat kimia tersebut ada yang tidak bisa dijadikan dalam satu tempat. Karena campuran gasnya bersifat korosif atau mudah meledak. Bagaimana cara mengatasi masalah tersebut agar tidak terjadi kecelakaan di laboratorium? Berikut ini adalah hubungan dari zat kimia tersebut :

Tabel 2.6: Hubungan dari zat kimia

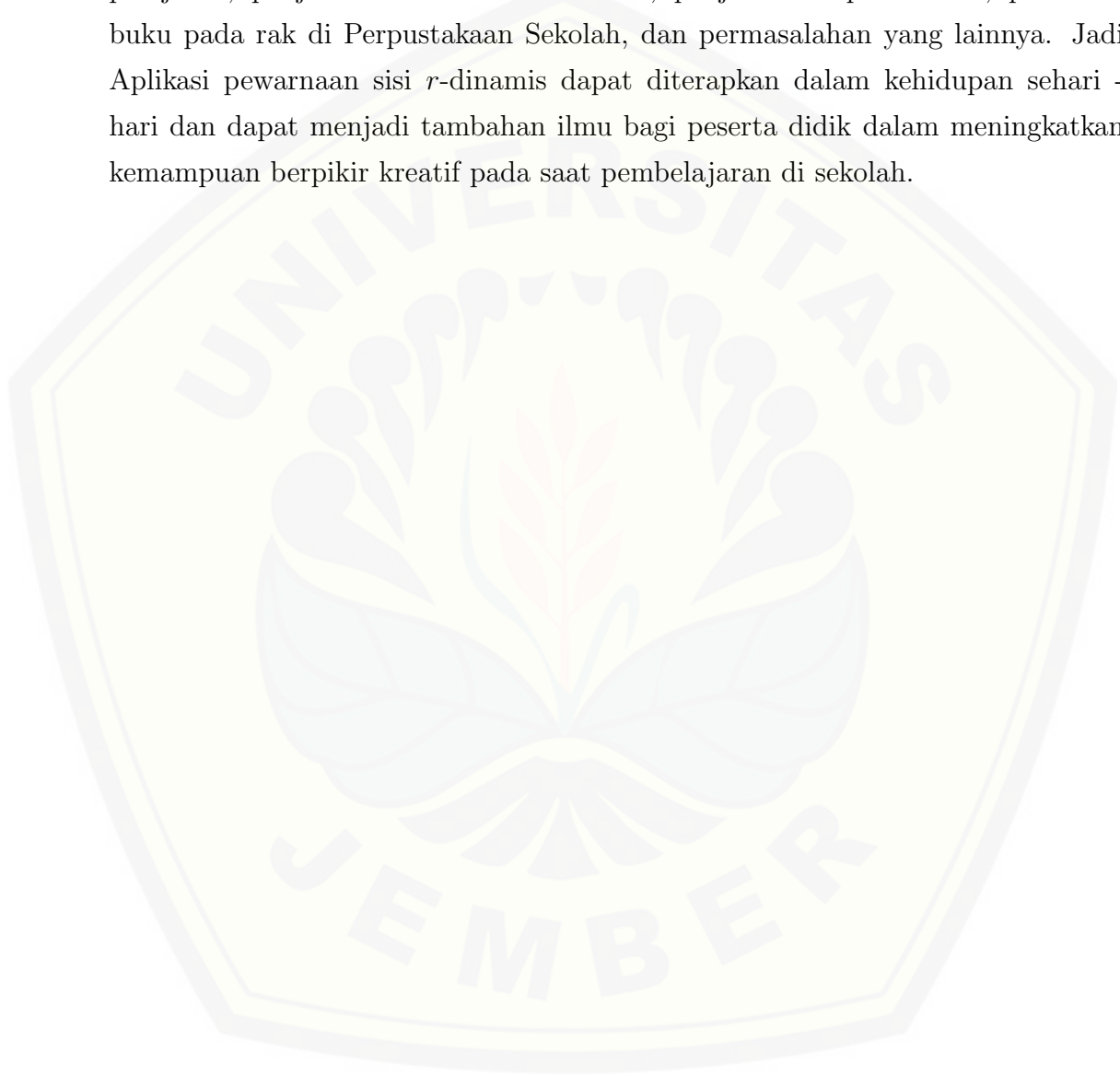
Zat kimia	Tidak dapat disimpan bersama zat kimia
<i>A</i>	<i>B, C, D</i>
<i>B</i>	<i>A, C, E</i>
<i>C</i>	<i>A, B, F, G</i>
<i>D</i>	<i>A, G, H</i>
<i>E</i>	<i>B, F, I</i>
<i>F</i>	<i>C, E, G, I</i>
<i>G</i>	<i>C, D, F, H</i>
<i>H</i>	<i>I, D, G</i>
<i>I</i>	<i>E, F, H</i>

Dalam permasalahan ini, sisi - sisi melambangkan zat kimia. Sedangkan titiknya menyatakan bahwa kedua zat kimia yang dihubungkannya tidak boleh disimpan bersama - sama. Adapun langkah - langkah aplikasi pewarnaan sisi pada penyimpanan zat kimia tersebut antara lain :

1. Menggambarkan sisi - sisi graf. Pada persoalan ini terdapat sembilan macam senyawa zat kimia yaitu zat *A, B, C, D, E, F, G, H, I*. Kesembilan zat tersebut diperlakukan sebagai sembilan sisi;
2. Menggambarkan titik - titik pada graf;
3. Memprediksi bilangan kromatik graf dan mewarnai graf.

Gambar 2.15 (a)Graf hasil aplikasi pada graf (b)Graf dengan pewarnaan  $r$ -dinamis

Dilihat dari pewarnaan diatas terdapat 6 warna yaitu kuning, abu, hijau, biru, hitam, dan merah. Jadi hanya dibutuhkan 6 ruang untuk menyimpan kesembilan zat kimia tersebut. Selain untuk menyelesaikan permasalahan bahan kimia dalam laboratorium, aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis juga bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penjadwalan mata pelajaran, penjadwalan lomba di Sekolah, penjadwalan piket kelas, penataan buku pada rak di Perpustakaan Sekolah, dan permasalahan yang lainnya. Jadi Aplikasi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dapat diterapkan dalam kehidupan sehari - hari dan dapat menjadi tambahan ilmu bagi peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif pada saat pembelajaran di sekolah.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dikategorikan ke dalam dua jenis, yaitu penelitian Eksploratif dan penelitian Terapan. Penelitian Eksploratif yaitu penelitian yang bertujuan menggali hal - hal yang ingin diketahui oleh peneliti dan hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya. Penelitian Terapan yaitu penelitian yang hati - hati, sistematis, dan terus - menerus terhadap suatu masalah dengan tujuan untuk digunakan dengan segera untuk keperluan tertentu.

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deduktif aksiomatik dan pendeteksian pola dalam menyelesaikan permasalahan. Metode pendeteksian pola yaitu mencari pola untuk dilakukan pewarnaan sisi sehingga mendapatkan nilai kromatik sedemikian hingga didapatkan nilai kromatik  $r$ -dinamis pada pewarnaan sisinya. Metode deduktif aksiomatik yaitu metode penelitian yang menggunakan prinsip - prinsip pembuktian deduktif yang berlaku dalam logika matematika dengan menggunakan aksioma atau teorema yang telah ada untuk memecahkan suatu masalah.

Pada penelitian ini juga menggunakan aspek keterampilan berpikir kreatif yang meliputi *Fluency*, *Flexibility*, *Originality*, dan *Elaboration* , dengan indikator yang telah ditentukan. Setiap langkah dalam penelitian ini, mulai dari penentuan graf khusus hingga menemukan Teorema baru dikaitkan dengan aspek dan indikator keterampilan berpikir kreatif.

### 3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional variabel digunakan untuk memberikan gambaran sistematis dalam penelitian dan untuk menghindari terjadinya perbedaan pengertian makna. Definisi operasional untuk penelitian ini sebagai berikut.

a. Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis



Jika  $G = (E, V)$  adalah graf sederhana, konektif, dan graf tidak berarah yang memiliki himpunan titik yaitu  $V$ , himpunan sisi yaitu  $E$ , dan  $d(v)$  adalah derajat dari sebuah titik  $v \in V(G)$ . Jumlah derajat maksimum dari graf  $G$  dinotasikan dengan  $\Delta(G)$  dan derajat minimum dari graf  $G$  dinotasikan dengan  $\delta(G)$ . Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis merupakan pemetaan  $c$  dari  $V(G)$  ke himpunan warna sedemikian hingga  $|c(N(e))| \geq \min\{r, d(v) + d(u) - 2\}$  untuk setiap  $e$  anggota  $E(G)$  dimana  $N(e)$  adalah himpunan sisi yang bertetangga dan jika terdapat  $e_1 = uv, e_2 = vw \in E(G)$  maka  $c(e_1) \neq c(e_2)$ . Setelah melakukan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, selanjutnya akan diperoleh bilangan kromatik. Setelah mendapatkan bilangan kromatik selanjutnya akan diklasifikasikan menjadi beberapa Kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang didapatkan. Klasifikasi Kasus yang diperoleh akan dijadikan menjadi beberapa Teorema.

b. Graf Hasil Operasi ( $G \triangleright H$ )

Graf hasil operasi pada ( $G \triangleright H$ ) diperoleh dari hasil operasi *comb product* dengan mengambil satu salinan graf  $G$  dan salinan graf  $H$  sebanyak jumlah titik graf  $G$  dan melekatkan satu titik graf  $H$  dari setiap salinan graf  $H$  ke setiap sisi graf  $G$ .

c. Kaitan Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan berpikir kreatif

Kaitan Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan berpikir kreatif didapatkan selama proses dalam mencari bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dari graf - graf hasil operasi yang akan diteliti, mulai dari menentukan graf khusus yang digunakan hingga menemukan Teorema baru. Keterampilan berpikir kreatif yang akan diteliti meliputi aspek *Fluency, Flexibility, Originality, dan Elaboration*.

