

Optimasi Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika

Nia Kurnia Mawaddah

Wayan Firdaus Mahmudy, (wayanfm@ub.ac.id)

Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Brawijaya, Malang 65145

Abstrak

Penjadwalan ujian mengatur masalah pelaksanaan ujian yang meliputi jadwal dosen, waktu (hari dan jam) ujian, dan ruangan yang dipakai. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model genetika untuk optimasi masalah penjadwalan ujian. Hasil akhir dari penjadwalan ujian diperoleh dari kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik atau biaya terendah. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data jadwal ujian akhir semester genap 2005/2006 Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Brawijaya. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, diperoleh nilai probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan pada masalah penjadwalan ujian adalah 0.6.

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan diperlukan untuk mengatur waktu kerja, sehingga didapatkan jadwal yang seefisien mungkin. Sebuah penjadwalan akan tampak mudah jika komponen yang dijadwalkan dalam jumlah relatif sedikit, namun akan menjadi rumit jika komponen penyusunnya dalam jumlah yang besar.

Pembuatan jadwal ujian akan selalu muncul karena harus dilakukan pada setiap pergantian semester. Umumnya jadwal ujian diselesaikan dengan membuat tabel jadwal secara manual. Cara ini membutuhkan waktu yang lama, karena pembuatan jadwal tersebut sangatlah kompleks yang terdiri dari beberapa komponen penyusun, seperti mata kuliah, dosen, ruang, dan waktu. Dosen juga dimasukkan dalam komponen penyusun karena dosen diwajibkan hadir saat ujian akhir semester berlangsung. Pada setiap komponen penyusun tersebut banyak terdapat aturan dan batasan-batasan yang telah ditentukan, oleh karena itu diperlukan penjadwalan otomatis yang dapat membuat jadwal dengan cepat, mudah dan tetap harus memperhatikan aturan-aturan.

Algoritma genetika adalah suatu teknik pencarian solusi dengan menggunakan prinsip seleksi alami[1]. Algoritma genetika dimulai dengan memilih himpunan penyelesaian, yang direpresentasikan dengan kromosom, yang disebut dengan populasi. Solusi dari suatu populasi diambil untuk membentuk populasi baru, dimana pemilihannya tergantung dari nilai *fitness*. Hal ini diharapkan agar populasi baru yang terbentuk akan lebih baik dari populasi terdahulu. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai terpenuhi kondisi tertentu.

Penelitian ini menggunakan kasus pada Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang. Pada jurusan ini terdapat tiga program studi yaitu Matematika, Statistika dan Ilmu Komputer. Program Studi Matematika dan Statistika pada setiap angkatan mempunyai masing-masing satu kelas. Program Studi Ilmu Komputer pada setiap angkatan mempunyai dua kelas.

2. ALGORITMA GENETIKA

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme seleksi alami dan genetika alami[1]. Konsep dasar yang mengilhami timbulnya algoritma genetika adalah teori evolusi alam yang dikemukakan oleh Charles Darwin. Dalam teori tersebut dijelaskan bahwa pada proses evolusi alami, setiap individu harus melakukan adaptasi terhadap lingkungan disekitarnya agar dapat bertahan hidup[5].

Algoritma genetika diilhami oleh ilmu genetika, karena itu istilah yang digunakan dalam algoritma genetika banyak diadaptasi dari ilmu tersebut. Pada algoritma genetika teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah kromosom. Dan, setiap individu hanya mempunyai satu kromosom. Kromosom terdiri atas gen yang tersusun secara linier. Posisi yang ditempati gen dalam kromosom disebut loci, sedangkan nilai yang terdapat dalam gen disebut *allele*[2][5].

Populasi awal dibangun dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut fungsi *fitness*. Fungsi *fitness* dapat berupa fungsi matematika atau fungsi lainnya dengan melihat permasalahan yang hendak diselesaikan. Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dari populasi tersebut. Kromosom yang berkualitas baik mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk terpilih menjadi induk(*parent*) [2][5].

Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*offspring*) yang terbentuk dari gabungan dua kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*). Selain penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan cara mutasi. Kondisi berhenti dari algoritma genetika apabila solusi yang diberikan telah konvergen atau jumlah generasi yang diminta telah tercapai[2][5].

