

RANCANG BANGUN SISTEM PENJADWALAN KULIAH JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUSAMUS MERAUKE MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Susanto², Rachmat², Damis Hardiantono³

Email : ¹susanto@unmus.ac.id, ²rachmat@unmus.ac.id, ³damiz@unmus.ac.id

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, ³Teknik Elektro Fakultas Teknik,
Universitas musamus Merauke

Abstrak

Penjadwalan kuliah dalam suatu universitas merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan, karena jadwal kuliah merupakan komponen yang menentukan berjalannya aktifitas perkuliahan dalam suatu universitas. Dalam membentuk suatu jadwal merupakan hal yang sangat rumit karena banyaknya faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain mata kuliah, dosen, ruang kuliah, dan waktu.

Pada penelitian ini dibangun sistem yang dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang ada di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke. Data yang digunakan adalah data semester genap tahun akademik 2014/2015 dengan jurusan Teknik Informatika. Sistem yang dibangun menerapkan metode Algoritma Genetika. Algoritma Genetika merupakan salah satu metode optimasi untuk permasalahan penjadwalan yang memiliki tahapan antara lain pembangkitan populasi awal, seleksi, crossover, mutasi dan yang terakhir adalah elitisme.

Sistem penjadwalan kuliah ini dapat memberikan informasi mengenai jadwal perkuliahan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Algoritma Genetika dapat diterapkan dengan baik pada optimasi penjadwalan mata kuliah. Proses dari penjadwalan ini menghasilkan jadwal dengan solusi terbaik penjadwalan yang ditemukan yaitu 6 menit dengan generasi ke 14404 dan rata-rata nilai fitness 0,2766667. Dengan adanya hasil tersebut maka sistem penjadwalan ini dapat diterima dan digunakan oleh pengguna sistem berdasarkan hasil penelitian

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Optimasi, Penjadwalan Kuliah.

PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Keamanan ruangan atau rumah Proses Penjadwalan pelajaran ataupun kuliah dalam dunia pendidikan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Pada dasarnya kegiatan belajar mengajar dalam suatu sekolah ataupun universitas akan berjalan lancar jika penyusunan jadwal sesuai dengan kebutuhan, serta kondisi di suatu lembaga pendidikan tersebut

Proses penjadwalan di Universitas dilakukan setiap semester dan merupakan hal yang rumit untuk dikerjakan. Secara umum penjadwalan di Jurusan Teknik Informatika (TI) di Universitas Musamus Merauke masih mempunyai kendala, diantaranya yaitu dalam proses pembuatan jadwal yang membutuhkan waktu yang cukup lama dan terbatasnya dosen pengajar, ruang, jam mengajar, dan

bertambahnya mahasiswa disetiap tahunnya serta tuntutan kebutuhan menyebabkan terkadang jadwal yang dibuat masih mengalami pelanggaran. Sehingga pada aplikasi yang ada belum bisa membantu membuat penjadwalan di Jurusan Teknik Informatika secara otomatis dan optimal.

Permasalahan diatas tersebut diharapkan terdapat sistem yang mampu memecahkan masalah yang muncul dalam proses penjadwalan pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke. Banyak metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan metode Algoritma Genetika untuk memecahkan masalah penjadwalan ini. Algoritma genetika merupakan salah satu metode optimasi yang kuat dan bisa digunakan pada berbagai macam studi kasus, baik kasus yang sederhana hingga

kasus yang rumit karena menggunakan prinsip evolusi (Pradnyana, Sunaryono, & Munif, 2012). Penggunaan metode algoritma genetika pada penelitian ini diharapkan dapat membantu mengoptimalkan dan memenuhi segala permasalahan dalam penjadwalan kuliah. Selain itu dapat membuat sistem melakukan proses penjadwalan secara otomatis.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merancang sebuah sistem penjadwalan menggunakan metode algoritma genetika dan mengangkatnya menjadi sebuah penelitian yang berjudul **Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Kuliah Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke.**

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan perumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang dan membangun sistem penjadwalan kuliah Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke menggunakan algoritma genetika?
- b. Bagaimana proses penyelesaian permasalahan pada algoritma genetika dalam mengatur penjadwalan kuliah?