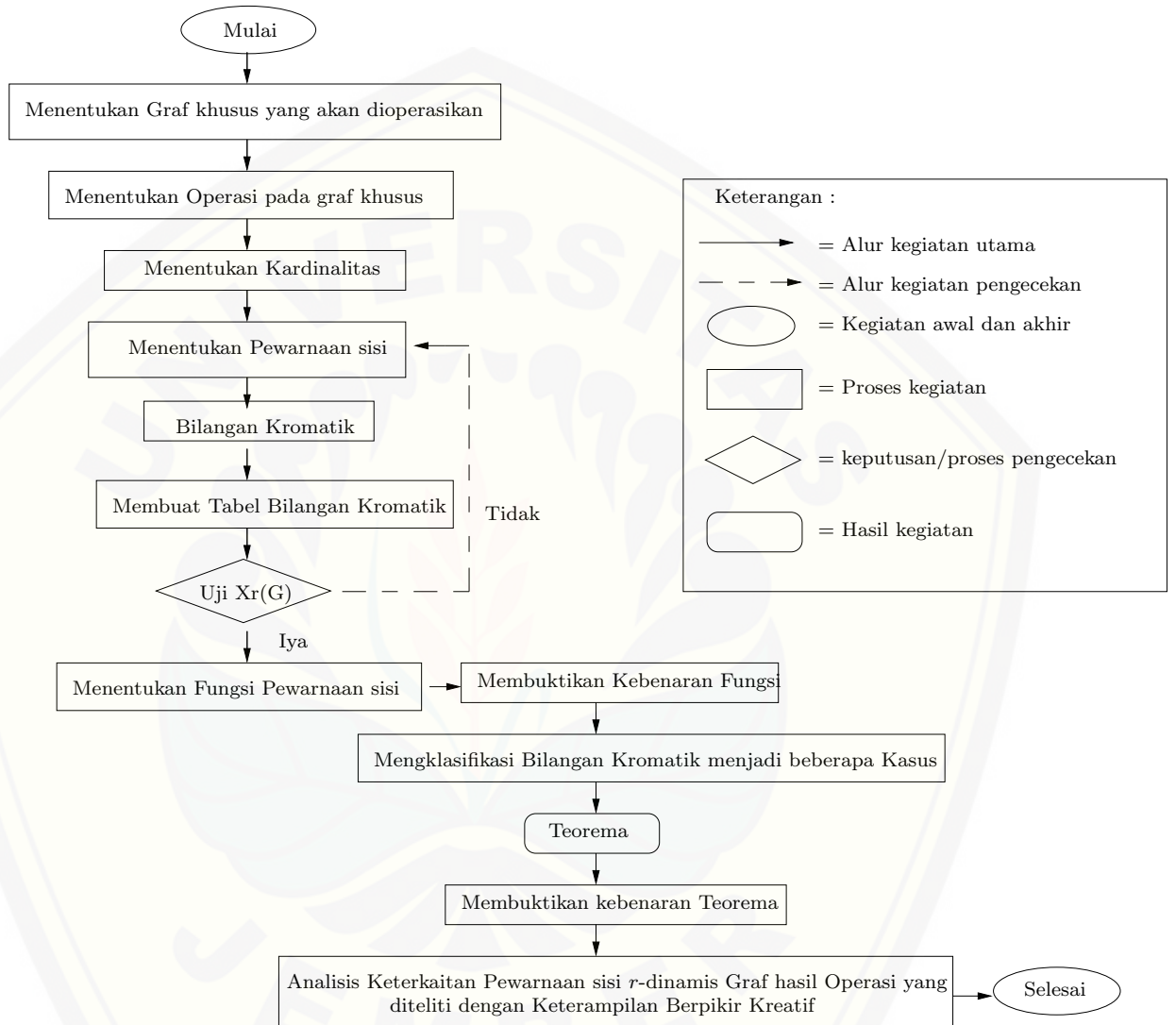
### 3.4 Data penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa *Comb Product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$  dan *Comb Product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf roda  $W_4$ .

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian untuk pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *Comb Product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$  dan *Comb Product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf roda  $W_4$  digambarkan dalam bagan yang disajikan dalam Gambar 3.1. Adapun prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan graf khusus yang akan dioperasikan;
2. Menerapkan operasi pada graf khusus;
3. Menentukan kardinalitas dari graf yang telah dioperasikan;
4. Menerapkan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf yang telah dioperasikan;
5. Membuat Tabel bilangan kromatik yang diperoleh dari hasil pewarnaan sisi  $r$ -dinamis;
6. Memeriksa keoptimalan bilangan kromatik dengan mengecek sisi - sisinya harus memenuhi kedua syarat pewarnaan sisi  $r$ -dinamis yaitu  $c(e_1) \neq c(e_2)$  dan  $|c(N(e))| \geq \min\{r, d(v) + d(u) - 2\}$  dan menggunakan Tabel kebenaran pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, apabila sudah optimal dilanjutkan dengan menentukan fungsi, apabila belum optimal maka kembali ke tahap sebelumnya yaitu menerapkan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis;
7. Menentukan fungsi berdasarkan keteraturan dari bilangan kromatik yang telah diperoleh;
8. Membuktikan kebenaran fungsi pola kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis;
9. Mengklasifikasikan bilangan kromatik yang diperoleh menjadi beberapa Kasus;
10. Menemukan teorema;
11. Membuktikan kebenaran Teorema dengan menggunakan analisis kontradiksi dengan batas bawah dan batas atas;
12. Menganalisis kaitan proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$  dengan keterampilan berpikir kreatif. Kaitan tersebut didapatkan selama proses dalam mencari nilai kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dari graf hasil operasi yang diteliti mulai dari menentukan graf khusus yang digunakan hingga menemukan Teorema baru.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian

### 3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan untuk mengumpulkan data agar mempermudah pekerjaan dan hasil yang diperoleh lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah (Arikunto,2011:13). Instrumen penelitian dapat berupa angket, tes, skala bertingkat, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan *check-list* (Arikunto.2010:262). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *checklist validation*. Instrumen yang harus divalidasi adalah kaitan dari proses pewarnaan sisi *r*-dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Kipas, Lingkaran, dan Roda dengan Kemampuan Keterampilan Berpikir Kreatif.

### 3.7 Metode Analisis Data

Analisis data merupakan cara yang dilakukan peneliti untuk menyusun dan mengolah data yang terkumpul. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan analisis validasi instrumen (*Validation*). (Arikunto, 2016) menyatakan bahwa suatu tes dapat dikatakan valid jika dapat mengukur apa yang ingin diukur. Validasi instrumen dilaksanakan dengan meminta bantuan 3 dosen (3 Validator). Ketiga dosen tersebut merupakan dosen yang ada di CGANT. Validator memberikan penilaian pada masing - masing aspek dan indikator penilaian. Setelah validator melakukan penilaian pada lembar validasi, selanjutnya akan dihitung tingkat kevalidan berdasarkan nilai rata -rata hasil validasi dari semua validator ( $V_a$ ). Berikut adalah langkah - langkah untuk menentukan tingkat kevalidan instrumen:

- a. 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*

$I_{ji}$  : rata-rata nilai indikator ke-*i*

*j* : validator ke-

$i$  : indikator ke-  
 $v$  : banyak validator

b. Rumus untuk rata-rata setiap aspek adalah:

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

Keterangan :

$A_{ji}$  : rata-rata nilai aspek ke- $i$

$I_{ji}$  : rata-rata nilai untuk aspek ke- $i$  indikator ke- $j$

$j$  : aspek ke-

$i$  : indikator ke-

$m$  : banyak kriteria dalam aspek ke- $i$

c. 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 :

$V_a$  : nilai rata-rata total semua aspek ke- $i$

$i$  : aspek yang dinilai

$n$  : banyak aspek

d Langkah terakhir adalah menentukan tingkat kevalidan instrumen dengan merujuk nilai  $V_a$  pada Tabel tingkat kevalidan insrumen seperti pada tabel berikut:

**Tabel 3.1 Tingkat Kevalidan Instrumen**

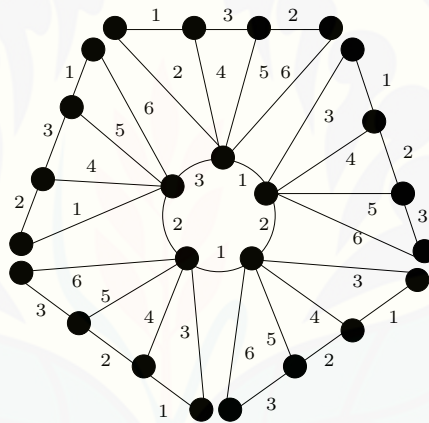
Nilai $V_a$	Tingkat kevalidan
$1 \leq V_a < 2$	Tidak Valid
$2 \leq V_a < 3$	Kurang Valid
$3 \leq V_a < 4$	Valid
$V_a = 4$	Sangat Valid

Instrumen penelitian yang mendapatkan kriteria valid atau sangat valid adalah instrumen yang dapat digunakan pada suatu penelitian. Meskipun instrumen

tersebut telah dikatakan valid atau sangat valid, masih perlu dilakukan revisi terhadap bagian tertentu sesuai revisi yang diberikan oleh validator (Hobri, 2010 : 53).