Apabila $P(t)$ dan $C(t)$ merupakan *parent* dan *offspring* pada generasi t , maka *pseudo code* dari algoritma genetika dapat dituliskan[3]:

```

procedure AlgoritmaGenetika
begin
   $t \leftarrow 0$ ;
  inisialisasi  $P(t)$ ;
  evaluasi  $P(t)$ ;
  while (bukan kondisi berhenti) do
    kombinasikan  $P(t)$  untuk menghasilkan  $C(t)$ ;
    evaluasi  $C(t)$ ;
    pilih  $P(t+1)$  dari  $P(t)$  dan  $C(t)$ ;
     $t \leftarrow t+1$ ;
  end while
end

```

Pada algoritma genetika terdapat beberapa tahap penyelesaian, antara lain:

1. Pengkodean

Langkah pertama pada algoritma genetika adalah menerjemahkan / merepresentasikan masalah riil menjadi terminologi biologi. Cara untuk merepresentasikan masalah ke dalam bentuk kromosom disebut pengkodean. Terdapat beberapa cara pengkodean seperti pengkodean biner, permutasi, nilai, dan pohon. Pemilihannya berdasarkan masalah yang dihadapi.

2. Seleksi

Proses seleksi bertanggung jawab untuk melakukan pemilihan terhadap individu yang hendak diikuti dalam proses reproduksi. Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Seleksi mempunyai tujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang mempunyai nilai *fitness* terbaik. Beberapa metode seleksi antara lain; roda *roulette*, ranking, dan turnamen.

3. Perkawinan silang

Proses perkawinan silang (*crossover*) berfungsi untuk menghasilkan keturunan dari dua buah kromosom induk yang terpilih. Kromosom anak yang dihasilkan merupakan kombinasi gen-gen yang dimiliki oleh kromosom induk.

4. Mutasi

Setelah melalui proses perkawinan silang, pada *offspring* dapat dilakukan proses mutasi. Mutasi dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada sebuah gen atau lebih dari sebuah individu. Tujuan dari mutasi adalah agar individu-individu yang ada dalam populasi semakin bervariasi. Mutasi akan sangat berperan jika pada populasi awal hanya ada sedikit solusi yang mungkin terpilih. Sehingga, operasi itu sangat berguna dalam mempertahankan keanekaragaman individu dalam populasi meskipun dengan mutasi tidak dapat diketahui apa yang terjadi pada individu baru.

3. METODE

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Model genetika

Pengkodean yang digunakan pada penjadwalan ujian adalah pengkodean nilai. Pemilihan pengkodean nilai adalah untuk merepresetasikan langsung pada masalah riil. Komponen penjadwalan ujian yang akan dibuat model genetika adalah waktu, dan ruang. Waktu memiliki dua komponen yaitu hari dan jam dilaksanakannya ujian. Sehingga model genetika dari penjadwalan ujian terdiri dari hari, jam, dan ruang.

Pada kasus penjadwalan dengan model genetika yang terdiri dari ruang, hari, dan jam akan terjadi banyak iterasi. Hal tersebut dikarenakan diperlukan suatu nilai yang sesuai agar mendapatkan kombinasi yang tepat antara variabel dosen, waktu, dan ruang yang tidak saling konflik. Semakin banyak iterasi yang dilakukan, maka waktu yang dibutuhkan akan semakin lama.

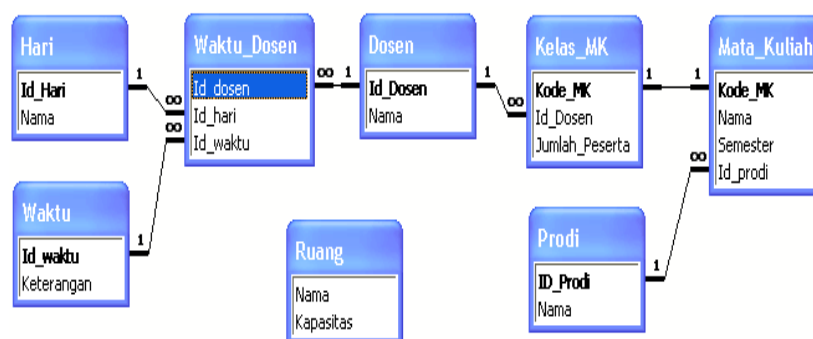
Oleh karena itu maka penyelesaian masalah penjadwalan ujian akan diselesaikan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah menempatkan kelas mata kuliah pada slot waktu yang tersedia. Pada tahap pertama diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Tahap ini diselesaikan terlebih dahulu karena banyaknya aturan yang berhubungan dengan variabel waktu. Tahap kedua adalah menempatkan kelas mata kuliah yang telah mendapatkan slot waktu pada ruangan yang sesuai dan pada tahap ini diselesaikan dengan penelusuran biasa.