3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Membangun sistem penjadwalan kuliah pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke menggunakan algoritma genetika.
- b. Mengetahui proses algoritma genetika dalam mengatur penjadwalan kuliah Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke.

4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut

- a. Sampel data yang digunakan adalah

Sistem Alamiah	Algoritma Genetik
Kromosom	String
Gen	Fitur, Karakter, atau detector
Allel	Nilai fitur
Locus	Posisi String
Genotip	Struktur
Fenotip	Set parameter, solusi alternatif, struktur yang si-decode
Epitasis	Non linieritas

Jurusan Teknik Informatika semester genap tahun akademik 2014/2015.

- b. Diasumsikan setiap dosen bersedia mengajar diruang manapun yang tersedia dan pada waktu yang telah ditentukan.
- c. Output yang dihasilkan yaitu penjadwalan mata kuliah semester genap 2014/2015 Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke
- d. Software yang digunakan adalah *Microsoft Visual Studio 2012* dan menggunakan *Xampp 1.6.8* sebagai sistem *database* serta *Crystal Report* sebagai laporan.

LANDASAN TEORI

1. Penjadwalan

Penjadwalan memiliki pengertian durasi dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian aktivitas kerja (Jiupe, 2008). Penjadwalan juga merupakan proses penyusunan daftar pekerjaan yang akan dilakukan untuk mencapai atau mewujudkan suatu tujuan tertentu yang juga memuat tabel waktu pelaksanaan.

2. Algoritma

Dunia komputasi, istilah algoritma menjadi dasar pemikiran sebuah formulasi. Algoritma dapat didefinisikan sebagai teknik penyusunan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam bentuk kalimat dengan jumlah kata terbatas tetapi tersusun secara logis dan sistematis. Kalimat-kalimat ini dapat diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Algoritma harus berhenti setelah mengerjakan serangkaian tugas atau langkahnya terbatas dan setiap

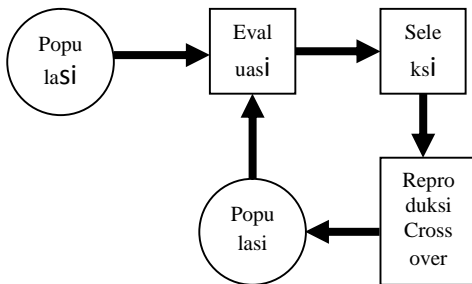
langkah harus didefinisikan dengan tepat sehingga tidak memiliki arti ganda (Suarga, 2006).

3. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah Teori Evolusi Darwin. Metode optimasi dikembangkan oleh John Holland sekitar tahun 1960-an dan dipopulerkan oleh salah satu mahasiswanya, David Goldberg, pada tahun 1980-an (Haupt dan Haupt, 2004). Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung sama seperti

terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi.

Tabel 1 Perbandingan istilah pada sistem alamiah dan algoritma genetika



Gambar 1 Siklus algoritma secara umum

Algoritma Genetika ini meniru mekanisme dari genetika alam. Dari siklus di atas dapat dijabarkan sebagai berikut :

a. Representasi Kromosom

Algoritma Genetika tidak beroperasi dengan penyelesaian asli dari suatu masalah tetapi beroperasi dengan dengan penyelesaian yang telah di representasikan Representasi kromosom merupakan proses pengodean dari penyelesaian asli dari suatu permasalahan. Pengodean kandidat penyelesaian ini disebut dengan kromosom. Pengodean tersebut meliputi penyandian gen, dengan satu gen mewakili satu variabel.

b. Membangun Generasi Awal

Langkah ini membentuk sejumlah populasi awal yang digunakan untuk mencari penyelesaian optimal. Populasi awal yang dibangun dalam tugas akhir ini dengan menggunakan bilangan random (acak) dengan range bilangan yang telah ditentukan.