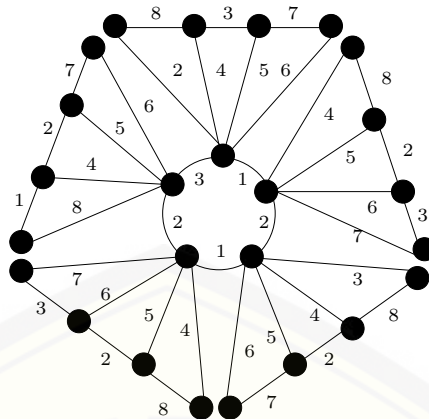
### 3.8 Observasi

Sebelum penelitian lebih lanjut, telah dilakukan observasi awal sebagai pedoman dalam observasi selanjutnya. Pada observasi awal, peneliti akan memberikan pembahasan tentang pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf yang akan diteliti. Penelitian awal mendapatkan hasil sebagai berikut untuk pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$ , untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, Gambar 3.4, Gambar 3.5, Gambar 3.6

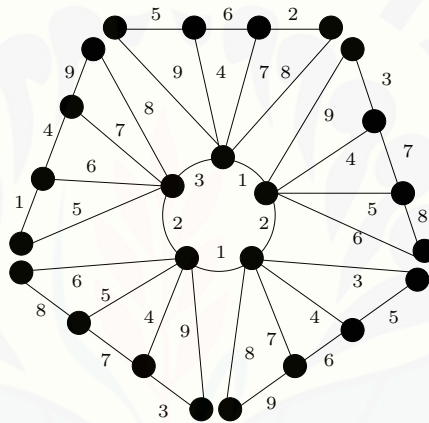


Gambar 3.2 Ilustrasi  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$  untuk  $1 \leq r \leq 5$ ,  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 6$

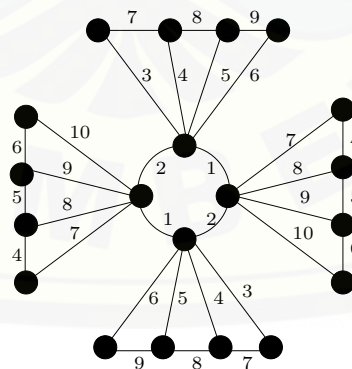




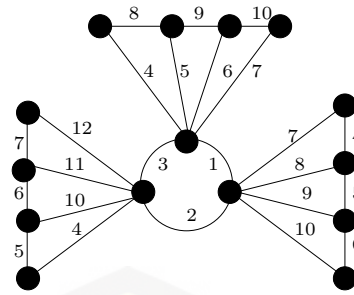
Gambar 3.3 Ilustrasi  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$  untuk  $r = 6$ ,  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 8$



Gambar 3.4 Ilustrasi  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4)$  untuk  $7 \leq r \leq 8$ ,  $\chi_r(C_5 \triangleright F_4) = 9$



Gambar 3.5 Ilustrasi  $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$  untuk  $r = 9$ , n genap,  $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$



Gambar 3.6 Ilustrasi  $\chi_r(C_3 \triangleright F_4)$  untuk  $r = 9$ ,  $n$  ganjil,  $\chi_r(C_3 \triangleright F_4) = 10$



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa didapatkan empat teorema pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  dan graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Roda  $W_4$  yaitu :

1. Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf Kipas  $F_4$  sebagai berikut:

- **Teorema 1** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $F_4$  untuk  $r < 10$ ,  $n \geq 3$ :

$$\chi_r(C_n \triangleright F_4) = \begin{cases} 6; & 1 \leq r \leq 5 \\ 8; & r = 6 \\ 9; & 7 \leq r \leq 8 \\ 10; & r = 9, n \text{ genap} \\ 12; & r = 9, n \text{ ganjil} \end{cases}$$

- **Teorema 2** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $F_4$  untuk  $r \geq 10$ ,  $n \geq 3$ :

$$\chi_r(C_n \triangleright F_4) = \begin{cases} 12; & \text{untuk } n = 0 \text{ mod } 4, n \neq 0 \text{ mod } 3, n \neq 0 \text{ mod } 5 \\ 13; & \text{untuk } n = 0 \text{ mod } 5, n \neq 0 \text{ mod } 3, n \neq 0 \text{ mod } 4 \\ 15; & \text{untuk } n \neq 0 \text{ mod } 4, n \neq 0 \text{ mod } 5 \end{cases}$$

2. Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf Lingkaran  $C_n$  dengan graf  $W_4$  sebagai berikut:

- **Teorema 3** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan

graf  $W_4$  untuk  $r < 8, n \geq 3$ :

$$\chi_r(C_n \triangleright W_4) = \begin{cases} 5; & 1 \leq r \leq 3 \\ 6; & r = 4 \\ 8; & r = 5 \\ 9; & r = 6 \\ 10; & r = 7 \end{cases}$$

- **Teorema 4** Bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf  $C_n$  dengan graf  $W_4$  untuk  $r \geq 8, n \geq 3$ :

$$\chi_r(C_n \triangleright W_4) = \begin{cases} 10; & \text{untuk } n = 0 \pmod{4}, n \neq 0 \pmod{3}, n \neq 0 \pmod{5} \\ 10; & \text{untuk } n = 0 \pmod{5}, n \neq 0 \pmod{3}, n \neq 0 \pmod{4} \\ 12; & \text{untuk } n \neq 0 \pmod{4}, n \neq 0 \pmod{5} \end{cases}$$

3. Keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan berpikir kreatif pada graf hasil operasi *comb product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$  dan graf lingkaran  $C_n$  dengan graf roda  $W_4$  pada penelitian ini didapatkan selama proses dalam mencari nilai kromatik dari pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, mulai dari menentukan graf khusus yang digunakan sampai menemukan Teorema. Keterkaitan tersebut yaitu:

Aspek *fluency* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *fluency* adalah memberikan beragam gagasan yang tepat terhadap situasi matematis yang diberikan untuk pemecahan masalah. Keterkaitan aspek *fluency* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu memberikan beragam gagasan mengenai terminologi graf, dan pewarnaan  $r$ -dinamis, memberikan beragam gagasan mengenai klasifikasi Kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang diperoleh, memberikan beragam gagasan mengenai pola pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti.

Aspek *flexibility* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *flexibility* yaitu menggunakan beragam strategi solusi masalah, atau memberikan beragam contoh atau pernyataan yang terkait konsep atau situasi matematis tertentu. Keterkaitan aspek *flexibility* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu mampu menggunakan pernyataan terkait konsep dari definisi, teorema, operasi *comb product*, pewarnaan sisi  $r$ -dinamis, dan analisis dari teorema yang digunakan.

Aspek *orisinality* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator dari Aspek *orisinality* yaitu mampu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menentukan solusi masalah atau memberikan contoh atau pernyataan baru yang tidak biasa. Keterkaitan aspek *orisinality* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis mulai awal penentuan graf khusus yang digunakan hingga akhir menemukan Teorema yaitu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menciptakan dan membuktikan teorema yang diperoleh, dan memberikan contoh bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dari penelitian sebelumnya.

Aspek *elaboration* memiliki satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan kemampuan keterampilan berpikir kreatif. Indikator tersebut yaitu menjelaskan secara terperinci, dan teratur terhadap prosedur matematis, solusi jawaban, atau situasi matematis tertentu, dengan menggunakan konsep, representasi, istilah atau notasi matematis yang sesuai. Keterkaitan aspek *elaboration* dengan pewarnaan sisi  $r$ -dinamis yaitu menjelaskan secara terperinci mengenai kardinalitas titik dan sisi masing masing graf hasil operasi yang diteliti, langkah - langkah pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, menjelaskan secara terperinci mengenai bilangan kromatik pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti, menjelaskan secara terperinci dalam menentukan fungsi pewarnaan sisi  $r$ -dinamis graf hasil operasi yang

diteliti, mengecek kebenaran fungsi yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi *comb product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf kipas  $F_4$  dan *com product* graf lingkaran  $C_n$  dengan graf  $W_4$ , peneliti memberikan saran kepada pembaca maupun peneliti lain agar dapat mengembangkan penelitian ini diantaranya  $F_n \triangleright C_4, W_n \triangleright C_4, F_n \triangleright W_4, W_n \triangleright F_4$  atau dengan menggunakan graf sederhana dan operasi lainnya, dan mengkaji keterampilan berpikir kreatif yang terjadi pada proses pewarnaan sisi  $r$ -dinamis dengan merefleksikan sikap, cara, atau tindakan yang dialami peneliti terkait aspek dan indikator berpikir kreatif secara umum kemudian menerapkan kepada peserta didik.





## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. 2011. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek*. Edisi Revisi VII. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. 2016. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Chartrand, G, dan P. Zhang. 2009. *Chromatic graph theory of a graph*. USA: CRC Press.
- Chartrand, G, dan P. Zhang. 2011. *Discrete Mathematics*. Long Grove: Eaveland Press.
- Dafik. 2007. *Structural properties and labeling of graphs*. The University of Ballarat.
- Dafik dan Meganingtyas, D. 2015. *On edge  $r$  dynamic coloring of graphs*. Graph master workshop: Universitas Jember.
- Darmaji, Reni Umilsari. 2016. Bilangan dominasi pada graf hasil operasi comb lintasan dengan lintasan, sikel, dan bintang. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*. 2(2) : 48 – 57.
- Dewi, Mira Septiana. 2016. Analisa Nilai Kromatik Pewarnaan Total  $r$ -dinamis pada operasi comb product dari graf - graf khusus. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Euis Setiawati. 2014. *Mengembangkan kemampuan berfikir logis, kreatif, dan habis of mind matematis melalui pembelajaran berbasis masalah*. Universitas Pendidikan Indonesia. Repository.upi.edu, perpustakaan.upi.edu.
- Fatihah, N.N., Kristiana Arika,I., Agustin ika H., dan Dafik. 2017. *On the edge - dynamic chromatic number of some related graph operations*.

