

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MAX-MIN ANT SYSTEM*
PADA PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA)**

SKRIPSI



Oleh:

SHERLY FANNY KARLINDA

22094768

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2013

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MAX-MIN ANT SYSTEM*
PADA PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA)**

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:

SHERLY FANNY KARLINDA

22094768

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2013

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**IMPLEMENTASI ALGORITMA MAX-MIN ANT SYSTEM PADA
PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA)**

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, 27 Mei 2013



SHERLY FANNY KARLINDA
22094768

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA MAX-MIN ANT
SYSTEM PADA PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA
WACANA)

Nama Mahasiswa : SHERI.Y FANNY KARLINDA

N I M : 22094768

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIM276

Semester : Genap

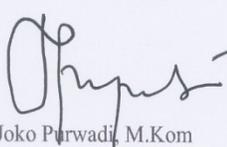
Tahun Akademik : 2012/2013

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 27 Mei 2013

Dosen Pembimbing I


Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.

Dosen Pembimbing II


Joko Prwadi, M.Kom

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA MAX-MIN ANT SYSTEM PADA
PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA)

Oleh: SHERLY FANNY KARLINDA /22994768

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 23 Mei 2013

Yogyakarta, 27 Mei 2013
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
2. Joko Purwadi, M.Kom
3. Yuan Lukito, S.Kom
4. Budi Susanto, SKom.,M.T.



Dekan

(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Tuhan, Terimakasih Tuhan Yesus Kristus, Terimakasih atas penyertaan dan kasih setia-Mu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Implementasi Algoritma *Max-Min Ant System* Pada Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus : Universitas Kristen Duta Wacana) ini dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Ibu **Rosa Delima, S.Kom, M.Kom.**, selaku dosen pembimbing 1, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran dalam penulisan laporan dan pembuatan program Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Joko Purwadi, M.Kom.**, selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran selama penulisan dan pembuatan program tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua penulis, Papa Hendrik Kandars dan Mama Esti Widiasih serta adik-adik penulis, Evelin Fanny Larissa dan Erick Marcellio Kandars, yang telah melimpahkan kasih sayang, perhatian, kesabaran dan doa, serta dukungan yang luar biasa dan selalu menjadi motivasi serta semangat bagi penulis. Terimakasih telah berada disisi penulis dalam kondisi apapun hingga saat ini. Segala yang diberikan mengajarkan kepada penulis, betapa keluarga merupakan hal terbaik dan terindah yang Tuhan berikan kepada penulis.
4. Keket (Kumalasari Pambudi), Tuti (Sondang Novita H Doloksaribu), Lulu (Desti Arghina Listyaningrum) dan Umbel (Priska Liadi) yang telah menjadi teman bercerita dan selalu menghadirkan canda tawa dalam hidup penulis selama tiga tahun ini. Terimakasih atas perhatian dan dukungan yang diberikan kepada penulis.

5. Keluarga Berkibi: Joseph Carlo K, Jayadi, Prima Adhi W, I Wayan Ryandi S, Yohanes Esthi Agung S, Maria Emilia Ayu S, Yohana Gloria P, Daniel Mulia, Guantono, Ni Made Ari P dan Ratih Alfiontia yang telah menjadi teman seperjuangan dan selalu menghadirkan keceriaan dalam hidup penulis selama empat tahun ini. Terimakasih atas perhatian dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 14 Mei 2013

Penulis

Sherly Fanny Karlinda

©UKYDIN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI	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.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Ant Colony Optimization (ACO).....	7
2.2.2. Algoritma Max-Min Ant System (MMAS).....	8
2.2.3. Node Graf.....	10
2.2.4. Nilai Probabilitas.....	12
2.2.5. Pheromone.....	12