Pembagian model genetika menjadi dua tahap diharapkan akan dapat menyelesaikan masalah penjadwalan lebih cepat karena pencarian kombinasi yang tidak saling konflik antara ruang dan waktu tidak dilakukan secara bersama melainkan pada tahap yang berbeda.

Pada tahap pertama mata kuliah yang akan diujikan disusun secara berurutan dalam kromosom, karena setiap mata kuliah harus dialokasikan waktu ujian. Pengurutan dilakukan sesuai dengan urutan dosen yang mengajar, hal tersebut dilakukan untuk memudahkan pengecekan waktu kesediaan dosen. Setelah seluruh kelas mata kuliah menempati slot waktu, maka langkah selanjutnya adalah pada tahap kedua yaitu mengalokasikan ruang yang sesuai dengan kapasitas mahasiswa.

2. Rancangan basis data

Basis data dibangun terdiri dari komponen utama penjadwalan ujian dan juga pengembangan dari beberapa komponen utama. Komponen utama antara lain mata kuliah, ruang, dan waktu. Sedangkan pengembangan dari komponen utama adalah waktu yang terdiri dari hari dan jam kuliah. Selain itu juga terdapat kelas mata kuliah, yang digunakan sebagai pengkodean kromosom dalam program, yang sekaligus hasil dari pembuatan jadwal. Berikut adalah skema basis data



Gambar 1. Skema basis data

3. Inisialisasi kromosom

Inisialisasi kromosom direpresentasikan dalam bentuk larik dengan tipe data *record* yang berisi data yang mendukung proses penjadwalan. Panjang dari kromosom adalah sebanyak gen yang ada, dalam hal ini setiap gen mewakili mata kuliah yang diujikan.

Tabel 1. Inisialisasi kromosom

Id_Dosen	1	1	2	3	3	4
Id_MK	1	2	3	4	5	6

Kromosom 1	1,2	2,4	3,5	4,4	2,1	3,1
Kromosom 2	2,2	1,4,	3,3	1,1	5,4	4,2
.....
Kromosom n	1,5	4,5	3,4	2,2	4,5	1,1

Pada Tabel 1 merupakan ilustrasi dari inisialisasi kromosom. Pada inisialisasi kromosom, mata kuliah diurutkan berdasarkan id dosen, hal ini dilakukan untuk lebih memudahkan penghitungan nilai *cost*. Setelah terjadi proses genetika dihasilkan kromosom-kromosom yang terdiri dari beberapa gen (sesuai dengan jumlah mata kuliah) yang berisi slot waktu (hari dan jam) untuk setiap mata kuliah.

4. Fungsi fitness dan seleksi

Individu-individu dalam populasi telah terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *fitness* setiap individu. Penghitungan dilakukan dengan memberikan pinalti untuk setiap aturan yang digunakan dalam penjadwalan. Semakin wajib aturan dilaksanakan, maka akan semakin besar nilai pinalti yang diberikan. Berikut aturan penghitungan fungsi *fitness*: [4]

$$f(g) = 1 / (1 + \sum P_i v_i(g));$$

dimana P_i adalah pinalti yang diberikan untuk aturan i , dan $v_i(g) = 1$ jika jadwal g melanggar aturan i , bernilai 0 jika sebaliknya.

Tabel 2. Aturan dan nilai pinalti

Aturan	Nilai Pinalti
Kesediaan waktu dosen	1
Tabrakan mata kuliah wajib dan pilihan	2
Konflik waktu dosen	3
Tabrakan mata kuliah satu semester	3

Apabila *penghitungan fitness* setiap individu telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah seleksi induk. Seleksi yang digunakan adalah seleksi roda *roulette*. Pada seleksi roda *roulette*, semakin tinggi nilai *fitness* maka semakin besar kemungkinan untuk terpilih menjadi induk.