- Fauziah, Sida Laila. 2017. Analisa Pewarnaan titik  $r$ -dinamis pada graf hasil operasi comb product. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Harary, F. 2007. *Graph Teory*. Inc: Addison Wesley Publishing Company.
- Harary, F. 2011. *Graph Teory*. New London: Wesley.
- Hamzah, B, dkk. (2009). *Mengelola kecerdasan dalam pembelajaran: Sebuah konsep pembelajaran berbasis kecerdasan*. Jakara: Bumi Aksara.
- Hobri. 2010. *Metode Penelitian Pengembangan*. Pendidikan Matematika. Jember: Pena Salsabila.
- Kang,R.,Muer,T., dan Wesr,D.B. 2015. *On  $r$ -dynamic coloring of grids*.*Discrete applied Mathematics*.
- Krisdiyanto,D. 2013. *Relasi dan fungsi*. Yogyakarta: P Citra Aji pratama.
- Krulik, Stephen dan Rudnick,Jesse A. 1995. *The new sourcebook for teaching reasoning and probem solving in elementary schoo*. Needham heights,massachusetts: Allyn dan bacon.
- Lai,Hong-Jian dan Montgomery,Bruce. 2002. *Dynamic coloring of graphs*. (artikel). Morgantown: West Virginia University.
- Maylisa, ika nur. 2017. Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf khusus dan graf hasil operasi shackle dikaitkan dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Meganingtyas,D.E.W. 2015. Analisis pewarnaan  $r$ -dinamis pada graf - graf khusus. *Thesis*: magister matematika FMIPA Universitas Jember.
- Munandar, Utami. 2002. *Kreativitas dan keberbakatan strategi mewujudkan potensi kreatif dan bakat*. Jakarta: Granada pustaka utama.
- Munandar, Utami. 2009. *Pengembangan kreativitas anak berbakat*. Jakarta : Rineka cipta (Munandar dalam Sari dkk,2013).

- Noviyanti, Viqedina Rizky. 2016. Pewarnaan sisi  $r$ -dinamis pada graf khusus serta graf operasi sakel dan generalisasinya. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Slamin. 2009. *Desain Jaringan Pendekatan Teori Graf*. Jember: Universitas Jember.
- Siswono, Tatag Yuli Eko dan A.Haris R. 2005. Menilai kreativitas siswa dalam matematika. [http://www.academica.edu/download/31423517/paper\\_05\\_nilai\\_kreatif.pdf](http://www.academica.edu/download/31423517/paper_05_nilai_kreatif.pdf) [diakses pada 5 Januari 2018].
- Wardani, Putu Liana. 2017. Pewarnaan total  $r$ -dinamis dengan teknik fungsi pewarnaan berpola pada hasil operasi comb sisi dari graf cycle dan dikaitkan dengan keterampilan berfikir tingkat tinggi. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Wibowo, dkk. 2016. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Matrik Penelitian

Judul	Latar Masalah	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Jenis Penelitian	Metode Penelitian
Pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi $comb$ $product$ Graf <i>Related Wheel</i> dikaitkan dengan keterampilan berpikir kreatif	1.Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi 2.Matematika 3. Berpikir Kreatif 4.Teori Graf 5.Pewarnaan Graf 6.Pewarnaan $r$ -dinamis 7.Operasi Graf 8.Penelitian yang dilakukan dalam menerapkan keterampilan berpikir kreatif	1.Berapakah Bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi $comb$ $product$ graf Lingkaran $C_n$ dengan graf Kipas $F_4$ ? 2.Berapakah Bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi $comb$ $product$ graf	1.Graf Kipas, Lingkaran, dan Roda 2.Pewarnaan sisi $r$ -dinamis 3.Keterampilan berpikir kreatif	1.Untuk menentukan bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi $comb$ $product$ graf Lingkaran $C_n$ dengan graf Kipas $F_4$ 2.Untuk menentukan bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis	kepustakaan	1.Penelitian eksplorasi 2.Penelitian terapan	1.Metode pendeteksian pola 2.Metode deduktif aksiomatik

Judul	Latar Masalah	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Jenis Penelitian	Metode Penelitian
		<p>Lingkaran <math>C_n</math> dengan graf Roda <math>W_4</math>?</p> <p>3. Bagaimana kaitan ketepatan berpikir yang terjadi pada saat awal hingga akhir proses pewartaan sisi <math>r</math>-dinamis pada graf hasil operasi <i>comb</i> rasi <i>comb</i> <i>product</i> graf <math>C_n</math> dengan graf Kipas <math>F_4</math> dan graf <math>C_n</math> dengan graf Roda <math>W_4</math>?</p>		<p>pada graf hasil Operasi <i>comb</i> <i>product</i> graf <math>C_n</math> dengan graf Roda <math>W_4</math>.</p> <p>3. Untuk menganalisis kaitan keterampilan berpikir kreatif yang terjadi pada saat awal hingga akhir proses pewarnaan sisi <math>r</math>-dinamis pada graf hasil operasi <i>comb</i> <i>product</i> graf <math>C_n</math> dengan graf Kipas <math>F_4</math> dan graf <math>C_n</math> dengan graf Roda <math>W_4</math></p>			



## LAMPIRAN B. Lembar Validation

**PEDOMAN VALIDATION**  
**TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA**

NAMA MAHASISWA : Dian Dewi Agustini  
 NIM : 140210101052  
 JUDUL SKRIPSI : PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL  
 OPERASI *COMB PRODUCT* GRAF *RELATED*  
 WHEEL DIKAITKAN DENGAN KETERAMPILAN  
 BERPIKIR KREATIF

Petunjuk!

- a) Berilah tanda (✓) pada kolom penilaian yang tersedia.  
 b) Keterangan dari nilai validitas:  
 1: Tidak mampu menunjukkan indikator yang diinginkan;  
 2: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun KURANG JELAS;  
 3: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS;  
 4: mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS;

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai terminologi dasar graf				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pewarnaan $r$ -dinamis dan berpikir kreatif.				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai klasifikasi kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang diperoleh				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pola pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diperoleh				✓



Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Flexibility</i> (Keluwasan)	Peneliti mampu menggunakan pernyataan terkait konsep dari definisi, dan teorema, yang berkaitan dengan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.			✓	
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan terkait konsep dari operasi <i>comb product</i> dan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.			✓	
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan dalam bentuk analisis dari teorema yang dipakai.			✓	
<i>Originality</i>	Peneliti mampu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menciptakan dan membuktikan teorema yang diperoleh.				✓
	Peneliti mampu memberikan contoh bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis dari penelitian sebelumnya.			✓	
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai kardinalitas titik dan sisi graf hasil operasi yang diteliti.			✓	
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai langkah - langkah pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti.			✓	
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam menentukan fungsi pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci keterkaitan pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf yang telah diteliti dengan kemampuan berpikir kreatif.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam membuktikan (mengecek) kebenaran fungsi yang telah ditentukan.				✓

IDENTITAS VALIDATOR

NAMA : Ermiba Rizki Albini, S.Pd., M.Si.

NIDN : 0027029201

Jember, 25 April 2018

Validator



(Ermiba Rizki Albini, S.Pd., M.Si)

LAMPIRAN B. Lembar Validation

**PEDOMAN VALIDATION  
TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA**

NAMA MAHASISWA : Dian Dewi Agustini  
 NIM : 140210101052  
 JUDUL SKRIPSI : PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL OPERASI *COMB PRODUCT* GRAF *RELATED WHEEL* DIKAITKAN DENGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

Petunjuk!

- a) Berilah tanda (✓) pada kolom penilaian yang tersedia.
- b) Keterangan dari nilai validitas:
  - 1: Tidak mampu menunjukkan indikator yang diinginkan;
  - 2: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun KURANG JELAS;
  - 3: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS;
  - 4: mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS;

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai terminologi dasar graf				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pewarnaan $r$ -dinamis dan berpikir kreatif.				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai klasifikasi kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang diperoleh				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pola pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diperoleh			✓	

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Flexibility</i> (Keluwesan)	Peneliti mampu menggunakan pernyataan terkait konsep dari definisi, dan teorema, yang berkaitan dengan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.				✓
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan terkait konsep dari operasi <i>comb product</i> dan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.				✓
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan dalam bentuk analisis dari teorema yang dipakai.			✓	
<i>Originality</i>	Peneliti mampu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menciptakan dan membuktikan teorema yang diperoleh.				✓
	Peneliti mampu memberikan contoh bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis dari penelitian sebelumnya.				✓
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai kardinalitas titik dan sisi graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai langkah - langkah pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam menentukan fungsi pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci keterkaitan pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf yang telah diteliti dengan kemampuan berpikir kreatif.			✓	
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam membuktikan (mengecek) kebenaran fungsi yang telah ditentukan.				✓

IDENTITAS VALIDATOR

NAMA : Ridho Alfarisi, S.Pd., M.S.NIDN : 0007119901Jember, 25 April 2018

Validator



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



## LAMPIRAN B. Lembar Validation

**PEDOMAN VALIDATION**  
**TUGAS AKHIR SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA**

NAMA MAHASISWA : Dian Dewi Agustini  
 NIM : 140210101052  
 JUDUL SKRIPSI : PEWARNAAN SISI  $r$ -DINAMIS PADA GRAF HASIL  
 OPERASI *COMB PRODUCT* GRAF *RELATED*  
 WHEEL DIKAITKAN DENGAN KETERAMPILAN  
 BERPIKIR KREATIF

Petunjuk!

- a) Berilah tanda (✓) pada kolom penilaian yang tersedia.  
 b) Keterangan dari nilai validitas:  
 1: Tidak mampu menunjukkan indikator yang diinginkan;  
 2: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun KURANG JELAS;  
 3: Mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun CUKUP JELAS;  
 4: mampu menunjukkan indikator yang diinginkan namun JELAS;

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai terminologi dasar graf				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pewarnaan $r$ -dinamis dan berpikir kreatif.				✓
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai klasifikasi kasus sesuai dengan pola bilangan kromatik yang diperoleh			✓	
	Peneliti mampu memberikan beragam gagasan mengenai pola pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diperoleh				✓



Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Flexibility</i> (Keluwesan)	Peneliti mampu menggunakan pernyataan terkait konsep dari definisi, dan teorema, yang berkaitan dengan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.			✓	
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan terkait konsep dari operasi <i>comb product</i> dan pewarnaan sisi $r$ -dinamis.			✓	
	Peneliti mampu menggunakan beragam pernyataan dalam bentuk analisis dari teorema yang dipakai.				✓
<i>Originality</i>	Peneliti mampu menggunakan strategi yang bersifat baru dalam menciptakan dan membuktikan teorema yang diperoleh.			✓	
	Peneliti mampu memberikan contoh bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis dari penelitian sebelumnya.				✓
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai kardinalitas titik dan sisi graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai langkah - langkah pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci mengenai bilangan kromatik pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf hasil operasi yang diteliti.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam menentukan fungsi pewarnaan sisi $r$ -dinamis graf hasil operasi yang diteliti.				✓

Aspek Berpikir kreatif	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
<i>Elaboration</i>	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci keterkaitan pewarnaan sisi $r$ -dinamis pada graf yang telah diteliti dengan kemampuan berpikir kreatif.				✓
	Peneliti mampu menjelaskan secara terperinci dalam membuktikan (mengecek) kebenaran fungsi yang telah ditentukan.				✓

IDENTITAS VALIDATOR

NAMA : *Robiatul Adawiyah, S.Pd., M.Si.*

NIDN : *0031079201*

Jember, *26 April* 2018

Validator



(*Robiatul .A .S.Pd., M.Si.*)

LAMPIRAN C. Lembar Analisis Hasil Validasi

Hasil analisis validasi oleh validator dijelaskan pada tabel berikut.