c. Fungsi Fitness

Fungsi *fitness* digunakan untuk proses evaluasi kromosom agar diperoleh individu yang diinginkan. Fungsi ini membedakan kualitas dari individu untuk mengetahui seberapa baik individu yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *fitness* akan semakin besar kemungkinan individu tersebut terpilih ke generasi berikutnya.

d. Seleksi

Setiap individu yang terdapat dalam populasi akan melalui proses seleksi untuk dipilih menjadi orangtua. Seleksi adalah suatu

proses yang digunakan untuk memilih individu-individu yang akan digunakan pada proses generasi berikutnya dengan mempertimbangkan nilai *fitness*.

e. Crossover

Crossover atau persilangan merupakan operasi yang bekerja untuk menggabungkan dua individu hasil seleksi menjadi individu baru. Tidak semua individu mengalami persilangan karena ditentukan oleh parameter yang disebut dengan *crossover rate* atau probabilitas persilangan.

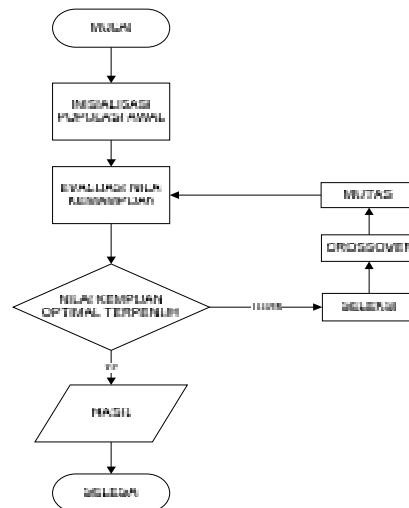
f. Mutasi

Setelah *crossover* dilakukan, proses reproduksi dilanjutkan dengan mutasi. Hal ini dilakukan untuk menghindari solusi-solusi dalam populasi mempunyai nilai lokal optimum. Mutasi adalah proses mengubah gen dari keturunan secara random.

g. Kondisi Berhenti

Proses ini akan berhenti jika kondisi berhenti terpenuhi, jika tidak maka akan kembali ke langkah 3.

Algoritma genetika secara umum dapat diilustrasikan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Alir Genetic Algorithms Sederhana.

5. Microsoft Visual Studio 2012

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi

personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi *Web*. *Visual Studio* mencakup kompiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket *Visual Studio* antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

DESKRIPSI DAN ANALISA PERANCANGAN

1. Analisis Kebutuhan Sistem

a. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat yang digunakan yaitu:

- 1) *Processor* Pentium IV 1.8 GHz
- 2) *Memory* 256 MB DDR-RAM
- 3) *VGA Card* 32 MB
- 4) *Monitor* 12"
- 5) *Harddisk* 20GB
- 6) *Mouse*
- 7) *Keyboard*
- 8) *Printer*

b. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan system ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Microsoft Windows 7*
- 2) *Microsoft Visual Studio 2012*
- 3) *Xampp*

2. Metode Algoritma Genetika penjadwalan kuliah

Hasil penelitian dengan metode algoritma genetika untuk masalah penyusunan jadwal kuliah jurusan teknik informatika fakultas teknik Universitas Musamus Merauke. Untuk menjelaskan pemahaman langkah algoritma genetika yang dirancang, pembahasan diberikan dengan contoh sederhana sebagai bahan validasi aplikasi sebelum di implementasikan kemasalah sebenarnya.

a. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean adalah bagaimana mengkodekan gen dari kromosom. Masing-masing kromosom berisi sejumlah gen yang mengkodekan informasi yang disimpan didalam kromosom. Pada penelitian ini menggunakan teknik pengkodean dalam bentuk *string bit / varchar* yang dipergunakan dalam pemrograman genetika.

b. Menentukan populasi awal dan Inisialisasi kromosom

Menentukan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah kromosom secara acak (*random*).

