

**SIMULASI ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH (DFS)
PADA PEWARNAAN EDGE GRAPH**

Tugas Akhir



Disusun Oleh

Edi Hermanson Simarmata

22064174

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

TAHUN 2013

**SIMULASI ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH
PADA PEWARNAAN EDGE GRAPH**

Tugas Akhir



Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar
Sarjana Komputer



Disusun Oleh
Edi Hermanson Simarmata

22064174

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

TAHUN 2013

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH (DFS) PADA PEWARNAAN EDGE GRAF

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 23 April 2013



EDI HERMANSON SIMARMATA

22064174

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH (DFS) PADA PEWARNAAN EDGE GRAF

Oleh: EDI HERMANSON SIMARMATA / 22064174

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 18 April 2013

Yogyakarta, 23 April 2013
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
2. Kathryn Widhiyanti, M.Cs.
3. Budi Susanto, SKom.,M.T.
4. Theresia Herlina R., S.Kom.,M.T.

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA



Dekan

(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan himat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Simulasi Algoritma Depth First Search (DFS) pada Pewarnaan Edge Graph dengan baik.

Penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunaannya.

Dalam menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir ini baik dalam pembuatan program dan penulisan laporan, penulis telah banyak mendapat banyak bimbingan, masukan dan saran dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dengan segenap kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya dengan sabar dan baik kepada penulis.
2. Ibu Kathryn Widhiyanti, M.Cs. selaku Dosen pembimbing II atas bimbingan, petunjuk dan masukan yang diberikan selama pengerjaan tugas ini sejak awal hingga akhir.
3. Bapak dan Mamak tercinta, terima kasih untuk kasih sayang, doa, dukungan semangat, dan materil yang tidak berkesudahan buat penulis.
4. Abangku tercinta, terima kasih untuk kasih sayang, doa, dukungan semangat buat penulis samapai selesainya tugas akhir ini.
5. Adek-adekku, Dame, David, Jeplin dan semua saudara-saudara yang tidak dapat penulis sebut satu persatu, terimakasih untuk dukungan dan doa dari kalian.
6. Buat Inang, Bapak Tua dan keluarga, Bapak Tongah dan keluarga, Panggi dan keluarga, serta semua Keluarga Besar yang ada di Raya Huluan, Medan, Jambi, serta semua keluarga penulis yang tidak dapat disebut satu persatu, terima kasih untuk kasih sayang, doa dan dukungan semangatnya.

7. Hanna Loretta Purba, terima kasih untuk kasih sayang, doa dan semangatnya selama ini yang tak bosan-bosannya memberikan semangat dan dukungan buat penulis selama pengerjaan tugas akhir ini, terima kasih sayangku.
8. Teman-teman Teknik Informatika'06.
9. Semua Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.
10. Staf administrasi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.
11. Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana.
12. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu penyusunan Tugas Akhir ini. Sekali lagi penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.



Yogyakarta, 23 April 2013

Penulis

Abstrak

Teori *graph* merupakan topik yang banyak mendapatkan perhatian saat ini, karena model-model yang ada pada teori *graph* berguna untuk aplikasi yang luas. Teori-teori mengenai *graph* ini telah banyak dikembangkan dengan berbagai algoritma yang memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing dalam menyelesaikannya. Teori pewarnaan *graph* merupakan salah satu objek yang menarik dan terkenal dalam bidang ilmu *graph*.

Pewarnaan sisi graf adalah pemberian warna secara tepat pada garis sedemikian rupa sehingga setiap garis yang bertumpuan pada titik yang sama diberi warna yang berbeda. Jumlah warna minimal yang dapat digunakan untuk mewarnai sisi-sisi dalam suatu *graph* G disebut indeks khromatik G dinotasikan $\chi'(G)$. Jika G adalah *graph* sederhana yang berderajat maksimum titiknya adalah m , maka indeks kromatiknya adalah $m \leq \chi'(G) \leq m+1$ (As'ad, 2008).