Aspek Berfikir Kreatif	Indikator	Penilaian Validator ke-			$I_i$	$A_i$	Capaian Teoritis	Capaian Validasi	Capaian Kumulatif Teoritis	Capaian Kumulatif Validasi	$V_a$
		1	2	3							
<i>Fluency</i>	1a	4	4	4	4	3.84	27%	27%	27%	27%	3.67
	1b	4	4	4	4						
	1c	4	4	3	3.67						
	1d	4	3	4	3.67						
<i>Flexibility</i>	2a	3	4	3	3.33	3.33	20%	18%	47%	45%	
	2b	3	4	3	3.33						
	2c	3	3	4	3.33						
<i>Originality</i>	3a	4	4	3	3.67	3.67	13%	13%	60%	58%	
	3b	3	4	4	3.67						
<i>Elaboration</i>	4a	3	4	4	3.67	3.84	40%	39%	100%	97%	
	4b	4	4	4	4						
	4c	3	4	4	3.67						
	4d	4	4	4	4						
	4e	4	3	4	3.67						
	4f	4	4	4	4						

Berdasarkan hasil analisis tingkat kevalidan instrumen mengenai keterampilan berpikir kreatif adalah valid

Tabel 5.2 Pewarnaan sisi 1, 2, 3, 4, 5-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	5	1,...,5	10	1,...,5	YA
$x_2x_3$	2	5	1,...,5	10	1,...,5	YA
$x_3x_4$	1	5	1,...,5	10	1,...,5	YA
$x_4x_5$	2	5	1,...,5	10	1,...,5	YA
$x_5x_1$	3	5	1,...,5	10	1,...,5	YA
$x_1y_{1,1}$	2	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_1y_{1,2}$	4	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_1y_{1,3}$	5	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_1y_{1,4}$	6	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_2y_{2,1}$	3	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_2y_{2,2}$	4	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_2y_{2,3}$	5	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_2y_{2,4}$	6	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_3y_{3,1}$	3	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_3y_{3,2}$	4	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_3y_{3,3}$	5	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_3y_{3,4}$	6	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_4y_{4,1}$	3	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_4y_{4,2}$	4	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_4y_{4,3}$	5	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_4y_{4,4}$	6	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_5y_{5,1}$	1	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$x_5y_{5,2}$	4	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_5y_{5,3}$	5	5	1,...,5	7	1,...,5	YA
$x_5y_{5,4}$	6	5	1,...,5	6	1,...,5	YA
$y_{1,1}y_{1,2}$	1	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	3	4	1,...,5	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	2	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	1	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	2	4	1,...,5	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	3	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	1	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	2	4	1,...,5	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	3	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	1	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	2	4	1,...,5	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	3	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	2	3	1,...,5	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	3	4	1,...,5	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	1	3	1,...,5	3	3	YA

Tabel 5.3 Pewarnaan sisi 6-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	6	6	10	6	YA
$x_2x_3$	2	6	6	10	6	YA
$x_3x_4$	1	6	6	10	6	YA
$x_4x_5$	2	6	6	10	6	YA
$x_5x_1$	3	6	6	10	6	YA
$x_1y_{1,1}$	2	6	6	6	6	YA
$x_1y_{1,2}$	4	6	6	7	6	YA
$x_1y_{1,3}$	5	6	6	7	6	YA
$x_1y_{1,4}$	6	6	6	6	6	YA
$x_2y_{2,1}$	4	6	6	6	6	YA
$x_2y_{2,2}$	5	6	6	7	6	YA
$x_2y_{2,3}$	6	6	6	7	6	YA
$x_2y_{2,4}$	7	6	6	6	6	YA
$x_3y_{3,1}$	3	6	6	6	6	YA
$x_3y_{3,2}$	4	6	6	7	6	YA
$x_3y_{3,3}$	5	6	6	7	6	YA
$x_3y_{3,4}$	6	6	6	6	6	YA
$x_4y_{4,1}$	4	6	6	6	6	YA
$x_4y_{4,2}$	5	6	6	7	6	YA
$x_4y_{4,3}$	6	6	6	7	6	YA
$x_4y_{4,4}$	7	6	6	6	6	YA
$x_5y_{5,1}$	8	6	6	6	6	YA
$x_5y_{5,2}$	4	6	6	7	6	YA
$x_5y_{5,3}$	5	6	6	7	6	YA
$x_5y_{5,4}$	6	6	6	6	6	YA
$y_{1,1}y_{1,2}$	8	3	6	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	3	4	6	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	7	3	6	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	8	3	6	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	2	4	6	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	3	3	6	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	8	3	6	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	2	4	6	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	7	3	6	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	8	3	6	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	2	4	6	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	3	3	6	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	1	3	6	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	2	4	6	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	7	3	6	3	3	YA



Tabel 5.4 Pewarnaan sisi 7, 8-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	7,8	10	7,8	YA
$x_2x_3$	2	8	7,8	10	7,8	YA
$x_3x_4$	1	8	7,8	10	7,8	YA
$x_4x_5$	2	8	7,8	10	7,8	YA
$x_5x_1$	3	8	7,8	10	7,8	YA
$x_1y_{1,1}$	9	6	7,8	6	6	YA
$x_1y_{1,2}$	4	7	7,8	7	7	YA
$x_1y_{1,3}$	7	7	7,8	7	7	YA
$x_1y_{1,4}$	8	6	7,8	6	6	YA
$x_2y_{2,1}$	9	6	7,8	6	6	YA
$x_2y_{2,2}$	4	7	7,8	7	7	YA
$x_2y_{2,3}$	5	7	7,8	7	7	YA
$x_2y_{2,4}$	6	6	7,8	6	6	YA
$x_3y_{3,1}$	3	6	7,8	6	6	YA
$x_3y_{3,2}$	4	7	7,8	7	7	YA
$x_3y_{3,3}$	7	7	7,8	7	7	YA
$x_3y_{3,4}$	8	6	7,8	6	6	YA
$x_4y_{4,1}$	9	6	7,8	6	6	YA
$x_4y_{4,2}$	4	7	7,8	7	7	YA
$x_4y_{4,3}$	5	7	7,8	7	7	YA
$x_4y_{4,4}$	6	6	7,8	6	6	YA
$x_5y_{5,1}$	5	6	7,8	6	6	YA
$x_5y_{5,2}$	6	7	7,8	7	7	YA
$x_5y_{5,3}$	7	7	7,8	7	7	YA
$x_5y_{5,4}$	8	6	7,8	6	6	YA
$y_{1,1}y_{1,2}$	5	3	7,8	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	6	4	7,8	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	2	3	7,8	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	3	3	7,8	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	7	4	7,8	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	8	3	7,8	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	5	3	7,8	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	6	4	7,8	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	9	3	7,8	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	3	3	7,8	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	7	4	7,8	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	8	3	7,8	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	1	3	7,8	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	4	4	7,8	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	9	3	7,8	3	3	YA



Tabel 5.5 Pewarnaan sisi 9-dinamis pada graf  $C_4 \triangleright F_4$ ;  $n$  genap,  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_2x_3$	2	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_3x_4$	1	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_4x_1$	2	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,1}$	3	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,2}$	4	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,3}$	5	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,4}$	6	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,1}$	7	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,2}$	8	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,3}$	9	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,4}$	10	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,1}$	3	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,2}$	4	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,3}$	5	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,4}$	6	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,1}$	7	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,2}$	8	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,3}$	9	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,4}$	10	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$y_{1,1}y_{1,2}$	7	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{1,2}y_{1,3}$	8	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{1,3}y_{1,4}$	9	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,1}y_{2,2}$	4	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,2}y_{2,3}$	5	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{2,3}y_{2,4}$	6	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,1}y_{3,2}$	7	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,2}y_{3,3}$	8	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{3,3}y_{3,4}$	9	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{4,1}y_{4,2}$	4	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{4,2}y_{4,3}$	5	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{4,3}y_{4,4}$	6	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>

Tabel 5.6 Pewarnaan sisi 9-dinamis pada graf  $C_3 \triangleright F_4$ ;  $n$  ganjil,  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_2x_3$	2	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_3x_1$	3	<b>9</b>	9	10	<b>9</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,1}$	4	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,2}$	5	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,3}$	6	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,4}$	7	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,1}$	7	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,2}$	8	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,3}$	9	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,4}$	10	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,1}$	4	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,2}$	10	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,3}$	11	<b>7</b>	9	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,4}$	12	<b>6</b>	9	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$y_{1,1}y_{1,2}$	8	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{1,2}y_{1,3}$	9	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{1,3}y_{1,4}$	10	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,1}y_{2,2}$	4	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,2}y_{2,3}$	5	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{2,3}y_{2,4}$	6	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,1}y_{3,2}$	5	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,2}y_{3,3}$	6	<b>4</b>	9	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{3,3}y_{3,4}$	7	<b>3</b>	9	3	<b>3</b>	<b>YA</b>