Diasumsikan dalam satu populasi yang terbentuk berjumlah 4 kromosom sesuai dengan jumlah mata kuliah dan kelas yang ada serta masing-masing kromosom memiliki 4 gen.

M02K01R02T3 M03K01R01T1
M01K01R02T2 M04K01R01T3
M01K01R01T2 M03K01R02T4
M04K01R02T4 M02K01R01T3
M01K01R02T1 M02K01R01T1
M03K01R01T2 M04K01R01T4
M04K01R02T4 M02K01R01T4
M01K01R02T1 M03K01R01T2

c. Fungsi Fitness

Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Didalam evolusi alam, individu yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati.

Untuk setiap pelanggaran yang terjadi akan diberikan nilai 1. Agar tidak terjadi nilai *fitness* yang tak terhingga maka jumlah total semua pelanggaran akan ditambahkan 1.

$$F = \frac{1}{1 + (\sum BD + \sum BK + \sum BR + \sum WD)}$$

Keterangan :

BD = Banyaknya bentrok dosen & mata kuliah
 BK = Banyaknya bentrok kelas perkuliahan
 BR = Banyaknya bentrok ruang yang digunakan

WD = Banyaknya waktu dosen yang dilanggar
 Beberapa batasan yang digunakan dalam penyusunan penjadwalan ini adalah :

- 1) Dosen tidak boleh dijadwalkan lebih dari satu kali pada waktu yang bersamaan
- 2) Satu kelas dan ruang tidak boleh dijadwalkan lebih dari satu kali pada waktu yang bersamaan.
- 3) Dosen tidak boleh dijadwalkan pada waktu yang telah ditentukan oleh dosen yang bersangkutan.

d. Pindah Silang (Crossover)

Pindah silang (*CrossOver*) digunakan sebagai metode pemotongan kromosom secara acak (*random*) dan merupakan penggabungan bagian pertama dari kromosom induk 1 dengan bagian kedua dari kromosom induk 2 .

Pindah silang bisa dilakukan hanya jika suatu bilangan acak (*random*) yang dibangkitkan untuk kromosom kurang dari probabilitas pindah silang (P_c) yang ditentukan. Menurut (Suyanto, 2005) P_c umumnya diset mendekati 1, misalnya 0,5.

Dimisalkan dari contoh yang ada nilai untuk kromosom 2 dan 4 kurang dari P_c yang ditetapkan serta bilangan acak (*random*) untuk posisi titik potong adalah pada posisi gen ke-2, maka proses pindah silangnya adalah

Kromosom 2 = M02K01R02T3
 M03K01R01T1 M01K01R02T2
M04K01R01T3

Kromosom 4 = M01K01R01T2
 M03K01R02T4 M04K01R02T4
M02K01R01T3

Hasil pindah silang kedua kromosom tersebut adalah :

Kromosom 2 = M02K01R02T3
 M03K01R02T4 M04K01R02T4
 M02K01R01T3

Kromosom 4 = M01K01R01T2
 M03K01R01T1 M01K01R02T2
 M04K01R01T3

e. Mutasi

Proses mutasi adalah suatu proses kemungkinan memodifikasi informasi gen-gen pada suatu kromosom. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan acak (*random*) yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi (P_{mut}) yang telah ditentukan maka beberapa informasi gen akan dirubah dengan menggunakan metode pengkodean nilai. P_{mut} umumnya diset antara [0 – 1], misalnya 0,1 (Suyanto, 2005).