5. Perkawinan silang

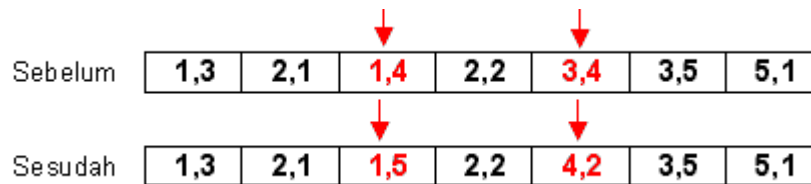
Perkawinan silang yang digunakan adalah perkawinan silang satu titik. Pada perkawinan ini dilakukan dengan cara menukar nilai gen pada posisi gen yang sama dari kedua induk. Penukaran gen tersebut juga harus dilakukan pengecekan apakah individu baru yang terbentuk sesuai dengan aturan yang berlaku.

Kromosom 1	4,5	2,2	2,5	3,3	3,5	1,3	5,1
Kromosom 2	5,3	1,2	2,3	3,2	1,4	2,2	4,2
Anak	4,5	2,2	2,5	3,3	1,4	2,2	4,2

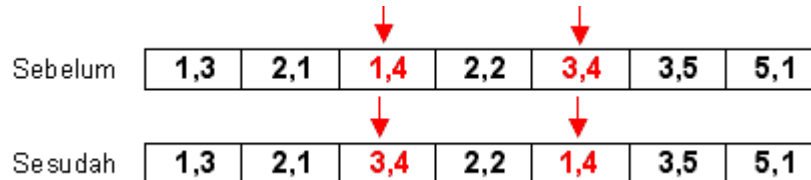
Gambar 2. Ilustrasi perkawinan silang

6. Mutasi

Mutasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara random dan cara *swap* atau penukaran. Mutasi cara pertama adalah dengan menentukan dua gen yang akan dimutasi. Setelah itu nilai kedua gen tersebut dirandom ulang untuk mendapatkan nilai yang baru. Pada cara kedua adalah dengan menukar langsung nilai dari gen. Pemilihan cara mutasi dilakukan secara random.



Gambar 3. Ilustrasi mutasi cara random



Gambar 4. Ilustrasi mutasi cara swap

7. Pembagian ruang

Pembagian ruangan dilakukan setelah kelas mata kuliah yang diujikan menempati slot waktu yang tersedia. Pada tahap ini dilakukan pembagian alokasi ruangan sekaligus dilakukan pengecekan jumlah peserta mata kuliah. Apabila jumlah peserta sesuai dengan kapasitas, maka pengecekan selanjutnya adalah penggunaan ruangan tersebut. Ruangan yang sudah digunakan kelas mata kuliah yang lain pada waktu dan jam sama akan mempunyai nilai 100 dan jika belum nilainya 0.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ujicoba dilakukan dengan memasukkan data penjadwalan ujian semester genap jurusan matematika tahun ajaran 2005/2006. Adapun data yang dimasukkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data penjadwalan

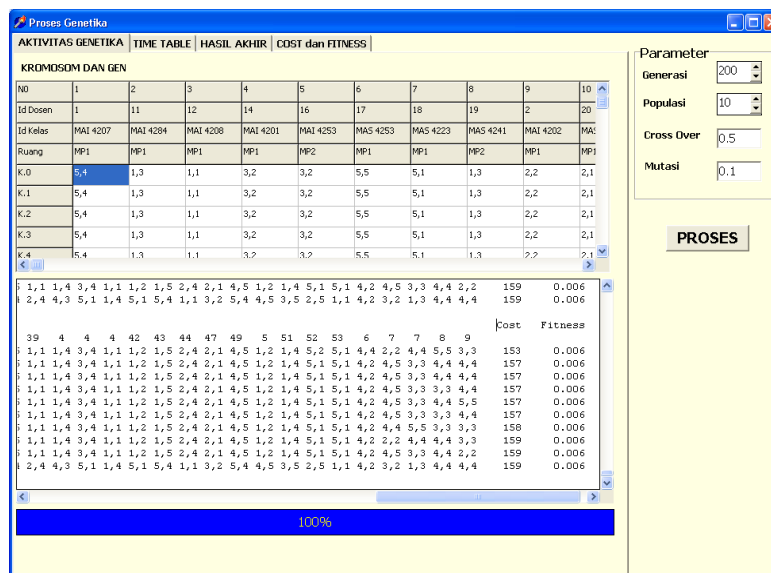
Dosen	53
Mata kuliah	61
Ruang	9
Penugasan dosen	56