Tabel 5.7 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_4 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 4$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_2x_3$	2	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_3x_4$	3	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_4x_1$	4	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,1}$	5	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,2}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,3}$	7	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,4}$	8	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,1}$	9	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,2}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,3}$	11	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,4}$	12	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,1}$	8	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,2}$	5	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,3}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,4}$	7	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,1}$	12	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,2}$	9	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,3}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,4}$	11	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$y_{1,1}y_{1,2}$	9	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{1,2}y_{1,3}$	10	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{1,3}y_{1,4}$	11	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,1}y_{2,2}$	3	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,2}y_{2,3}$	4	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{2,3}y_{2,4}$	5	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,1}y_{3,2}$	1	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,2}y_{3,3}$	9	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{3,3}y_{3,4}$	10	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{4,1}y_{4,2}$	1	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{4,2}y_{4,3}$	2	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{4,3}y_{4,4}$	5	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>

Tabel 5.8 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_4 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 5$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	10	10,...	10	10	YA
$x_2x_3$	2	10	10,...	10	10	YA
$x_3x_4$	3	10	10,...	10	10	YA
$x_4x_5$	4	10	10,...	10	10	YA
$x_5x_1$	5	10	10,...	10	10	YA
$x_1y_{1,1}$	3	6	10,...	6	6	YA
$x_1y_{1,2}$	11	7	10,...	7	7	YA
$x_1y_{1,3}$	12	7	10,...	7	7	YA
$x_1y_{1,4}$	13	6	10,...	6	6	YA
$x_2y_{2,1}$	4	6	10,...	6	6	YA
$x_2y_{2,2}$	6	7	10,...	7	7	YA
$x_2y_{2,3}$	7	7	10,...	7	7	YA
$x_2y_{2,4}$	8	6	10,...	6	6	YA
$x_3y_{3,1}$	5	6	10,...	6	6	YA
$x_3y_{3,2}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_3y_{3,3}$	10	7	10,...	7	7	YA
$x_3y_{3,4}$	11	6	10,...	6	6	YA
$x_4y_{4,1}$	1	6	10,...	6	6	YA
$x_4y_{4,2}$	6	7	10,...	7	7	YA
$x_4y_{4,3}$	7	7	10,...	7	7	YA
$x_4y_{4,4}$	12	6	10,...	6	6	YA
$x_5y_{5,1}$	2	6	10,...	6	6	YA
$x_5y_{5,2}$	8	7	10,...	7	7	YA
$x_5y_{5,3}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_5y_{5,4}$	10	6	10,...	6	6	YA
$y_{1,1}y_{1,2}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	7	4	10,...	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	10	4	10,...	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	11	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	6	4	10,...	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	7	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	9	4	10,...	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	10	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	11	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	12	4	10,...	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	13	3	10,...	3	3	YA

Tabel 5.9 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_4 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_2x_3$	2	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_3x_1$	3	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,1}$	4	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,2}$	5	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,3}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,4}$	7	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,1}$	8	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,2}$	9	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,3}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,4}$	11	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,1}$	12	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,2}$	13	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,3}$	14	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,4}$	15	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$y_{1,1}y_{1,2}$	8	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{1,2}y_{1,3}$	9	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{1,3}y_{1,4}$	10	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,1}y_{2,2}$	4	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{2,2}y_{2,3}$	5	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{2,3}y_{2,4}$	6	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,1}y_{3,2}$	7	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>
$y_{3,2}y_{3,3}$	8	<b>4</b>	10,...	4	<b>4</b>	<b>YA</b>
$y_{3,3}y_{3,4}$	9	<b>3</b>	10,...	3	<b>3</b>	<b>YA</b>

Tabel 5.10 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 1 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_2x_3$	2	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_3x_4$	3	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_4x_5$	1	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_5x_6$	2	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_6x_7$	3	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_7x_1$	4	<b>10</b>	10,...	10	<b>10</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,1}$	9	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,2}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,3}$	11	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_1y_{1,4}$	13	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,1}$	4	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,2}$	5	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,3}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_2y_{2,4}$	7	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,1}$	8	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,2}$	9	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,3}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_3y_{3,4}$	11	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,1}$	12	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,2}$	13	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,3}$	14	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_4y_{4,4}$	15	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_5y_{5,1}$	4	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_5y_{5,2}$	5	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_5y_{5,3}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_5y_{5,4}$	7	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_6y_{6,1}$	8	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_6y_{6,2}$	9	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_6y_{6,3}$	10	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_6y_{6,4}$	11	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_7y_{7,1}$	5	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>
$x_7y_{7,2}$	6	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_7y_{7,3}$	7	<b>7</b>	10,...	7	<b>7</b>	<b>YA</b>
$x_7y_{7,4}$	12	<b>6</b>	10,...	6	<b>6</b>	<b>YA</b>



Tabel 5.11 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright F_4; n \geq 3, n \equiv 1 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$y_{1,1}y_{1,2}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	7	4	10,...	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	10	4	10,...	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	11	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	5	4	10,...	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	5	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	6	4	10,...	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	7	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	10	4	10,...	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	11	3	10,...	3	3	YA
$y_{6,1}y_{6,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{6,2}y_{6,3}$	5	4	10,...	4	4	YA
$y_{6,3}y_{6,4}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{7,1}y_{7,2}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{7,2}y_{7,3}$	9	4	10,...	4	4	YA
$y_{7,3}y_{7,4}$	10	3	10,...	3	3	YA

Tabel 5.12 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	10	10,...	10	10	YA
$x_2x_3$	2	10	10,...	10	10	YA
$x_3x_4$	3	10	10,...	10	10	YA
$x_4x_5$	1	10	10,...	10	10	YA
$x_5x_6$	2	10	10,...	10	10	YA
$x_6x_7$	3	10	10,...	10	10	YA
$x_7x_8$	1	10	10,...	10	10	YA
$x_8x_9$	2	10	10,...	10	10	YA
$x_9x_{10}$	3	10	10,...	10	10	YA
$x_{10}x_{11}$	4	10	10,...	10	10	YA
$x_{11}x_1$	5	10	10,...	10	10	YA
$x_1y_{1,1}$	3	6	10,...	6	6	YA
$x_1y_{1,2}$	13	7	10,...	7	7	YA
$x_1y_{1,3}$	14	7	10,...	7	7	YA
$x_1y_{1,4}$	15	6	10,...	6	6	YA
$x_2y_{2,1}$	8	6	10,...	6	6	YA
$x_2y_{2,2}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_2y_{2,3}$	10	7	10,...	7	7	YA
$x_2y_{2,4}$	11	6	10,...	6	6	YA
$x_3y_{3,1}$	12	6	10,...	6	6	YA
$x_3y_{3,2}$	13	7	10,...	7	7	YA
$x_3y_{3,3}$	14	7	10,...	7	7	YA
$x_3y_{3,4}$	15	6	10,...	6	6	YA
$x_4y_{4,1}$	4	6	10,...	6	6	YA
$x_4y_{4,2}$	5	7	10,...	7	7	YA
$x_4y_{4,3}$	6	7	10,...	7	7	YA
$x_4y_{4,4}$	7	6	10,...	6	6	YA
$x_5y_{5,1}$	8	6	10,...	6	6	YA
$x_5y_{5,2}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_5y_{5,3}$	10	7	10,...	7	7	YA
$x_5y_{5,4}$	11	6	10,...	6	6	YA
$x_6y_{6,1}$	12	6	10,...	6	6	YA
$x_6y_{6,2}$	13	7	10,...	7	7	YA
$x_6y_{6,3}$	14	7	10,...	7	7	YA
$x_6y_{6,4}$	15	6	10,...	6	6	YA
$x_7y_{7,1}$	4	6	10,...	6	6	YA
$x_7y_{7,2}$	5	7	10,...	7	7	YA
$x_7y_{7,3}$	6	7	10,...	7	7	YA
$x_7y_{7,4}$	7	6	10,...	6	6	YA
$x_8y_{8,1}$	8	6	10,...	6	6	YA
$x_8y_{8,2}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_8y_{8,3}$	10	7	10,...	7	7	YA
$x_8y_{8,4}$	11	6	10,...	6	6	YA
$x_9y_{9,1}$	12	6	10,...	6	6	YA

Tabel 5.13 Pewarnaan sisi  $r \geq 10$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright F_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_9y_{9,2}$	13	7	10,...	7	7	YA
$x_9y_{9,3}$	14	7	10,...	7	7	YA
$x_9y_{9,4}$	15	6	10,...	6	6	YA
$x_{10}y_{10,1}$	1	6	10,...	6	6	YA
$x_{10}y_{10,2}$	6	7	10,...	7	7	YA
$x_{10}y_{10,3}$	7	7	10,...	7	7	YA
$x_{10}y_{10,4}$	8	6	10,...	6	6	YA
$x_{11}y_{11,1}$	2	6	10,...	6	6	YA
$x_{11}y_{11,2}$	9	7	10,...	7	7	YA
$x_{11}y_{11,3}$	10	7	10,...	7	7	YA
$x_{11}y_{11,4}$	11	6	10,...	6	6	YA
$y_{1,1}y_{1,2}$	10	3	10,...	3	3	YA
$y_{1,2}y_{1,3}$	11	4	10,...	4	4	YA
$y_{1,3}y_{1,4}$	12	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,1}y_{2,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{2,2}y_{2,3}$	5	4	10,...	4	4	YA
$y_{2,3}y_{2,4}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,1}y_{3,2}$	7	3	10,...	3	3	YA
$y_{3,2}y_{3,3}$	8	4	10,...	4	4	YA
$y_{3,3}y_{3,4}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,1}y_{4,2}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{4,2}y_{4,3}$	9	4	10,...	4	4	YA
$y_{4,3}y_{4,4}$	10	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,1}y_{5,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{5,2}y_{5,3}$	5	4	10,...	4	4	YA
$y_{5,3}y_{5,4}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{6,1}y_{6,2}$	7	3	10,...	3	3	YA
$y_{6,2}y_{6,3}$	8	4	10,...	4	4	YA
$y_{6,3}y_{6,4}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{7,1}y_{7,2}$	8	3	10,...	3	3	YA
$y_{7,2}y_{7,3}$	9	4	10,...	4	4	YA
$y_{7,3}y_{7,4}$	10	3	10,...	3	3	YA
$y_{8,1}y_{8,2}$	4	3	10,...	3	3	YA
$y_{8,2}y_{8,3}$	5	4	10,...	4	4	YA
$y_{8,3}y_{8,4}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{9,1}y_{9,2}$	7	3	10,...	3	3	YA
$y_{9,2}y_{9,3}$	8	4	10,...	4	4	YA
$y_{9,3}y_{9,4}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{10,1}y_{10,2}$	9	3	10,...	3	3	YA
$y_{10,2}y_{10,3}$	10	4	10,...	4	4	YA
$y_{10,3}y_{10,4}$	11	3	10,...	3	3	YA
$y_{11,1}y_{11,2}$	6	3	10,...	3	3	YA
$y_{11,2}y_{11,3}$	7	4	10,...	4	4	YA
$y_{11,3}y_{11,4}$	8	3	10,...	3	3	YA