Hasil pada penelitian ini berupa sebuah sistem untuk mengimplementasikan algoritma *depth first search* untuk mewarnai *graph* dan mencari jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai *graph* yang disebut bilangan kromatik dari G . Dari percobaan-percobaan dengan menggunakan *graph* komplit dan *graph* sembarang dengan menggunakan algoritma *Depth First Search*, hasil yang diperoleh adalah algoritma *Depth First Search* tidak menjamin hasil pewarnaan yang diperoleh sudah optimal, karena dari 58 percobaan terdapat 10 kali pewarnaan tidak optimal.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Definisi Graph	6
2.2.2 Jenis-jenis Graph yang umum	7
2.2.3 Keterkaitan dan Ketetanggaan (Adjacent)	9
2.2.4 Bersisian (Incedency)	10
2.2.5 Matriks Bersisian	10
2.2.6 Lintasan dan Sirkuit.....	11

2.2.7 Lintasan (Path)	11
2.2.8 Keterhubungan	11
2.2.9 Defenisi Pohon	12
2.2.9 Pewarnaan Sisi	13
2.4 Algoritma Depth First Search (DFS)	14
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM	20
3.1 Pemilihan Bahasa Pemograman	20
3.2 Gambaran Kerja Sistem	20
3.2.1 Proses menggambar vertex menggunakan Algoritma DFS	21
3.2.2 Proses Pewarnaan <i>Graph</i> menggunakan Algoritma DFS.....	21
3.3 Perancangan Struktur Data	24
3.3.1 Perancangan Struktur Data untuk <i>vertex</i>	24
3.3.2 Perancangan Struktur Data untuk <i>edge</i>	24
3.4 Perancangan Antarmuka Sistem.....	24
3.4.1 Perancangan <i>form input</i>	25
3.4.2 Perancangan <i>form output</i>	26
3.5 Perancangan <i>form</i> tambahan	26
3.5.1 Perancangan <i>form</i> utama	26
3.5.2 Perancangan <i>form about</i>	27
3.6 Perancangan pengujian algoritma Depth First Search.....	28
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	32
4.1 Implementasi Sistem	32
4.1.1 Implementasi Rancangan Tampilan	32
4.1.1.1 Form Utama	32
4.1.1.2 Form Input	33
4.1.1.3 Form Output	37
4.1.1.4 Form Tambahan.....	41
4.1.1.4.1 Form About	41
4.1.2 Implementasi Rancangan Proses	42
4.2 Analisis Sistem	49
4.2.1 Analisi pengujian Algoritma Depth First Search.....	49

4.3	Evaluasi Program Simulasi Pewarnaan <i>Graph</i>	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62

© UKDW

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1	Matriks Adjacency	17
Tabel 4.1	Rangkuman Hasil Penelitian	56
Tabel 4.2	Rangkuman Hasil Penelitian (<i>Lanjutan</i>)	57
Tabel 4.3	Rangkuman Hasil Penelitian (<i>Lanjutan</i>)	58

© UKDW

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Contoh graph sederhana	7
Gambar 2.2	Contoh <i>Graph</i> Komplit K5 & K6	8
Gambar 2.3	Contoh <i>Graph</i> Kosong	8
Gambar 2.4	Contoh Graph Bipartite	9
Gambar 2.5	Graf tak Berarah	9
Gambar 2.6	Graf yang memiliki sirkuit	11
Gambar 2.7	Graf Lengkap dengan 4 Simpul	12
Gambar 2.8	Contoh suatu pohon, dengan 6 simpul dan 5 sisi	12
Gambar 2.9	<i>Graph</i> dengan pewarnaan <i>edge</i>	13
Gambar 2.10	Pohon Proses pencarian DFS	15
Gambar 2.11	Contoh graf sebelum diwarnai	16
Gambar 2.12	Graf setelah diwarnai	19
Gambar 3.1	Flowchart program secara umum	20
Gambar 3.2	Flowchart menggambar <i>vertex</i> dan <i>edge</i>	21
Gambar 3.3	Flowchart mewarnai <i>edge</i> dengan Algoritma <i>Depth First Search</i>	23
Gambar 3.4	Struktur data Vertex	24
Gambar 3.5	Struktur data edge	24
Gambar 3.6	Form Input	25
Gambar 3.7	Form Output	26
Gambar 3.8	Form Utama	27
Gambar 3.9	Form About	28
Gambar 3.10	Graf Komplit K2	29
Gambar 3.11	Graf Komplit K3	30
Gambar 3.12	Graf Komplit K4	30
Gambar 3.13	Graf Komplit K5	30
Gambar 3.14	Graf Komplit K6	31
Gambar 3.15	Graf Komplit K7	31