Mendapatkan posisi gen yang akan dimutasi maka perlu dihitung jumlah total gen dalam satu populasi yaitu **Total gen = Jumlah gen dalam satu kromosom x Jumlah kromosom yang ada**. Berdasarkan contoh yang ada maka total gen adalah = $4 \times 4 = 16$. Probabilitas mutasi ditetapkan 0,1 maka diharapkan mutasi yang terjadi adalah : $0,1 \times 16 = 1,6 = 2$ gen yang akan mengalami mutasi. Selanjutnya dilakukan iterasi sebanyak jumlah total gen [0-16] dan membangkitkan bilangan

acak untuk tiap iterasi antara [0-1]. Diasumsikan gen yang mendapatkan bilangan dibawah probabilitas mutasi adalah gen 2 dan 3. Informasi dalam gen yang akan dirubah adalah waktu perkuliahan, maka hasil mutasi pada kromosom tersebut adalah :

Sebelum mutasi = M01K01R02T1
 M02K01R01T1 M03K01R01T2
 M04K01R01T4

Sesudah mutasi = M01K01R02T1
 M02K01R01T2 M03K01R01T3
 M04K01R01T4

Sehingga akan menghasilkan susunan kromosom baru sebagai berikut :

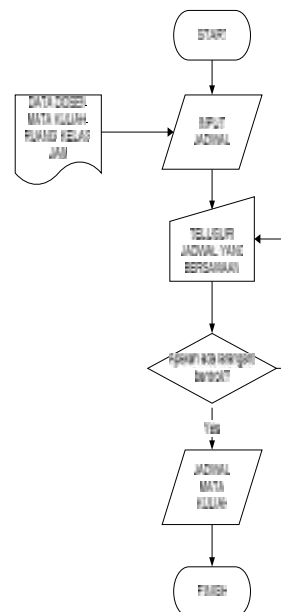
M01K01R02T1 M02K01R01T2
 M03K01R01T3 M04K01R01T4
M02K01R02T3 M03K01R01T1
 M01K01R02T2 M04K01R01T3
M04K01R02T4 M02K01R01T4
 M01K01R02T1 M03K01R01T2
 M01K01R01T2 M03K01R02T4
M04K01R02T4 M02K01R01T3

f. Elitisme

Proses ini adalah untuk membuat salinan (*copy*) individu bernilai *fitness* tertinggi agar tidak hilang selama proses evolusi.

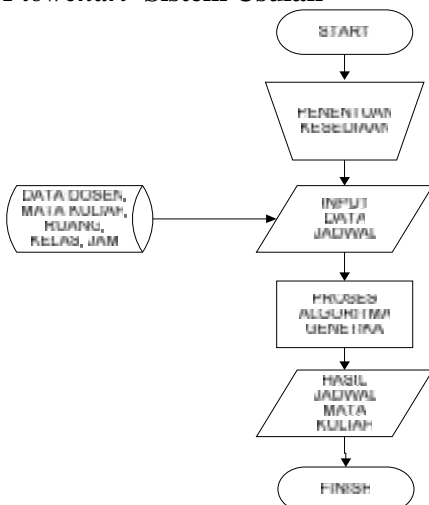
3. Flowchart Sistem Berjalan

Berikut adalah flowchart sistem berjalan Penjadwalan Mata Kuliah :



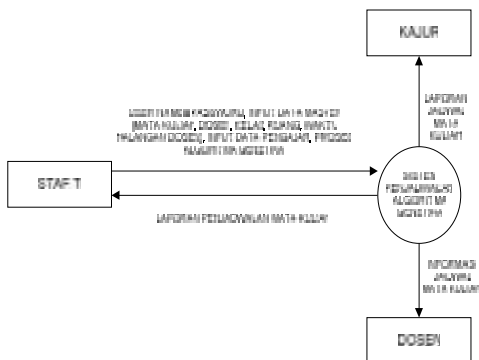
Gambar 1 Flowchart Sistem Berjalan

4 Flowchart Sistem Usulan



Gambar 2 Flowchart Sistem Usulan

5 Diagram Konteks



Gambar 3 Diagram konteks

6 Rancangan Antar Muka (User Interface)

Antarmuka (Interface) merupakan bagian dari sistem yang digunakan sebagai alat tatap muka atau komunikasi antara pengguna dan sistem.

