

**PEWARNAAN GRAF UNTUK PENJADWALAN KULIAH DI  
TEKNIK INFORMATIKA UKDW**

Skripsi



oleh  
**ERWIN TANDORO**  
**71110103**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2016

**PEWARNAAN GRAF UNTUK PENJADWALAN KULIAH DI  
TEKNIK INFORMATIKA UKDW**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi  
Informasi Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**ERWIN TANDORO**

**71110103**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2016

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **PEWARNAAN GRAF UNTUK PENJADWALAN KULIAH DI TEKNIK INFORMATIKA UKDW**

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 keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 4 Agustus 2016



ERWIN TANDORO

71110103

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PEWARNAAN GRAF UNTUK PENJADWALAN  
KULIAH DI TEKNIK INFORMATIKA UKDW  
Nama Mahasiswa : ERWIN TANDORO  
N I M : 71110103  
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)  
Kode : TIW276  
Semester : Genap  
Tahun Akademik : 2015/2016

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 4 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I



R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

Dosen Pembimbing II



Junius Karel, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

### PEWARNAAN GRAF UNTUK PENJADWALAN KULIAH DI TEKNIK INFORMATIKA UKDW

Oleh: ERWIN TANDORO / 71110103

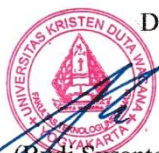
Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 28 Juli 2016

Yogyakarta, 4 Agustus 2016  
Mengesahkan,

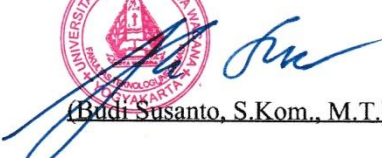
Dewan Penguji:

1. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
2. Junius Karel, M.T.
3. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs.
4. Hendro Setiadi, M.Eng

**DUTA WACANA**



Dekan

  
(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

  
(Gloria Virginia, Ph.D.)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak yang sangat berperan dalam proses penyusunan skripsi. Oleh karena itu, dengan rasa penuh hormat, tulus dan ikhlas penulis ucapkan terima kasih.

Pertama-tama penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si. selaku dosen pembimbing pertama, yang telah memberikan masukan dan bimbingan mengenai penulisan skripsi ini. Disela-sela kesibukannya beliau selalu memberikan kesempatan untuk berdialog, membimbing dan mengarahkan penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Junius Karel, M.T. selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan masukan dan bimbingan mengenai penulisan skripsi ini. Beliau senantiasa memberikan dukungan, dan motivasi kepada penulis agar secepatnya mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua dosen pembimbing. Pengajar yang memiliki keluasan pengetahuan dan pengalaman namun tidak mengurangi keramahan dan keterbukaannya, selalu memberi keyakinan kepada penulis untuk mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan kakak tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian penulisan skripsi maupun selama perkuliahan.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini dan semua pihak yang membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

## ABSTRAK

Penelitian ini berisi pewarnaan graf untuk memecahkan masalah penjadwalan kuliah. Pencarian solusi untuk masalah pewarnaan graf akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma backtracking atau runut-balik. Pewarnaan graf dilakukan agar dua verteks yang dihubungkan oleh sisi tidak memiliki warna yang sama.

Solusi yang dihasilkan berupa paket matakuliah yang bebas dari tabrakan. Paket-paket tersebut kemudian akan dialokasikan ke dalam slot ruang dan waktu dengan menggunakan algoritma yang sama. Konstrain-konstrain yang harus diperhatikan dalam alokasi matakuliah disesuaikan dengan sistem penjadwalan yang terdapat di Prodi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.

Berdasarkan hasil yang didapat, dapat disimpulkan bahwa pewarnaan graf dapat digunakan untuk menghasilkan paket matakuliah yang dapat berjalan tanpa adanya tabrakan. Alokasi matakuliah akan berhasil jika alokasi berdasarkan paradigma untuk dosen. Akan tetapi, jika penjadwalan matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, tidak semua matakuliah berhasil dialokasikan. Hal tersebut dikarenakan jumlah parameter yang digunakan terlalu banyak.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan .....	6
1.5 Metode Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Graf .....	10
2.2.2 Representasi Graf Pada Matriks.....	13
2.2.3 Pewarnaan Graf.....	15
2.2.4 Masalah Pewarnaan Graf Dalam Penjadwalan .....	19
2.2.5 Algoritma Backtracking Untuk Pewarnaan Graf.....	20
2.2.6 Prinsip Pencarian Solusi Dengan Algoritma Backtracking .....	21
2.2.7 Masalah Penjadwalan.....	22
2.2.8 Masalah Penjadwalan Matakuliah di Teknik Informatika UKDW.....	23
2.2.8 Constraint Satisfaction Problem .....	25
2.3 Contoh Kasus	
2.3.1 Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Backtracking .....	25
2.3.2 Alokasi Matakuliah ke Dalam Slot Ruang dan Waktu .....	30