Gambar 4.1	Tampilan Menu Utama	33
Gambar 4.2	Tampilan <i>Form input</i>	33
Gambar 4.3	Tampilan <i>Form input</i> menggambar <i>vertex</i>	34
Gambar 4.4	Gambar Vertex V1 dan V2	34
Gambar 4.5	Tampilan <i>Form input</i> menggambar <i>edge</i>	35
Gambar 4.6	Tampilan <i>Form Input</i> Menghapus <i>Vertex</i>	36
Gambar 4.7	Tampilan <i>Form Input</i> menghapus <i>edge</i>	36
Gambar 4.8	Tampilan <i>Form Output</i> saat melakukan pewarnaan menggunakan algoritma Depth First Search	37
Gambar 4.9	Tampilan <i>button</i> jumlah warna	37
Gambar 4.10	Tampilan <i>button</i> hapus warna	38
Gambar 4.11	Tampilan <i>button</i> Refresh	38
Gambar 4.12	Tampilan <i>Form</i> Matriks keterhubungan Edge	39
Gambar 4.13	Tampilan Info edge	40
Gambar 4.14	Tampilan proses urutan pewarnaan DFS	40
Gambar 4.15	Tampilan Proses Pewarnaan dengan Algoritma Depth First Search	41
Gambar 4.16	Tampilan Form About	42
Gambar 4.17	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i>	43
Gambar 4.18	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i> (lanjutan)	44
Gambar 4.19	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i> (lanjutan)	45
Gambar 4.20	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i> (lanjutan)	46
Gambar 4.21	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i> (lanjutan)	47
Gambar 4.22	<i>Pseudocode</i> pewarnaan <i>Graph</i> (lanjutan)	48
Gambar 4.23	Hasil pewarnaan percobaan pertama	50
Gambar 4.24	Hasil pewarnaan percobaan ke-4	50
Gambar 4.25	Hasil pewarnaan percobaan ke-5	51
Gambar 4.26	Hasil pewarnaan percobaan ke-7	51
Gambar 4.27	Hasil pewarnaan percobaan ke-8	52
Gambar 4.28	Hasil pewarnaan percobaan ke-14	52
Gambar 4.29	Hasil pewarnaan percobaan ke-25	53

Gambar 4.30	Hasil pewarnaan percobaan ke-30	54
Gambar 4.31	Hasil pewarnaan percobaan ke-35	55
Gambar 4.32	Hasil pewarnaan percobaan ke-47	55

© UKDW

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teori *graph* merupakan topik yang banyak mendapatkan perhatian saat ini, karena model-model yang ada pada teori *graph* berguna untuk aplikasi yang luas. Walaupun teori *graph* berasal dari bidang ilmu matematika, namun pada penerapannya, teori *graph* dapat dihubungkan dengan berbagai ilmu dan juga kehidupan sehari-hari. Setiap ilmu dapat dikaitkan dengan *graph* seperti masalah dalam Jaringan Komunikasi, Transportasi, Ilmu Komputer, Riset Operasi, Ilmu Kimia, Sosiologi, Kartografi dan ilmu lainnya. Teori-teori mengenai *graph* ini telah banyak dikembangkan dengan berbagai algoritma yang memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing dalam menyelesaikannya.

Graph adalah struktur abstrak yang terdiri atas simpul dan sisi, sebuah sisi menghubungkan dua buah simpul. *Graph* digunakan untuk menggambarkan struktur kombinatorial dan topologi yang dapat dimodelkan sebagai objek dan relasi antar objek-objek tersebut.