Tabel 5.14 Pewarnaan sisi 1, 2, 3-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	4	1,2,3	8	1,2,3	YA
$x_2x_3$	2	4	1,2,3	8	1,2,3	YA
$x_3x_4$	1	4	1,2,3	8	1,2,3	YA
$x_4x_5$	2	4	1,2,3	8	1,2,3	YA
$x_5x_1$	3	4	1,2,3	8	1,2,3	YA
$x_1y_1$	2	4	1,2,3	7	1,2,3	YA
$x_2y_2$	3	4	1,2,3	7	1,2,3	YA
$x_3y_3$	3	4	1,2,3	7	1,2,3	YA
$x_4y_4$	3	4	1,2,3	7	1,2,3	YA
$x_5y_5$	1	4	1,2,3	7	1,2,3	YA
$x_1z_{1,1}$	5	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_1z_{1,3}$	4	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_2z_{2,1}$	5	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_2z_{2,3}$	4	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_3z_{3,1}$	5	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_3z_{3,3}$	4	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_4z_{4,1}$	5	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_4z_{4,3}$	4	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_5z_{5,1}$	5	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$x_5z_{5,3}$	4	4	1,2,3	6	1,2,3	YA
$y_1z_{1,1}$	4	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_1z_{1,2}$	5	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_1z_{1,3}$	1	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_2z_{2,1}$	4	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_2z_{2,2}$	5	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_2z_{2,3}$	1	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_3z_{3,1}$	4	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_3z_{3,2}$	5	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_3z_{3,3}$	1	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_4z_{4,1}$	4	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_4z_{4,2}$	5	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_4z_{4,3}$	1	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_5z_{5,1}$	4	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_5z_{5,2}$	5	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$y_5z_{5,3}$	3	3	1,2,3	5	1,2,3	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	1	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	2	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	1	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	2	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	1	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	2	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	1	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	2	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	1	3	1,2,3	4	1,2,3	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	2	3	1,2,3	4	1,2,3	YA

Tabel 5.15 Pewarnaan sisi 4-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	4	4	8	4	YA
$x_2x_3$	2	4	4	8	4	YA
$x_3x_4$	1	4	4	8	4	YA
$x_4x_5$	2	4	4	8	4	YA
$x_5x_1$	3	4	4	8	4	YA
$x_1y_1$	2	4	4	7	4	YA
$x_2y_2$	3	4	4	7	4	YA
$x_3y_3$	3	4	4	7	4	YA
$x_4y_4$	3	4	4	7	4	YA
$x_5y_5$	1	4	4	7	4	YA
$x_1z_{1,1}$	5	5	4	6	4	YA
$x_1z_{1,3}$	4	4	4	6	4	YA
$x_2z_{2,1}$	5	5	4	6	4	YA
$x_2z_{2,3}$	4	4	4	6	4	YA
$x_3z_{3,1}$	5	5	4	6	4	YA
$x_3z_{3,3}$	4	4	4	6	4	YA
$x_4z_{4,1}$	5	5	4	6	4	YA
$x_4z_{4,3}$	4	4	4	6	4	YA
$x_5z_{5,1}$	5	5	4	6	4	YA
$x_5z_{5,3}$	4	4	4	6	4	YA
$y_1z_{1,1}$	4	4	4	5	4	YA
$y_1z_{1,2}$	1	5	4	5	4	YA
$y_1z_{1,3}$	5	4	4	5	4	YA
$y_2z_{2,1}$	4	4	4	5	4	YA
$y_2z_{2,2}$	1	5	4	5	4	YA
$y_2z_{2,3}$	5	4	4	5	4	YA
$y_3z_{3,1}$	4	4	4	5	4	YA
$y_3z_{3,2}$	1	5	4	5	4	YA
$y_3z_{3,3}$	5	4	4	5	4	YA
$y_4z_{4,1}$	4	4	4	5	4	YA
$y_4z_{4,2}$	1	5	4	5	4	YA
$y_4z_{4,3}$	5	4	4	5	4	YA
$y_5z_{5,1}$	4	4	4	5	4	YA
$y_5z_{5,2}$	2	5	4	5	4	YA
$y_5z_{5,3}$	5	4	4	5	4	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	6	4	4	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	3	4	4	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	6	4	4	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	2	4	4	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	6	4	4	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	2	4	4	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	6	4	4	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	2	4	4	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	6	4	4	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	3	4	4	4	4	YA

Tabel 5.16 Pewarnaan sisi 5-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	6	5	8	5	YA
$x_2x_3$	2	5	5	8	5	YA
$x_3x_4$	1	5	5	8	5	YA
$x_4x_5$	2	6	5	8	5	YA
$x_5x_1$	3	6	5	8	5	YA
$x_1y_1$	4	6	5	7	5	YA
$x_2y_2$	5	7	5	7	5	YA
$x_3y_3$	4	6	5	7	5	YA
$x_4y_4$	5	7	5	7	5	YA
$x_5y_5$	4	6	5	7	5	YA
$x_1z_{1,1}$	5	6	5	6	5	YA
$x_1z_{1,3}$	7	5	5	6	5	YA
$x_2z_{2,1}$	4	5	5	6	5	YA
$x_2z_{2,3}$	6	5	5	6	5	YA
$x_3z_{3,1}$	5	5	5	6	5	YA
$x_3z_{3,3}$	7	6	5	6	5	YA
$x_4z_{4,1}$	4	5	5	6	5	YA
$x_4z_{4,3}$	6	5	5	6	5	YA
$x_5z_{5,1}$	5	5	5	6	5	YA
$x_5z_{5,3}$	8	5	5	6	5	YA
$y_1z_{1,1}$	6	5	5	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	1	5	5	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	8	5	5	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	3	5	5	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	7	5	5	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	8	5	5	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	6	5	5	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	1	5	5	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	8	5	5	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	3	5	5	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	7	5	5	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	8	5	5	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	3	5	5	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	6	5	5	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	7	5	5	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	2	4	5	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	3	4	5	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	1	4	5	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	2	4	5	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	2	4	5	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	3	4	5	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	1	4	5	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	2	4	5	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	1	4	5	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	2	4	5	4	4	YA



Tabel 5.17 Pewarnaan sisi 6-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	6	6	8	6	YA
$x_2x_3$	2	6	6	8	6	YA
$x_3x_4$	1	6	6	8	6	YA
$x_4x_5$	2	6	6	8	6	YA
$x_5x_1$	3	6	6	8	6	YA
$x_1y_1$	4	6	6	7	6	YA
$x_2y_2$	5	7	6	7	6	YA
$x_3y_3$	4	6	6	7	6	YA
$x_4y_4$	5	7	6	7	6	YA
$x_5y_5$	4	6	6	7	6	YA
$x_1z_{1,1}$	5	6	6	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	7	6	6	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	4	6	6	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	6	6	6	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	8	6	6	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	7	6	6	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	4	6	6	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	6	6	6	6	6	YA
$x_5z_{5,1}$	5	6	6	6	6	YA
$x_5z_{5,3}$	8	6	6	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	6	5	6	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	1	5	6	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	8	5	6	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	3	5	6	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	2	5	6	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	8	5	6	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	6	5	6	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	1	5	6	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	5	5	6	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	3	5	6	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	2	5	6	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	8	5	6	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	6	5	6	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	2	5	6	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	7	5	6	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	9	4	6	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	2	4	6	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	9	4	6	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	7	4	6	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	9	4	6	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	3	4	6	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	9	4	6	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	7	4	6	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	9	4	6	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	1	4	6	4	4	YA

Tabel 5.18 Pewarnaan sisi 7-dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	7	8	7	YA
$x_2x_3$	2	7	7	8	7	YA
$x_3x_4$	1	7	7	8	7	YA
$x_4x_5$	2	7	7	8	7	YA
$x_5x_1$	3	8	7	8	7	YA
$x_1y_1$	5	7	7	7	7	YA
$x_2y_2$	7	7	7	7	7	YA
$x_3y_3$	5	7	7	7	7	YA
$x_4y_4$	7	7	7	7	7	YA
$x_5y_5$	9	7	7	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	6	6	7	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	4	6	7	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	6	6	7	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	8	6	7	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	4	6	7	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	9	6	7	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	6	6	7	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	8	6	7	6	6	YA
$x_5z_{5,1}$	8	6	7	6	6	YA
$x_5z_{5,3}$	10	6	7	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	7	5	7	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	8	5	7	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	9	5	7	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	3	5	7	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	4	5	7	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	5	5	7	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	6	5	7	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	7	5	7	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	8	5	7	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	3	5	7	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	4	5	7	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	5	5	7	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	5	5	7	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	6	5	7	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	7	5	7	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	2	4	7	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	10	4	7	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	9	4	7	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	10	4	7	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	3	4	7	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	10	4	7	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	9	4	7	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	10	4	7	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	1	4	7	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	4	4	7	4	4	YA