## BAB 3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Kebutuhan .....	39
3.1.1 Kemampuan Sistem .....	39
3.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	39
3.2 Perancangan Basis Data .....	40
3.3 Perancangan Form.....	43
3.3.1 Perancangan Form Input .....	43
3.3.2 Perancangan Form Output .....	60
3.4 Gambaran Proses Kerja.....	65
3.4.1 Tahap Pembentukan Paket Perkuliahan .....	66
3.4.2 Tahap Alokasi Matakuliah ke Dalam Slot .....	78

## BAB 4. IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Implementasi Sistem .....	86
4.1.1 Implementasi Form Login.....	86
4.1.2 Implementasi Form Input .....	87
4.1.3 Implementasi Form Output .....	100
4.1.4 Implementasi Form Ubah Password dan Menu Logout .....	109
4.2 Analisis Sistem.....	111
4.2.1 Input Data.....	111
4.2.2 Pewarnaan Graf.....	113
4.2.3 Alokasi Matakuliah.....	124
4.2.4 Halangan Mengajar Dosen.....	137
4.2.5 Pengujian Sistem.....	146

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan .....	164
5.2 Saran.....	164

DAFTAR PUSTAKA .....	166
----------------------	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Graf G.....	11
Gambar 2.2 Graf Sederhana.....	12
Gambar 2.3 Graf Lengkap, Graf Tidak Lengkap.....	12
Gambar 2.4 Pohon $T_1$ .....	13
Gambar 2.5 Graf $G_9$ .....	14
Gambar 2.6 Pewarnaan Graf Verteks.....	17
Gambar 2.7 Pewarnaan Graf Sisi.....	18
Gambar 2.8 Pewarnaan Graf Wilayah.....	19
Gambar 3.1 Rancangan Basis Data.....	41
Gambar 3.2 Rancangan Form Input Dosen.....	44
Gambar 3.3 Rancangan Form Edit Dosen.....	45
Gambar 3.4 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi.....	45
Gambar 3.5 Rancangan Form Input Halangan Mengajar Dosen.....	46
Gambar 3.6 Rancangan Form Edit Halangan Mengajar.....	47
Gambar 3.7 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi.....	47
Gambar 3.8 Rancangan Form Input Dosen Mengajar.....	48
Gambar 3.9 Rancangan Form Edit Dosen Mengajar.....	49
Gambar 3.10 Rancangan Form Edit Dosen Mengajar (Team/Group).....	49
Gambar 3.11 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi.....	50
Gambar 3.12 Rancangan Form Input Matakuliah.....	50
Gambar 3.13 Rancangan Form Edit Matakuliah.....	52
Gambar 3.14 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi.....	52

Gambar 3.15 Rancangan Form Input KRS .....	53
Gambar 3.16 Rancangan Form Edit KRS .....	54
Gambar 3.17 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi .....	54
Gambar 3.18 Rancangan Form Input Ruang.....	55
Gambar 3.19 Rancangan Form Edit Ruang .....	56
Gambar 3.20 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi .....	56
Gambar 3.21 Rancangan Form Input Mahasiswa .....	57
Gambar 3.22 Rancangan Form Edit Mahasiswa.....	58
Gambar 3.23 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi.....	58
Gambar 3.24 Rancangan Form Input Lab.....	59
Gambar 3.25 Rancangan Form Edit Lab.....	60
Gambar 3.26 Rancangan Tampilan Kotak Dialog Konfirmasi .....	60
Gambar 3.27 Rancangan Tampilan Jadwal Alokasi Matakuliah Teori .....	62
Gambar 3.28 Rancangan Tampilan Jadwal Alokasi Matakuliah Praktikum .....	63
Gambar 3.29 Rancangan Tampilan Jadwal.....	64
Gambar 3.30 Tampilan Graf .....	65
Gambar 3.31 Diagram Alir Tahap Pembentukan Paket Matakuliah.....	66
Gambar 3.32 Pembentukan Graf.....	71
Gambar 3.33 Menghubungkan Verteks Bertetangga .....	72
Gambar 3.34 Pewarnaan Graf Dengan Algoritma Backtracking.....	74
Gambar 3.35 Flowchart Langkah Pembentukan Matakuliah.....	76
Gambar 3.36 Flowchart Pewarnaan Graf Dengan Algoritma Backtracking.....	77
Gambar 3.37 Diagram Alir Tahap Alokasi Matakuliah Ke Dalam Slot .....	78