2.2.6. Local Search	13
BAB 3 ANALISIS DAN PERCANCANGAN SISTEM.....	16
3.1. Spesifikasi Sistem.....	16
3.2. Diagram Use Case	17
3.3. Perancangan Basis Data	18
3.4. Perancangan Sistem.....	25
3.4.1. Flowchart Sistem Utama	25
3.4.2. Flowchart MMAS.....	27
3.5. Perancangan Antarmuka.....	34
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	42
4.1. Implementasi Antarmuka	42
4.1.1. Form Login.....	42
4.1.2. Form Menu Utama	43
4.1.3. Form Matakuliah	44
4.1.4. Form Dosen	45
4.1.5. Form Ruang.....	46
4.1.6. Form Pengguna.....	48
4.1.7. Form Kelas	48
4.1.8. Form Request Slot Waktu	49
4.1.9. Form Proses Penjadwalan.....	50
4.1.10. Form Hasil Proses.....	51
4.1.11. Form Hasil Jadwal.....	52
4.2. Implementasi Algoritma Max-Min Ant System.....	53
4.2.1. Implementasi Pembangunan Graf	54
4.2.2. Implementasi Penelusuran Semut.....	55
4.3. Analisis Sistem.....	58
4.3.1. Analisis Sistem Dalam Penyelesaian Studi Kasus	59
4.3.2. Analisis Sistem Dalam Penyelesaian Kasus Percobaan	63

BAB 5 KESIMPULAN.....	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Perilaku nyata semut dalam mencari makan	8
Gambar 2.2	Node yang terbentuk	11
Gambar 3.1	Diagram Use Case	17
Gambar 3.2	Relasi Basis Data	19
Gambar 3.3	Flowchart Sistem Utama	26
Gambar 3.4	Flowchart MMAS 1	28
Gambar 3.5	Flowchart MMAS 2	29
Gambar 3.6	Form Login	35
Gambar 3.7	Form Halaman Utama	35
Gambar 3.8	Form Halaman Utama Dosen	36
Gambar 3.9	Form Matakuliah	37
Gambar 3.10	Form Dosen	37
Gambar 3.11	Form Ruang	38
Gambar 3.12	Form Pengguna	38
Gambar 3.13	Form Kelas	39
Gambar 3.14	Form Penjadwalan	40
Gambar 3.15	Form Jadwal	40
Gambar 3.16	Form Hasil Proses	41
Gambar 4.1	Form Login	42
Gambar 4.2	Form Halaman Utama Admin	43
Gambar 4.3	Form Halaman Utama Dosen	44
Gambar 4.4	Form Matakuliah	45
Gambar 4.5	Form Matakuliah Dosen	45
Gambar 4.6	Form Dosen	46
Gambar 4.7	Form Ruang	47

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 4.8	Form Ruang Dosen	47
Gambar 4.9	Form Pengguna	48
Gambar 4.10	Form Kelas	49
Gambar 4.11	Form Kelas Dosen	49
Gambar 4.12	Form Request Slot Waktu	50
Gambar 4.13	Form Proses Penjadwalan	51
Gambar 4.14	Form Hasil Proses	52
Gambar 4.15	Form Hasil Jadwal	53
Gambar 4.16	Form Hasil Jadwal Dosen	53

©UKDW

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 3.1	Tabel Fakultas	20
Tabel 3.2	Tabel Prodi	20
Tabel 3.3	Tabel Dosen	20
Tabel 3.4	Tabel Matakuliah	21
Tabel 3.5	Tabel Kelas	21
Tabel 3.6	Tabel Waktu	21
Tabel 3.7	Tabel Ruang	22
Tabel 3.8	Tabel Status	22
Tabel 3.9	Tabel Request	23
Tabel 3.10	Tabel Req_team	23
Tabel 3.11	Tabel Graf	23
Tabel 3.12	Tabel Alokasi	24
Tabel 3.13	Contoh Data Kelas	26
Tabel 3.14	Contoh Data Waktu	27
Tabel 3.15	Contoh Data Ruang	27
Tabel 3.16	Nilai Probabilitas Node	31
Tabel 3.17	Contoh Data Alokasi	34
Tabel 4.1	Tabel Total Probabilitas	60
Tabel 4.2	Tabel Total Probabilitas	61
Tabel 4.3	Tabel Hasil	64
Tabel 4.4	Tabel Hasil	65
Tabel 4.5	Tabel Hasil	67
Tabel 4.6	Tabel Hasil	68
Tabel 4.7	Tabel Hasil	69
Tabel 4.8	Tabel Hasil	70

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 4.9	Tabel Perbandingan Proses	71

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Lampiran Hasil Penjadwalan	A-1
Lampiran B	Lampiran Source Code	B-1