Begitu banyak struktur yang dapat direpresentasikan dengan *graph*, dan banyak masalah yang bisa diselesaikan dengan bantuan *graph*. Jaringan persahabatan pada situs pertemanan *online* atau *facebook* bisa direpresentasikan dengan *graph*, *vertex*-nya adalah para pemakai *facebook* dan ada *edge* antara A dan B jika dan hanya jika A berteman dengan B. Perkembangan algoritma untuk menangani *graph* akan berdampak besar bagi ilmu komputer.

Teori pewarnaan *graph* merupakan salah satu objek yang menarik dan terkenal dalam bidang teori *graph*. Pewarnaan *graph* dibagi dalam 3 bagian, yaitu pewarnaan *vertex*, pewarnaan *edge*, dan pewarnaan *region*. Suatu pewarnaan *edge* dari sebuah *graph* dapat dilakukan (seperti pemberian warna pada setiap *edge* pada *graph*) dengan cara mewarnai setiap *edge* pada *graph* sehingga *edge* yang bertetangga atau bertumpu pada satu titik yang sama mempunyai warna yang berbeda.

Algoritma yang digunakan dalam menentukan warna pada *edge graph* ini, yaitu algoritma *Depth First Search* yang melakukan pencarian solusi secara lebih mangkus.

Algoritma *Depth First Search* (DFS) adalah pencarian yang berjalan dengan meluaskan anak akar pertama dari pohon pencarian yang dipilih dan berjalan dalam dan lebih dalam lagi sampai simpul tujuan ditemukan, atau sampai menemukan simpul yang tidak punya anak. Kemudian, pencarian backtracking, akan kembali kesimpul yang belum selesai ditelusuri. (Inggiantowi, 2008)

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, penulis merumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut:

1. Dapatkah algoritma *Depth First Search* diterapkan dalam pewarnaan *edge* pada *graph*?
2. Apakah dengan menggunakan algoritma *Depth First Search* akan memberikan solusi optimal dalam melakukan pewarnaan *edge* pada *graph*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang menjadi acuan dalam pengerjaan skripsi ini adalah :

1. *Graph coloring* yang diimplementasikan yaitu hanya pada bagian *edge* saja.
2. *Graph* yang digunakan *graph* tak berarah
3. *Graph* yang diinputkan tidak memiliki *loop*.
4. Perancangan sistem yang dilakukan tidak sampai kepada perancangan sistem online.
5. Jumlah inputan *vertex* maksimal 11 *vertex*.
6. Jumlah warna yang disediakan adalah 12 warna, yaitu *red, yellow, green, blue, brown, pink, purple, yellowgreen, orange, darkblue, gold, skyblue*.
7. *Graph* tidak bisa di geser atau di drag.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat simulasi pewarnaan pada *graph* dengan menggunakan algoritma *Depth First Search*.
2. Menerapkan apakah algoritma *Depth First Search* dapat melakukan pewarnaan secara optimal pada *graph* sembarang.

1.5 Metode / Pendekatan

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Studi literatur tentang *graph coloring*.
2. Merepresentasikan inputan user menjadi sebuah *graph*.
3. Mengimplementasikan algoritma *Depth First Search* dalam pewarnaan *graph*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun untuk menguraikan masalah-masalah yang akan dibahas pada tiap-tiap bab. Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Maksud dan Tujuan, Metode Penelitian, Sistematika Penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang akan menjelaskan teori-teori yang relevan dengan masalah yang dibahas.

BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan menjelaskan analisis sistem dan rancangan umum dari perangkat lunak yang akan dibuat serta algoritma *Depth First Search* yang akan diterapkan pada masalah pewarnaan edge graf ini.

BAB IV. IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini menyajikan penerapan algoritma *Depth First Search* untuk suatu masalah

pewarnaan edge graf. Serta menjelaskan pengujian aplikasi yang telah dibuat tersebut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari uraian yang telah disampaikan dari bab-bab sebelumnya.