Gambar 3.38 Flowchart Alokasi Matakuliah ke dalam Slot .....	85
Gambar 4.1 Halaman Login .....	86
Gambar 4.2 Pemberitahuan Username dan Password Harus Diisi .....	87
Gambar 4.3 Pemberitahuan Username dan Password Salah.....	87
Gambar 4.4 Halaman Utama.....	88
Gambar 4.5 Halaman Input Dosen.....	89
Gambar 4.6 Berhasil Tambah Dosen .....	89
Gambar 4.7 Tombol Edit dan Hapus Dosen .....	90
Gambar 4.8 Halaman Ubah Data Dosen .....	90
Gambar 4.9 Kode Dosen Sudah Ada .....	91
Gambar 4.10 Field Masih Kosong .....	91
Gambar 4.11 Hapus Data Dosen.....	91
Gambar 4.12 Cari Dosen.....	92
Gambar 4.13 Halaman Input Halangan Mengajar Dosen .....	92
Gambar 4.14a Halaman Input Dosen Mengajar.....	93
Gambar 4.14b Halaman Input Dosen Mengajar .....	94
Gambar 4.15 Halaman Input Lab.....	95
Gambar 4.16 Halaman Input Ruang.....	96
Gambar 4.17a Halaman Input Matakuliah .....	97
Gambar 4.17b Halaman Input Matakuliah.....	97
Gambar 4.18a Halaman Input Mahasiswa .....	98
Gambar 4.18b Halaman Input Mahasiswa .....	99
Gambar 4.19a Halaman Input KRS .....	99

Gambar 4.19b Halaman Input KRS .....	100
Gambar 4.20 Halaman Manual Matriks Data Admin .....	101
Gambar 4.21 Halaman Manual Matriks Adjacency.....	102
Gambar 4.22a Halaman Manual Hasil Pewarnaan .....	102
Gambar 4.22b Halaman Manual Hasil Pewarnaan .....	103
Gambar 4.23 Halaman Manual Ruang.....	103
Gambar 4.24 Mahasiswa Per-Matakuliah .....	104
Gambar 4.25 Halaman Manual Alokasi Matakuliah.....	104
Gambar 4.26 Halaman Manual Konversi Jadwal Matakuliah .....	105
Gambar 4.27a Halaman Output Penjadwalan Matakuliah Teori .....	106
Gambar 4.27a Halaman Output Penjadwalan Matakuliah Praktikum .....	107
Gambar 4.28a Halaman Output Graf .....	108
Gambar 4.28b Halaman Output Graf .....	108
Gambar 4.29 Cetak Hasil Penjadwalan.....	109
Gambar 4.30 Halaman Ubah Password .....	110
Gambar 4.31 Berhasil Ubah Password .....	110
Gambar 4.32 Logout .....	111
Gambar 4.33 Data Lab .....	113
Gambar 4.34 Data Matakuliah .....	114
Gambar 4.35 Data Mahasiswa .....	115
Gambar 4.36a Data KRS Mahasiswa.....	116
Gambar 4.36b Data KRS Mahasiswa.....	117
Gambar 4.36c Data KRS Mahasiswa.....	117

Gambar 4.37 Matriks Data Admin.....	118
Gambar 4.38 Matriks Adjacency .....	119
Gambar 4.39 Pewarnaan Graf .....	120
Gambar 4.40 Hasil Pewarnaan Graf.....	121
Gambar 4.41 Data Dosen .....	124
Gambar 4.42 Data Dosen Mengajar.....	125
Gambar 4.43 Data Ruang Kuliah.....	126
Gambar 4.44 Jumlah Mahasiswa Per-Matakuliah .....	127
Gambar 4.45a Halaman Manual Alokasi Matakuliah.....	129
Gambar 4.45b Halaman Manual Alokasi Matakuliah.....	129
Gambar 4.45a Hasil Alokasi Matakuliah (Teori).....	130
Gambar 4.45b Hasil Alokasi Matakuliah (Teori) .....	130
Gambar 4.45c Hasil Alokasi Matakuliah (Praktikum).....	130
Gambar 4.46 Cetak Hasil Penjadwalan.....	137
Gambar 4.47 Halangan Mengajar Dosen .....	138
Gambar 4.48a Hasil Alokasi Matakuliah (Teori).....	138
Gambar 4.48b Hasil Alokasi Matakuliah (Teori) .....	138
Gambar 4.49 Hasil Alokasi Matakuliah (Praktikum) .....	139
Gambar 4.50 Cetak Hasil Penjadwalan.....	146
Gambar 4.51 Pewarnaan Graf 2013/2014 Gasal.....	147
Gambar 4.52a Hasil Pewarnaan Graf 2013/2014 Gasal .....	148
Gambar 4.52b Hasil Pewarnaan Graf 2013/2014 Gasal .....	148
Gambar 4.53a Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Tanpa Pewarnaan).....	150