©UKDW

INTISARI

Implementasi Algoritma *Max-Min Ant System* Pada Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus : Universitas Kristen Duta Wacana)

Masalah penjadwalan merupakan masalah yang biasa dihadapi oleh setiap orang, terutama penjadwalan yang berhubungan dengan aktifitas harian. Perumusan masalah penjadwalan melibatkan beberapa komponen, seperti manusia, waktu, tempat, dan lain sebagainya. Komponen inilah yang menyebabkan pengaturan penjadwalan sulit diselesaikan secara manual. Masalah penjadwalan di universitas adalah masalah penjadwalan perkuliahan dan merupakan masalah yang kompleks. Penjadwalan perkuliahan atau *University Course Timetabling Problem (UCTP)* melibatkan sejumlah komponen yang terdiri atas kelas, matakuliah, waktu, dan ruang kelas pada setiap harinya agar tidak terjadi bentrok antar jadwal. Jadwal yang dihasilkan juga harus memenuhi sejumlah batasan dan syarat dengan tujuan agar jadwal yang dihasilkan nyaman untuk digunakan.

Berdasarkan kondisi diatas, maka diperlukan suatu sistem penjadwalan perkuliahan yang baik. Kemungkinan yang patut dicoba untuk menemukan hasil penjadwalan yang terbaik sangat banyak, sehingga diperlukan metode yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan ini. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah pendekatan Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)*.

Proses penjadwalan perkuliahan ini dimulai dengan membangun graf yang merupakan kombinasi dari data kelas dan slot waktu, lalu dilanjutkan dengan penelusuran semut. Pada proses algoritma juga dilakukan proses pengecekan constraint. Dari studi kasus yang ada, diperoleh hasil jadwal yang baik yang berarti tidak ada bentrok antar jadwal dan semua kelas dapat dijadwalkan karena jumlah slot waktu dan ruang yang mencukupi. Jadwal yang dihasilkan juga dikatakan optimal karena memenuhi semua constraint yang ada. Jadi, Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)* yang diterapkan pada sistem dapat menghasilkan jadwal yang baik dan optimal.

Kata Kunci: Penjadwalan, Perkuliahan, *University Course Timetabling Problem, UCTP, Ant System, Max-Min Ant System, MMAS*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Masalah penjadwalan merupakan masalah yang biasa dihadapi oleh setiap orang, terutama penjadwalan yang berhubungan dengan aktifitas harian. Penjadwalan manual masih dapat dilakukan karena pengaturan prioritas jadwal lebih fleksibel, sehingga jika terjadi perubahan jadwal tidak terlalu menimbulkan masalah. Perumusan masalah penjadwalan melibatkan beberapa komponen, seperti manusia, waktu, tempat, dan lain sebagainya. Komponen inilah yang menyebabkan pengaturan penjadwalan sulit diselesaikan secara manual.

Lembaga pendidikan menemui masalah penjadwalan di setiap awal semester, seperti universitas. Masalah penjadwalan di universitas adalah masalah penjadwalan perkuliahan dan merupakan masalah yang kompleks. Penjadwalan perkuliahan atau *University Course Timetabling Problem (UCTP)* melibatkan sejumlah komponen yang terdiri atas kelas, matakuliah, waktu, dan ruang kelas pada setiap harinya agar tidak terjadi bentrok antar jadwal. Jadwal yang dihasilkan juga harus memenuhi sejumlah batasan dan syarat dengan tujuan agar jadwal yang dihasilkan nyaman untuk digunakan. Dilihat dari banyaknya jumlah variabel yang mempengaruhi penyelesaian penjadwalan membuat manusia semakin sulit untuk diselesaikan secara manual karena besar peluang untuk terjadi kesalahan penyusunan jadwal.

Berdasarkan kondisi diatas, maka diperlukan suatu sistem penjadwalan perkuliahan yang baik. Kemungkinan yang patut dicoba untuk menemukan hasil penjadwalan yang terbaik sangat banyak, sehingga diperlukan metode yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan ini. Salah satu

metode yang dapat digunakan adalah pendekatan Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)*.

Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta adalah salah satu Perguruan Tinggi Swasta di kota Yogyakarta yang merupakan tempat studi Strata-1 penulis. Terdapat enam fakultas di Universitas ini, yaitu Fakultas Teologi, Fakultas Teknologi Informasi, Fakultas Arsitektur dan Desain, Fakultas Bisnis, dan Fakultas Bioteknologi, dan Fakultas Kedokteran. Setiap fakultas tidak memiliki gedung khusus, setiap ruangan dapat digunakan oleh semua fakultas yang ada untuk proses belajar mengajar. Tetapi setiap jurusan di setiap fakultas mempunyai ruang praktikum khusus, karena setiap jurusan memiliki spesifikasi ruang praktikum yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penjadwalan perkuliahan di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta dijadikan studi kasus dalam Tugas Akhir ini.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada maka penulis akan melakukan penelitian. Secara garis besar, penelitian memiliki perumusan masalah sebagai berikut :

- a. Apakah Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)* cocok untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan?
- b. Berapakah *Pheromone* minimum yang ideal pada sistem?
- c. Apakah sistem dapat menyusun jadwal yang optimal (memenuhi *hard constraint* dan *soft constraint*)?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memberikan batasan sistem yang akan dibuat antara lain :

- a. Penelitian untuk menjadwalkan kelas teori di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

- b. Penjadwalan dilakukan oleh satu unit saja, yaitu PUSPINDIKA.
- c. Komponen yang dijadikan parameter penjadwalan berupa *subject* (matakuliah dan dosen), *timeslot*, ruang.
- d. Jadwal dibuat untuk 1 semester.
- e. Jadwal dibuat untuk hari Senin sampai dengan hari Jum'at.
- f. Jam kuliah dalam 1 hari dibagi atas 4 sesi : 07.30-10.20(sesi1), 10.30-13.20(sesi2), 13.30-16.20(sesi3), dan 16.30-19.20(sesi4).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat perangkat lunak yang dapat menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan dengan menggunakan Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)* dalam mengalokasikan *subject* (matakuliah dan dosen) ke dalam *timeslot* dan ruang sehingga menghasilkan penjadwalan yang baik dan optimal dengan memenuhi *constraint* yang ada.

1.5. Metode Penelitian

Agar penelitian ini dapat berjalan maksimal, maka penulis menggunakan beberapa metode/pendekatan, yaitu :

- a. **Studi lapangan** : Melalui penelitian lapangan, yaitu dengan :
 - Melakukan pengumpulan data mata kuliah yang ditawarkan kepada mahasiswa, data kelas yang akan dijadwalkan, data ruang yang dapat digunakan untuk proses belajar mengajar, data dosen dan waktu pelaksanaan belajar mengajar.
 - Pengamatan dan studi tentang kebutuhan-kebutuhan yang mendasar untuk pembangunan program.
- b. **Studi Pustaka** : Mempelajari dan mencari bahan-bahan berupa teori atau contoh-contoh kasus yang ada dalam literatur, artikel, jurnal, tutorial ataupun bahan lainnya baik dari buku pendukung ataupun dari Internet

yang berhubungan dengan penjadwalan perkuliahan dan Algoritma *Max-Min Ant System*.

- c. **Pembangunan Sistem** : Ada empat tahap pembangunan sistem, yaitu:
- **Planning**: Merencanakan fitur-fitur dan fungsionalitas sistem yang akan dibuat. Fitur-fitur ini akan dibagi menjadi beberapa kelompok yang sesuai dengan fungsionalitasnya.
 - **Design**: Merancang desain penetapan nilai parameter, antarmuka sistem, dan *database* yang akan dipakai oleh sistem.
 - **Coding**: Menuliskan *code* aplikasi sistem penjadwalan perkuliahan berdasarkan fitur-fitur dan fungsionalitas dari tahap *planning* Menggabungkan kelompok-kelompok yang telah dipisah pada proses *planning* menjadi satu kesatuan.
 - **Testing**: Dilakukan setiap kali ada perubahan dalam aplikasi.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN, berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bagian latar belakang masalah yang menjelaskan alasan penulis melakukan penelitian, awal dari timbulnya masalah dan pentingnya dilakukan penelitian. Masalah yang menjadi fokus dari penelitian dijelaskan pada bagian perumusan masalah. Dan untuk jangkauan masalah dan hal-hal yang terkait dengan masalah serta batasan-batasan dalam melakukan penelitian dijabarkan dalam batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA, berisi tentang tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori Algoritma *Max-Min Ant System (MMAS)* yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka. Landasan teori berisi penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM, berisi analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana cara penulis menterjemahkan ke dalam suatu sistem yang akan dibuat. Bab ini memuat materi dan *tools* yang digunakan,