1. Perancangan Home Page

Gambar 4 Perancangan Form Login

2. Perancangan Menu Utama



Gambar 5 Perancangan Menu Utama

3. Perancangan Form Master Data Dosen

No	NAMA	JENJUR	ALAMAT	TANGGAL

Gambar 6 Perancangan Form Master Data Dosen

4. Perancangan Form Master Data Mata Kuliah

Gambar 7 Perancangan Form Mata Kuliah

Gambar 10 Perancangan Form Data Halangan Dosen

5. Form Master Data Ruang

Gambar 8 Perancangan Form Master Data Ruang

8. Form Master Data Pengajar

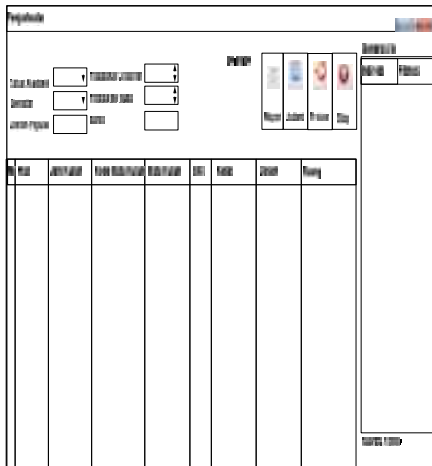
Gambar 11 Perancangan Form Master Data Pengajar

6. Form Master Pengaturan Hari dan Jam

Gambar 9 Perancangan Form Pengaturan Hari & Jam

9. Form Penjadwalan

7. Form Master Data Halangan Dosen



Gambar 12 Perancangan Form Penjadwalan

Gambar 1 Form Menu Data Dosen

b. Form master penjadwalan

Form master penjadwalan berguna untuk membuat penjadwalan kuliah secara otomatis menggunakan algoritma genetika dengan menentukan parameter algoritma genetika yaitu jumlah populasi, probabilitas crossover dan probabilitas mutasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

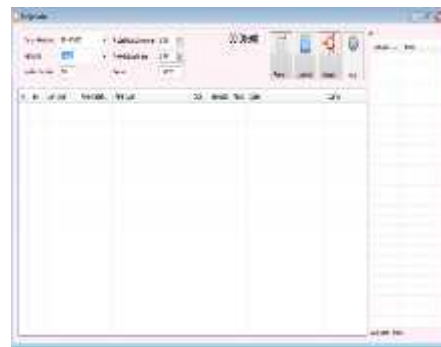
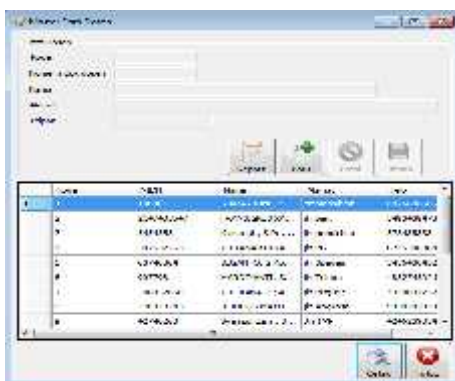
1. Implementasi Rancangan Sistem

Prosedur penerapan Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Kuliah Jurusan Teknik Informatika Musamus Merauke Menggunakan Algoritma Genetika, dibutuhkan sarana untuk menjalankannya.

Berdasarkan hasil penelitian dan menganalisa kekurangan dari Aplikasi Optimasi Penjadwalan Kuliah Program Studi Teknik Informatika Musamus Merauke Menggunakan Algoritma Genetika, maka rancangan sistem ini terdiri dari 9 tabel yang akan dibuat dalam bentuk aplikasi menggunakan software Visual Studio 2012 dengan Xampp sebagai databasenya, aplikasi ini dapat melakukan proses penginputan data berupa data master dosen, mata kuliah, ruang, kelas, pengaturan jam dan hari, data halangan dosen, master data pengajar dan proses algoritma genetika.

a. Master Data Dosen

Form master data dosen berguna untuk melihat master dosen yang sudah ditambahkan, dihapus, diubah ataupun mencetak.