Gambar 4.53b Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Tanpa Pewarnaan).....	150
Gambar 4.53c Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Tanpa Pewarnaan).....	151
Gambar 4.53d Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Tanpa Pewarnaan).....	152
Gambar 4.53e Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Tanpa Pewarnaan).....	152
Gambar 4.54 Matakuliah Yang Gagal Dialokasikan (Tanpa Pewarnaan) .....	153
Gambar 4.55a Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Dengan Pewarnaan) .....	154
Gambar 4.55b Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Dengan Pewarnaan) .....	154
Gambar 4.56 Pewarnaan Graf 2013/2014 Genap .....	155
Gambar 4.57a Hasil Pewarnaan Graf 2013/2014 Genap .....	156
Gambar 4.57b Hasil Pewarnaan Graf 2013/2014 Genap .....	157
Gambar 4.58a Hasil Penjadwalan 2013/2014 Genap (Tanpa Pewarnaan) .....	158
Gambar 4.58b Hasil Penjadwalan 2013/2014 Genap (Tanpa Pewarnaan) .....	158
Gambar 4.58c Hasil Penjadwalan 2013/2014 Genap (Tanpa Pewarnaan) .....	159
Gambar 4.58d Hasil Penjadwalan 2013/2014 Genap (Tanpa Pewarnaan) .....	159
Gambar 4.58e Hasil Penjadwalan 2013/2014 Genap (Tanpa Pewarnaan) .....	160
Gambar 4.59 Matakuliah Yang Gagal Dialokasikan (Tanpa Pewarnaan).....	160
Gambar 4.60a Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Dengan Pewarnaan) .....	161
Gambar 4.60b Hasil Penjadwalan 2013/2014 Gasal (Dengan Pewarnaan) .....	161

©UKDW



## ABSTRAK

Penelitian ini berisi pewarnaan graf untuk memecahkan masalah penjadwalan kuliah. Pencarian solusi untuk masalah pewarnaan graf akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma backtracking atau runut-balik. Pewarnaan graf dilakukan agar dua verteks yang dihubungkan oleh sisi tidak memiliki warna yang sama.

Solusi yang dihasilkan berupa paket matakuliah yang bebas dari tabrakan. Paket-paket tersebut kemudian akan dialokasikan ke dalam slot ruang dan waktu dengan menggunakan algoritma yang sama. Konstrain-konstrain yang harus diperhatikan dalam alokasi matakuliah disesuaikan dengan sistem penjadwalan yang terdapat di Prodi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.

Berdasarkan hasil yang didapat, dapat disimpulkan bahwa pewarnaan graf dapat digunakan untuk menghasilkan paket matakuliah yang dapat berjalan tanpa adanya tabrakan. Alokasi matakuliah akan berhasil jika alokasi berdasarkan paradigma untuk dosen. Akan tetapi, jika penjadwalan matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, tidak semua matakuliah berhasil dialokasikan. Hal tersebut dikarenakan jumlah parameter yang digunakan terlalu banyak.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Asal mula teori graf yaitu pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli matematika yang berasal dari Swiss yaitu Leonhard Euler 1736 (Deo, 1974). Teori tersebut muncul ketika Leonhard Euler menyelesaikan permasalahan jembatan Königsberg. Dari masalah tersebut, Leonhard Euler berhasil mengembangkan berbagai konsep mengenai teori graf.

Menurut Hariyanto (2003) materi-materi yang ada pada teori graf sendiri merupakan ilmu yang mempelajari tentang logika dari persoalan yang berhubungan dengan himpunan dan relasi binary.