Tabel 5.19 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_4 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 4$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_2x_3$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_3x_4$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_4x_1$	4	8	8,...	8	8	YA
$x_1y_1$	5	7	8,...	7	7	YA
$x_2y_2$	7	7	8,...	7	7	YA
$x_3y_3$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_4y_4$	8	7	8,...	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	6	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	9	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	9	6	8,...	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	1	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	1	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	2	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	5	5	8,...	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	2	4	8,...	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	10	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	9	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	6	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	10	4	8,...	4	4	YA

Tabel 5.20 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_5 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 5$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_2x_3$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_3x_4$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_4x_5$	4	8	8,...	8	8	YA
$x_5x_1$	5	8	8,...	8	8	YA
$x_1y_1$	3	7	8,...	7	7	YA
$x_2y_2$	4	7	8,...	7	7	YA
$x_3y_3$	5	7	8,...	7	7	YA
$x_4y_4$	1	7	8,...	7	7	YA
$x_5y_5$	2	7	8,...	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	6	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	9	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	6	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,1}$	9	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	2	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	2	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	1	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	3	5	8,...	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	9	4	8,...	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	5	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	1	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	9	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	10	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	8	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	10	4	8,...	4	4	YA

Tabel 5.21 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_3 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 0 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_2x_3$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_3x_4$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_1y_1$	11	7	8,...	7	7	YA
$x_2y_2$	5	7	8,...	7	7	YA
$x_3y_3$	8	7	8,...	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	12	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	4	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	6	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	9	6	8,...	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	5	4	8,...	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	6	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	7	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	8	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	10	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	11	4	8,...	4	4	YA

Tabel 5.22 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 1 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u)+d(v)-2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_2x_3$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_3x_4$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_4x_5$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_5x_6$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_6x_7$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_7x_1$	4	8	8,...	8	8	YA
$x_1y_1$	8	7	8,...	7	7	YA
$x_2y_2$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_3y_3$	9	7	8,...	7	7	YA
$x_4y_4$	11	7	8,...	7	7	YA
$x_5y_5$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_6y_6$	9	7	8,...	7	7	YA
$x_7y_7$	7	7	8,...	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	9	6	8,...	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	11	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	4	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	12	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_6z_{6,1}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_6z_{6,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_7z_{7,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_7z_{7,3}$	12	6	8,...	6	6	YA



Tabel 5.23 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_7 \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 1 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$y_1z_{1,1}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,1}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,2}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,3}$	11	5	8,...	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	2	4	8,...	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	11	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	12	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	5	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	6	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{6,1}z_{6,2}$	11	4	8,...	4	4	YA
$z_{6,2}z_{6,3}$	12	4	8,...	4	4	YA
$z_{7,1}z_{7,2}$	1	4	8,...	4	4	YA
$z_{7,2}z_{7,3}$	2	4	8,...	4	4	YA

Tabel 5.24 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_1x_2$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_2x_3$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_3x_4$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_4x_5$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_5x_6$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_6x_7$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_7x_8$	1	8	8,...	8	8	YA
$x_8x_9$	2	8	8,...	8	8	YA
$x_9x_{10}$	3	8	8,...	8	8	YA
$x_{10}x_{11}$	4	8	8,...	8	8	YA
$x_{11}x_1$	5	8	8,...	8	8	YA
$x_1y_1$	8	7	8,...	7	7	YA
$x_2y_2$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_3y_3$	9	7	8,...	7	7	YA
$x_4y_4$	11	7	8,...	7	7	YA
$x_5y_5$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_6y_6$	9	7	8,...	7	7	YA
$x_7y_7$	11	7	8,...	7	7	YA
$x_8y_8$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_9y_9$	9	7	8,...	7	7	YA
$x_{10}y_{10}$	7	7	8,...	7	7	YA
$x_{11}y_{11}$	6	7	8,...	7	7	YA
$x_1z_{1,1}$	9	6	8,...	6	6	YA
$x_1z_{1,3}$	11	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_2z_{2,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,1}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_3z_{3,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,1}$	4	6	8,...	6	6	YA
$x_4z_{4,3}$	12	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_5z_{5,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_6z_{6,1}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_6z_{6,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_7z_{7,1}$	4	6	8,...	6	6	YA
$x_7z_{7,3}$	12	6	8,...	6	6	YA

Tabel 5.25 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$x_8z_{8,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_8z_{8,3}$	7	6	8,...	6	6	YA
$x_9z_{9,1}$	8	6	8,...	6	6	YA
$x_9z_{9,3}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_{10}z_{10,1}$	5	6	8,...	6	6	YA
$x_{10}z_{10,3}$	12	6	8,...	6	6	YA
$x_{11}z_{11,1}$	10	6	8,...	6	6	YA
$x_{11}z_{11,3}$	2	6	8,...	6	6	YA
$y_1z_{1,1}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,2}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_1z_{1,3}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_2z_{2,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_3z_{3,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,1}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,2}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_4z_{4,3}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_5z_{5,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_6z_{6,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,1}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,2}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_7z_{7,3}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_8z_{8,1}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_8z_{8,2}$	11	5	8,...	5	5	YA
$y_8z_{8,3}$	12	5	8,...	5	5	YA
$y_9z_{9,1}$	4	5	8,...	5	5	YA
$y_9z_{9,2}$	5	5	8,...	5	5	YA
$y_9z_{9,3}$	6	5	8,...	5	5	YA
$y_{10}z_{10,1}$	9	5	8,...	5	5	YA
$y_{10}z_{10,2}$	10	5	8,...	5	5	YA
$y_{10}z_{10,3}$	11	5	8,...	5	5	YA

Tabel 5.26 Pewarnaan sisi  $r \geq 8$ -dinamis pada graf  $C_{11} \triangleright W_4$ ;  $n \geq 3$ ,  $n \equiv 2 \pmod 3$

$e = uv$	$c(e)$	$ c(N(e)) $	$r$	$d(u) + d(v) - 2$	$\min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$	$ c(N(e))  \geq \min\{r, d(u) + d(v) - 2\}$
$y_{11}z_{11,1}$	7	5	8,...	5	5	YA
$y_{11}z_{11,2}$	8	5	8,...	5	5	YA
$y_{11}z_{11,3}$	9	5	8,...	5	5	YA
$z_{1,1}z_{1,2}$	2	4	8,...	4	4	YA
$z_{1,2}z_{1,3}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,1}z_{2,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{2,2}z_{2,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,1}z_{3,2}$	11	4	8,...	4	4	YA
$z_{3,2}z_{3,3}$	12	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,1}z_{4,2}$	5	4	8,...	4	4	YA
$z_{4,2}z_{4,3}$	6	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,1}z_{5,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{5,2}z_{5,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{6,1}z_{6,2}$	11	4	8,...	4	4	YA
$z_{6,2}z_{6,3}$	12	4	8,...	4	4	YA
$z_{7,1}z_{7,2}$	5	4	8,...	4	4	YA
$z_{7,2}z_{7,3}$	6	4	8,...	4	4	YA
$z_{8,1}z_{8,2}$	3	4	8,...	4	4	YA
$z_{8,2}z_{8,3}$	4	4	8,...	4	4	YA
$z_{9,1}z_{9,2}$	11	4	8,...	4	4	YA
$z_{9,2}z_{9,3}$	12	4	8,...	4	4	YA
$z_{10,1}z_{10,2}$	1	4	8,...	4	4	YA
$z_{10,2}z_{10,3}$	2	4	8,...	4	4	YA
$z_{11,1}z_{11,2}$	1	4	8,...	4	4	YA
$z_{11,2}z_{11,3}$	11	4	8,...	4	4	YA



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
 Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
 Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-334988  
 Laman: [www.fkip.unej.ac.id](http://www.fkip.unej.ac.id)

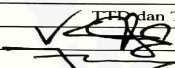
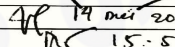
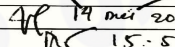

**LEMBAR REVISI SKRIPSI**

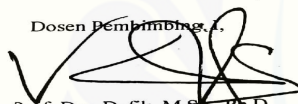
NAMA MAHASISWA : Dian Dewi Agustini  
 NIM : 140210101052  
 JUDUL SKRIPSI : Pewarnaan sisi r-dinamis pada Graf Hasil Operasi *Comb Product* Graf *Related Wheel* dikaitkan dengan Keterampilan Berpikir Kreatif.  
 TANGGAL UJIAN : 09 Mei 2018  
 PEMBIMBING : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
 Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.

**MATERI PEMBETULAN / PERBAIKAN**

No.	HALAMAN	HAL-HAL YANG HARUS DIPERBAIKI
1.	i	Judul Skripsi.
2.	2	Keterkaitan pewarnaan sisi r-dinamis dengan kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik.
3.	3	Syarat pewarnaan sisi r-dinamis dan keterkaitan dengan bilangan kromatik.
4.	5	Manfaat Penelitian untuk peserta didik dan pembelajaran di sekolah.
5.	22	Aplikasi pewarnaan sisi r-dinamis dalam kehidupan sehari-hari pada saat pembelajaran di sekolah.
6.	26-27	Prosedur penelitian ditambahkan dan diperjelas.
7.	77-82	Keterkaitan pewarnaan sisi r-dinamis dengan kemampuan berpikir kreatif untuk aspek dan indikator <i>fluency</i> , <i>flexibility</i> , dan <i>Originality</i> .

**PERSETUJUAN TIM PENGUJI**

JABATAN	NAMA TIM PENGUJI	TTD dan Tanggal
Ketua	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.	 14/5 2018
Sekretaris	Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.	 15.5.2018
Anggota	Susi Setiawani, S.Si., M.Sc. Drs. Antonius Cahya P, M.App.Sc., Ph.D.	 14 Mei 2018  15.5.2018


Dosen Pembimbing I,  
  
 Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
 NIP. 19680802 199303 1 014

Jember, 09 Mei 2018  
 Mengetahui / menyetujui :  
 Dosen Pembimbing II,

  
 Drs. Toto Bara Setiawan, M.Si.  
 NIP. 19581209 198603 1 003

Mahasiswa Yang Bersangkutan

  
 Dian Dewi Agustini  
 NIM. 140210101052

Mengetahui,  
 Ketua Jurusan P.MIPA  
  
 Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes.  
 NIP. 19600809 198702 2 002