© UKDW

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum hasil simulasi pewarnaan *graph* dengan algoritma *Depth First Search* yang telah dibuat dengan beberapa kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Kesimpulan dan saran dibuat berdasarkan hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian mengenai simulasi algoritma *Depth First Search* pada pewarnaan *graph* ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada *graph* komplit (K_n) tidak semua *graph* berhasil diwarnai sesuai dengan hasil teori pewarnaan *graph*. Hal ini terlihat dari hasil penelitian yang dilakukan dalam pewarnaan *graph* menggunakan algoritma *Depth First Search* tidak menjamin memberikan hasil yang optimal dalam melakukan pewarnaan *edge* pada *graph*. Hal ini dikarenakan algoritma *Depth First Search* tidak memperhitungkan dan mempertimbangkan langkah urutan pewarnaan berikutnya.
2. Pengujian yang dilakukan sebanyak 58 kali dengan 38 kali *graph* sembarang dan 20 kali *graph* komplit terdapat persentase keberhasilan sebesar **84.48%** dan persentase keakuratannya sebesar **67.24%**. Dari hasil pengujian sistem yang dilakukan sebanyak 58 kali dengan *graph* sembarang dan *graph* komplit diperoleh 49 kali *graph* berhasil diwarnai dan 9 kali gagal mewarnai. Kegagalan mewarnai diakibatkan karena kurangnya memori untuk menyimpan hasil iterasi pewarnaan yang terlalu banyak sehingga memori tidak cukup untuk menyimpan semua hasil proses yang mengakibatkan gagalnya mewarnai *graph*. Kegagalan mewarnai *graph* ini juga dapat disebabkan dengan beberapa faktor seperti, jumlah *vertex*, jumlah *edge* dan kondisi *edge* sehingga dapat mengakibatkan gagalnya algoritma saat mewarnai *graph*.

3. Program berhasil dibangun untuk mengimplementasikan algoritma *Depth First Search* sebagai pendukung dalam pewarnaan *graph*.

5.2 Saran

Aplikasi yang telah dibangun untuk melakukan pewarnaan *graph* yang dikembangkan pada tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Berikut ini beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dalam pengembangan terhadap aplikasi ini:

1. Ditambahkan algoritma pewarnaan *edge* yang lain dan penerapannya disesuaikan dengan jenis *graph* yang akan diproses.
2. Menemukan solusi bagaimana meminimalkan warna.
3. Penambahan animasi dan fitur-fitur lain dalam program agar lebih menarik yang dapat menunjang program akan lebih baik lagi.
4. Mengembangkan program agar dapat diakses *online* dari *internet*.



DAFTAR PUSTAKA

- Bofandra. (2008). *Penerapan Algoritma Runut Balik dalam Kasus Penjadwalan Kuliah*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Bondy, J, & Murty,U. (1982). *Graph Theory With Applications*. Ontario, Canada: Department of Combinatorics and Optimization, University of Waterloo
- Damanik, Selti. (2007). *Pewarnaan Sisi Graf Menggunakan Algoritma Vizing*. Bandung: Skripsi Universitas Komputer Indonesia.
- Harju, Tero. (2012). *Graph Theory*. Finland : Department of Mathematics, Universtity of Turku.
- Hutabarat, Vivi S. (2009). *Implementasi Graph Coloring Dalam Pemetaan Daerah Kabupaten Serdang Bedagai*. Medan : Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Lesmana, Eric. (2009). *Pewarnaan Graf Sebagai Metode Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan*. Bandung : Skripsi Institut Teknologi Bandung.
- Loh, Sharon. (2012). *Implementasi Algoritma DFS pada Pewarnaan Gambar Sederhana Menggunakan Bucket tool*. Bandung : Skripsi Institut Teknologi Bandung.
- Munir, Rinaldi.(2001). *Matematika Diskrit edisi kedua*. Bandung. Penerbit Informatika Bandung.
- Sari, dkk. (2005). *Penerapan Algoritma Backtracking pada Pewarnaan Graf*. Bandung : Skripsi Institut Teknologi Bandung
- Sendra, Leo. (2009). *Penjadwalan Matakuliah Dengan Pendekatan Pewarnaan Graph di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta*. Yogyakarta : Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.