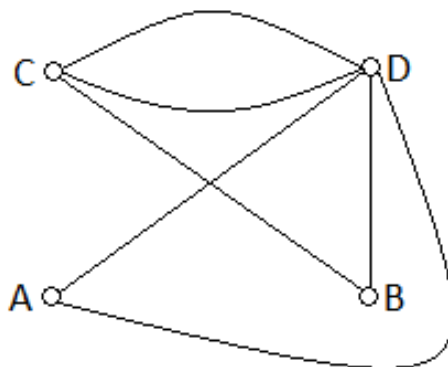
Secara matematis, suatu graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V,E)$ , yang dalam hal ini :

$V$  = himpunan tidak kosong dari verteks-verteks (simpul-simpul) =  $\{V_1, V_2, \dots, V_m\}$

$E$  = himpunan sisi (edge) yang menghubungkan sepasang verteks =  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$

Yang dapat ditulis singkat dengan notasi  $G = (V,E)$ . Berikut adalah contohnya:

G:



Maka:  $V(G) = \{A, B, C, D\}$

$E(G) = \{CB, CB_2, AB, AB_2, BD, AD, CD\}$

$|V(G)| = 4$

$|E(G)| = 7$

Menurut Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Vol III No.2 (2003) pewarnaan verteks graf adalah proses pelabelan setiap verteks (simpul) dalam graf dengan label tertentu (warna) sehingga tidak ada dua verteks bertetangga yang memiliki warna yang sama. Suatu Graf  $G$  memiliki sebanyak  $k$  warna sehingga setiap verteks yang bertetangga tidak memiliki warna yang sama. Tujuan dari pewarnaan graf adalah untuk mencari jumlah warna minimal yang diperlukan untuk mewarnai graf tanpa adanya konflik antar verteks graf. Sedangkan pewarnaan graf adalah pemberian warna, yang biasanya direpresentasikan sebagai bilangan terurut mulai dari 1, pada objek tertentu pada graf. Objek tersebut dapat berupa verteks, sisi, wilayah ataupun kombinasi ketiganya.

Banyak algoritma yang dapat diterapkan dalam pewarnaan graf, salah satunya adalah algoritma runut-balik (backtracking). Algoritma backtracking merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari solusi persoalan secara lebih mangkus daripada menggunakan algoritma *brute-force*. Algoritma ini akan mencari solusi berdasarkan ruang solusi yang ada secara sistematis namun tidak semua ruang solusi akan diperiksa, hanya pencarian yang mengarah kepada solusi yang akan diproses (Munir, 2005).

Algoritma backtracking berbasis pada DFS (*Depth First Search*) yaitu dengan mencari solusi dari akar ke daun (dalam pohon ruang solusi) dengan pencarian mendalam. Verteks-verteks yang sudah dilahirkan (diperiksa) dinamakan verteks hidup (*live node*). Verteks hidup yang sedang diperluas dinamakan verteks-E atau *Expand Node*. Algoritma backtracking mempunyai prinsip dasar yang sama seperti *brute-force* yaitu mencoba segala kemungkinan solusi. Perbedaan utamanya adalah pada ide dasarnya, semua solusi dibuat dalam bentuk pohon solusi (pohon ini tentunya berbentuk abstrak) dan algoritma akan

menelusuri pohon tersebut secara DFS (*depth first search*) sampai ditemukan solusi yang layak.

Pewarnaan graf sendiri dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dalam masalah penjadwalan. Penjadwalan kuliah merupakan pekerjaan yang rutin dikerjakan setiap semester dalam sistem akademik pada Universitas atau Perguruan Tinggi. Dalam pelaksanaan penjadwalan kuliah, seringkali jadwal yang telah ditentukan belum pasti sehingga perlu dilakukan penjadwalan ulang. Beberapa hal yang menjadi penyebabnya adalah jenis matakuliah dan praktikum yang banyak dari setiap jurusan, kapasitas kelas dan lab praktikum, dan banyaknya variasi pengambilan matakuliah dari mahasiswa. Tujuan penulis melakukan penelitian ini salah satunya adalah untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan pewarnaan graf.

Pada masalah penjadwalan dalam pengaplikasian pewarnaan graf, setiap job dinyatakan sebagai verteks (simpul) dan sisi (edge) menggambarkan bahwa kedua job yang terhubung oleh sisi tersebut berjalan secara bersamaan (konflik). Tujuan dari pewarnaan graf adalah agar mengetahui job yang konflik atau tidak bertetangga (Lumbantobing, 2003).