Gambar 2 Form master penjadwalan

2. Hasil Uji

Nilai probabilitas generasi diujikan adalah seperti tertera pada tabel dibawah ini. Berikut hasil dari uji coba perubahan nilai parameter generasi, Crossover dan Mutasi.

Tabel 1 Uji coba perubahan nilai parameter generasi, Crossover dan Mutasi.

Generasi	Populasi	Crossover	Mutasi	Waktu Proses
100	20	0.70	0.40	10menit 3 detik
1000	18	0.75	0.20	20menit 15 detik
1000	20	0.80	0.10	17menit 1 detik
10000	20	0.80	0.20	14menit 10 detik
10000	18	0.70	0.25	1menit 1 detik
10000	10	0.70	0.15	20 detik

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Sistem penjadwalan perkuliahan secara otomatis telah berhasil dibuat dengan menerapkan metode algoritma genetika dan menggunakan sampel data Jurusan Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika Universitas Musamus Merauke.
- b. Metode yang digunakan untuk menyusun penjadwalan algoritma genetika yang bekerja melalui seleksi alam dan genetika. Terdapat 8 (delapan) *prosedure* algoritma *Prosedure* teknik pengkodean menggunakan *string bit / varchar*, populasi awal dan kromosom secara acak (*random*), fungsi *fitness* untuk meminimalkan jumlah bentrok antar jadwal, metode seleksi, pindah silang (*crossover*), mutasi dan yang terakhir adalah elitisme.

2. Saran

Sistem penjadwalan kuliah yang dibangun masih memiliki banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu terdapat beberapa saran untuk pengembangan agar sistem ini lebih bermanfaat, yakni :

- a. Dalam pengembangan selanjutnya diharapkan sistem dapat menghasilkan jadwal dengan nilai fitness maksimum dengan lebih cepat.
- b. Pada penelitian selanjutnya diharapkan sistem mampu mengolah jadwal mata kuliah teori dan praktikum yang ada baik yang menggunakan ruangan Jurusan Teknik Informatika maupun lab komputer.

Daftar Pustaka

- Aiani, 2003, Dasar- Dasar Algoritma & Pemograman, Yogyakarta: Andi.
- Al Fatta, Hanif, 2007, Analisa dan Perancangan Sistem Informasi, Yogyakarta: Andi
- Basuki, A, 2003, Algoritma Genetik, Semarang: Andi.
- David Goldberg,1989, *Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine*, New Jersey: Morgan Kaufmann.
- Eka Permata Sari, 2009, Penjadwalan ujian akhir semester menggunakan pendekatan algoritma genetika pada fakultas pertanian Universitas Diponegoro, Skripsi, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fathansyah, 2008, Dasar basis data, Bandung: Prenda Media.
- HM, Jogiyanto, 1993, Analisa Dan Desain Sistem Informasi, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- HM, Jogiyanto, 2005, Analisa dan Desain Sistem Informasi, Yogyakarta: Gramedia.
- Hariyanto, 2004, Pengenalan MySQL, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Haupt, R.L, dan Haupt, 2004, *Practical Genetic Algorithms*, New Jersey: John Wiley dan Sons, Inc.
- Hermanto, 2003. Pengantar optimasi non linear, Yogyakarta: Prenda Media.
- Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelligence*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Marten Lempong, 2014, Aplikasi Penjadwalan Menggunakan Algoritma *Ant Colony*, Skripsi, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik, Merauke: Universitas Musamus, Merauke.
- Munir, Rinaldi, 2007, Algoritma dan Pemograman, Bandung: Andi.
- Purnomo, H, 2005, Penyelesaian Masalah Optimasi Dengan Teknik-teknik Heuristik, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sidik, 2005, Database Management System (DBMS), Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suarga, 2006, Algoritma Genetika. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyanto, 2005, “Chromatic Number Sebuah Graph dengan Algoritma Genetika.” Jurnal TEKNOIN, Yogyakarta: UII.