variabel yang digunakan dan data yang dikumpulkan, serta cara perancangan dan simulasi.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM, berisi hasil riset atau implementasi dan pembahasan atau analisis dari penelitian yang dilakukan. Hasil riset atau implementasi disajikan dalam bentuk daftar, tabel, grafik, foto, atau bentuk lainnya. Pembahasan tentang hasil yang diperoleh berupa penjelasan teoritis.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil analisis kegiatan penelitian atau implementasi. Saran untuk kegiatan penelitian ke depan.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari proses implementasi Algoritma *Max-Min Ant System* (MMAS) pada penjadwalan perkuliahan yang dilakukan dapat disimpulkan :

- a. Algoritma MMAS dapat menyusun jadwal perkuliahan dan menghasilkan jadwal baik dengan tidak adanya bentrok jadwal.
- b. Nilai τ_{min} yang ideal untuk digunakan pada sistem penjadwalan ini dan sesuai dengan studi kasus adalah 0,01. Karena dari rata- rata jumlah data kelas pada setiap kali proses penjadwalan yang berkisar 230 hingga 300, diperoleh nilai probabilitas terkecil *node* adalah 0,05, jika dilakukan proses perhitungan *update pheromone* akan di peroleh nilai $\pm 0,03$, sehingga ditetapkan nilai τ_{min} adalah 0,01.
- c. Jadwal yang dihasilkan oleh sistem adalah jadwal yang optimal karena memenuhi semua *hard constraint* dan *soft constraint* yang ada.

5.2. Saran

Saran yang penulis berikan untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Sistem dapat dikembangkan lagi dengan mempercepat waktu proses. Waktu proses dapat dipercepat dengan mengurangi akses basis data. Akses basis data

cukup dilakukan satu kali pada awal proses pada sistem, selanjutnya data yang terus berubah pada sistem dapat ditampung dalam matriks dua dimensi.

- b. Desain antarmuka diperbaiki lagi, dengan melakukan survei langsung pada pengguna agar dapat lebih mempermudah pengoperasian sistem.
- c. Perlu ada dilakukan uji coba penyelesaian masalah penjadwalan perkuliahan menggunakan pendekatan metode lainnya.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Socha, Krzysztof. 2003. *Max-Min Ant System for International Timetabling Competition*. IRIDIA, Université Libre de Bruxelles.
- Socha, Krzysztof. 2003. *Metaheuristics for Timetabling Problem*. IRIDIA, Université Libre de Bruxelles.
- Socha, Krzysztof., Joshua Knowles, and Michael Sampels, *A MAX-MIN Ant System for the University Course Timetabling Problem*. IRIDIA, Université Libre de Bruxelles.
- Maulana, Yana. 2005. *PENJADWALAN PERKULIAHAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA MAX-MIN ANT SYSTEM Studi Kasus Sistem Perkuliahan Jurusan Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia*. BANDUNG: UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA.
- Rusdiyanto. 2006. *PEMECAHAN MASALAH PENJADWALAN KULIAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA MAX-MIN ANT SYSTEM Studi Kasus di Jurusan Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia*. BANDUNG: UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA.
- Leksono, Agus. 2009. *ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO) UNTUK MENYELESAIKAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP)*. SEMARANG: UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- Mindaputra, Eka. 2009. *PENGGUNAAN ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM DALAM TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) PADA PT. EKA JAYA MOTOR*. SEMARANG: UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- Suyanto. 2011. *Artificial Intelligence Searching-Reasoning-Planning-Learning*. Bandung. Penerbit Informatika.
- Nugroho, Adi. 2010. *Mengembangkan Aplikasi Basis Data menggunakan VISUAL BASIC .NET dan ORACLE*. Yogyakarta. Penerbit Andi.