Contoh pewarnaan verteks graf untuk menyelesaikan masalah penjadwalan yaitu untuk penjadwalan *traffic light* di persimpangan jalan, pewarnaan graf dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pengaturan durasi lampu merah dan hijau agar dapat menyala dengan siklus waktu tertentu. Contoh lainnya yaitu pewarnaan graf untuk penyusunan jadwal ujian, pewarnaan graf digunakan untuk penjadwalan setiap mahasiswa yang melakukan ujian dalam waktu yang berbeda dan ketersediaan ruang yang sesuai untuk peserta ujian dalam jumlah tertentu.

Penjadwalan matakuliah di setiap universitas memiliki keunikan tersendiri seperti jumlah matakuliah yang ditawarkan dan batasan-batasan yang harus terpenuhi seperti jadwal mengajar dosen, ketersediaan ruang, fasilitas ruang, dan ketersediaan waktu. Hal-hal tersebut membuat penjadwalan matakuliah menjadi sesuatu yang sulit dikerjakan.

Penjadwalan matakuliah di Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) sendiri memiliki berbagai keunikan. Penjadwalan matakuliah Fakultas Teknik Informatika UKDW dilakukan oleh kepala program studi (kaprodi) Teknik Informatika untuk menjadwalkan waktu perkuliahan dan Biro I untuk menjadwalkan ruang perkuliahan. Batasan-batasan yang harus diperhatikan dalam penjadwalan kuliah di Teknik Informatika UKDW adalah sebagai berikut:

- Matakuliah yang diambil oleh mahasiswa yang sama tidak boleh berjalan pada waktu yang bersamaan
- Grup dengan matakuliah yang sama tidak boleh berjalan pada waktu yang bersamaan walaupun diampu oleh dosen yang berbeda
- Matakuliah dengan dosen yang sama tidak boleh dijadwalkan dalam waktu yang bersamaan
- Alokasi matakuliah harus disesuaikan dengan waktu berhalangan mengajar dosen
- Alokasi matakuliah ke ruang-ruang kelas harus disesuaikan dengan daya tampung kelas
- Untuk matakuliah yang terdapat praktikumnya, matakuliah teorinya harus lebih dulu dijadwalkan dari matakuliah praktikumnya
- Matakuliah praktikum berbeda minimal sehari dengan matakuliah teorinya
- Nama kelas matakuliah praktikum mengikuti kelas matakuliah teorinya

Banyaknya jumlah batasan yang harus diperhatikan membuat proses penjadwalan sulit dilakukan secara manual. Selain itu, banyaknya jumlah matakuliah yang ditawarkan dan pengambilan matakuliah oleh setiap mahasiswa selalu berbeda setiap semester menimbulkan masalah paket-paket matakuliah yang saling bertabrakan. Dalam penelitian ini, penulis berharap dapat mengaplikasikan pewarnaan graf dengan algoritma backtracking untuk mengatasi masalah penjadwalan kuliah dengan menemukan kombinasi terbaik antara matakuliah-matakuliah yang dapat berjalan bersamaan tanpa mengalami tabrakan

dan mengalokasikan paket-paket matakuliah tersebut ke dalam slot ruang dan waktu dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka timbul beberapa pertanyaan yang merupakan rumusan masalah, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang model relasi graf antara matakuliah berdasarkan data matakuliah yang diambil oleh setiap mahasiswa?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode pewarnaan verteks graf dalam membentuk paket-paket matakuliah yang terbebas dari tabrakan untuk mengatasi masalah konflik dalam penjadwalan matakuliah?
3. Bagaimana mengalokasikan paket-paket matakuliah ke dalam slot ruang dan waktu dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada?

Dalam rumusan masalah diatas, ditunjukkan bahwa masalah penjadwalan kuliah timbul oleh suatu variabel yang bersifat dinamis yaitu pola pengambilan matakuliah yang dilakukan mahasiswa. Variabel lain seperti dosen dan ruang kuliah umumnya tidak berubah begitu signifikan sehingga bisa diadaptasikan dengan keadaan real. Sedangkan pola pengambilan matakuliah yang berbeda setiap semester sangat memicu tabrakan dalam penjadwalan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alokasi paket-paket matakuliah ke dalam slot ruang berdasarkan status slot ruang (0/1), bukan berdasarkan daya tampung ruang terhadap jumlah mahasiswa per-matakuliah.
2. Tidak ada prioritas dalam urutan pengalokasian paket matakuliah. Urutan alokasi berdasarkan hasil pewarnaan graf.

3. Alokasi paket matakuliah teori dan praktikum berada dalam slot ruang dan waktu yang sama. Meskipun untuk praktikum sudah dimasukkan data lab yang dipakai.
4. Dosen utama hanya dapat mengajar satu sesi dalam satu hari.
5. Setiap matakuliah hanya memiliki satu grup atau kelas.
6. Mahasiswa tidak dapat memasukkan batasan atau konstrain pribadi.
7. Sistem tidak memiliki fungsi pengalokasian matakuliah ke dalam slot ruang dan waktu secara manual untuk matakuliah yang gagal dialokasikan.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sistem yang dapat mendukung keputusan penjadwalan kuliah dengan pewarnaan verteks graf menggunakan algoritma backtracking.
2. Meminimalkan banyaknya warna yang digunakan untuk mewarnai setiap verteks.
3. Membangun sistem penjadwalan kuliah yang mampu melakukan pencarian slot ruang dan waktu untuk mengatasi masalah terstruktur yang muncul dari:
  - Matakuliah: Teori dan Praktikum
  - Dosen: Konflik jadwal mengajar dosen (dosen mengajar lebih dari satu matakuliah pada waktu yang sama), hari dan waktu berhalangan mengajar dosen
4. Menemukan solusi untuk mengatasi konflik penjadwalan kuliah Teknik Informatika di UKDW sehingga diperoleh kombinasi terbaik antara matakuliah-matakuliah yang dapat berjalan bersamaan tanpa mengalami tabrakan.

© UKDW



## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka atau studi literatur yaitu mengumpulkan informasi baik dari buku maupun jurnal yang terkait dengan metode pewarnaan graf dan algoritma backtracking kemudian menerapkannya untuk menyelesaikan masalah penjadwalan kuliah mahasiswa Teknik Informatika di UKDW. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan sumber-sumber pustaka yang terkait dengan masalah penjadwalan, dan berhubungan dengan pewarnaan graf serta algoritma backtracking untuk menyelesaikan masalah penjadwalan.
2. Mengkaji metode pewarnaan graf dan algoritma backtracking.
3. Menentukan contoh masalah penjadwalan kemudian mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan contoh tersebut.
4. Menganalisa informasi-informasi yang diperoleh berdasarkan teori yang ada, khususnya yang terkait dengan metode pewarnaan graf menggunakan algoritma backtracking untuk menyelesaikan masalah penjadwalan.
5. Pembuatan program untuk mengatasi masalah penjadwalan praktikum dengan pewarnaan graf.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini terdiri dari:

- Bab I. Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II. Tinjauan Pustaka, berkaitan dengan teori yang didapat dari berbagai sumber pustaka dan penjelasan tentang konsep dan prinsip yang diperlukan dalam pembuatan sistem sebagai landasan dalam pembuatan tugas akhir ini. Pada bab ini terdiri dari 2 bagian utama, yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.
- Bab III. Analisis dan Perancangan Sistem, bagian ini berisi tentang analisis teori yang akan digunakan dalam penelitian, uraian tentang variabel dan data yang dikumpulkan, dan arsitektur sistem.
- Bab IV. Implementasi dan Analisis Sistem, bagian ini memuat implementasi sistem, hasil penelitian, pembahasan dan analisis penelitian.
- Bab V. Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya yang memiliki fokus penelitian yang sama.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem merancang model relasi graf berdasarkan pengambilan matakuliah oleh mahasiswa sehingga setiap verteks matakuliah pasti bertetangga dengan minimal satu verteks matakuliah lain.
2. Paket-paket matakuliah yang berhasil dibentuk melalui pewarnaan graf dengan algoritma backtracking adalah paket-paket matakuliah yang bebas dari tabrakan.
3. Pewarnaan graf dengan algoritma backtracking dapat diterapkan untuk sembarang graf dengan  $m$  verteks dan  $n$  warna.
4. Batasan halangan mengajar dosen akan optimal jika masih terdapat slot waktu yang kosong untuk halangan mengajar seluruh dosen pada setiap matakuliah.
5. Batasan praktikum berbeda minimal satu hari dengan teori-nya dan matakuliah teorinya harus lebih dulu dari praktikum akan optimal jika tidak ada matakuliah teori yang dialokasikan oleh sistem pada hari jumat. Hal itu menyebabkan matakuliah praktikum gagal dialokasikan.
6. Sistem dapat mengalokasikan matakuliah berdasarkan paradigma untuk dosen. Akan tetapi, jika alokasi matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, maka tidak semua matakuliah berhasil dijadwalkan.

#### 5.2 Saran

Karena fokus dari penelitian yang dilakukan penulis adalah pembentukan paket matakuliah yang bebas dari tabrakan sehingga diperlukan beberapa pengembangan terhadap sistem agar jadwal yang dihasilkan lebih optimal. Berikut adalah saran yang dapat diberikan oleh penulis:

1. Jika alokasi matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, maka lebih baik jika tidak semua matakuliah diikutsertakan agar semua matakuliah mendapatkan slot. Misal: Matakuliah MKH tidak diikutsertakan dalam proses alokasi.

2. Alokasi ke dalam slot ruang dan waktu dilakukan secara terpisah. Paket-paket matakuliah dialokasikan terlebih dahulu ke dalam slot ruang, jika semua matakuliah sudah mendapatkan slot ruang maka dilanjutkan dengan proses alokasi ke dalam slot waktu. Hal itu dapat membuat pembagian ruang dan sesi lebih optimal.
3. Ditambahkan fitur edit secara manual untuk mengalokasikan matakuliah tertentu secara manual. Misalnya untuk matakuliah yang tidak dapat dialokasikan oleh sistem.
4. Grup matakuliah dan dosen yang mengampu grup tersebut ditentukan terlebih dahulu sebelumnya agar batasan halangan mengajar dosen yang dilihat hanya dosen yang mengajar di grup tersebut.
5. Sistem mengalokasi paket-paket matakuliah dalam slot ruang berdasarkan status ruang. Agar penggunaan ruang lebih optimal, lebih baik jika alokasi berdasarkan daya tampung ruang.
6. Proses alokasi pada sistem menyebabkan jumlah slot ruang kuliah berkurang apabila terdapat matakuliah praktikum, dimana ada matakuliah lain yang memiliki dosen yang sama dengan matakuliah yang memiliki praktikum tersebut. Agar proses alokasi lebih optimal, lebih baik jika ditambahkan slot lab praktikum agar alokasi matakuliah praktikum tidak mengganggu alokasi matakuliah teori.

## DAFTAR PUSTAKA

- Damara, A., Damara, V., Sexana, A., & Yadav, N. (2014). GRAPH COLOURING PROBLEM: SOLUTION USING BACKTRACKING. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Application*, 1, 11-21.
- Malkawi, M., Hassan, M. A.-H., & Hassan, O. A.-H. (2008). A New Exam Scheduling Algorithm Using Graph Coloring. *The International Arab Journal of Information Technology*, 5, 80-87.
- Leighton, F. T. (1979, November). A Graph Coloring Algorithm for Large Scheduling Problems\*. *JOURNAL OF RESEARCH of the National Bureau of Standards*, 84, 489-506.
- Gunawan, T. P. (2011). APLIKASI PEWARNAAN GRAPH UNTUK MENYUSUN JADWAL UJIAN SUATU PERGURUAN TINGGI. *Prosiding Konferensi Nasional "Inovasi dalam Desain dan Teknologi" - IDeaTech*, 24-31.
- Szép, T., & Mann, Z. Á. (2010). Graph coloring: the more colors, the better? *Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Computational Intelligence*, 119-124.
- Dharwadker, A. (2006). *The Vertex Coloring Algorithm*. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari Ashay Dharwadker Web Site: [http://www.dharwadker.org/vertex\\_coloring](http://www.dharwadker.org/vertex_coloring)
- Lumbantobing, A. W. (2009). PENERAPAN PEWARNAAN GRAF DALAM PENJADWALAN. *JURNAL ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, VOL III NO.2, OKTOBER 2003.
- Astuti, S. (2011, Januari). PENYUSUNAN JADWAL UJIAN MATA KULIAH DENGAN ALGORITMA PEWARNAAN GRAF WELCH POWELL. *Jurnal Dian*, 11, 68-74.
- Jusuf, H. (2009, Juni). PEWARNAAN GRAPH SIMPUL UNTUK MENDETEKSI KONFLIK PENJADWALAN KULIAH. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009).
- Sendra, L., Santosa R. G., Restyandito. PENJADWALAN MATAKULIAH DENGAN PENDEKATAN PEWARNAAN GRAF DI UNIVERSITAS

KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari: <http://www.academia.edu/>

As'ad, N. Aplikasi Pewarnaan Graf pada Pemecahan Masalah Penyusunan Jadwal. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari: <http://informatika.stei.itb.ac.id/>

Sari, D. S., Widyasari, W., & Ria, E. S. Penerapan Algoritma Backtracking pada Pewarnaan Graf. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari: <http://informatika.stei.itb.ac.id/>

©UKDW