Langkah selanjutnya untuk pembuatan jadwal ujian adalah dengan mengisikan nilai parameter genetika. Secara *default* aplikasi memiliki kombinasi parameter sebagai berikut:

Tabel 5. Kombinasi *default* parameter genetika

Generasi	200
Populasi	10
Perkawinan silang	0.5
Mutasi	0.1

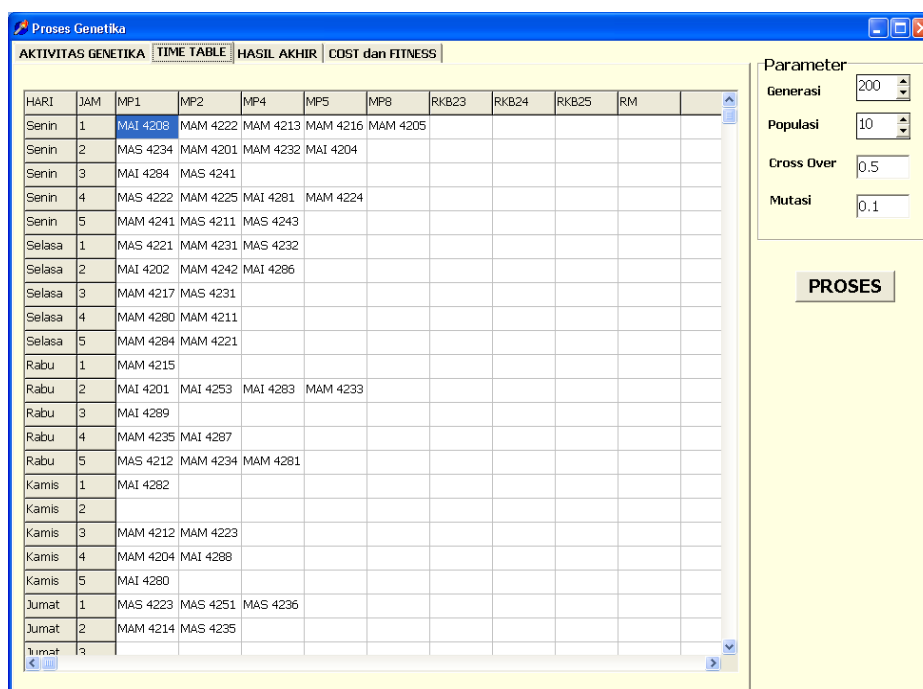
Apabila nilai parameter sudah ditentukan, maka proses selanjutnya adalah pembuatan jadwal. Berikut hasil dari penjadwalan:



Gambar 6. Form aktivitas genetika

Pada Gambar 6 dapat dilihat proses pembuatan jadwal ujian. Pada tabel kromosom dan gen dapat dijelaskan pada baris id dosen dan id kelas adalah mengambil seluruh data penugasan dosen(id dosen dan mata kuliah) dan data tersebut disusun secara urut berdasarkan id dosen. Pada baris ruang adalah hasil dari pembagian ruang yang dilakukan dengan menggunakan algoritma penelusuran biasa. Pada baris selanjutnya adalah hasil dari proses genetika. Setiap mata kuliah yang diujikan diberikan nilai random yang merupakan kombinasi hari dan jam kuliah.

Pada saat program dijalankan akan terlihat adanya perubahan nilai-nilai gen mulai dari inialisasi populasi sampai dengan generasi terakhir. Perubahan juga akan terlihat pada nilai *cost* dan *fitness*, semakin mendekati generasi ke-200 nilai *cost* akan semakin menurun dan sebaliknya nilai *fitness* akan semakin naik. Jadwal ujian diperoleh dari kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik pada sebuah generasi. Berikut hasil dari pembuatan jadwal ujian menggunakan algoritma genetika:



Gambar 7. Form time table

Proses Genetika						
AKTIVITAS GENETIKA						
No	Kode	Mata Kuliah	Dosen	Hari	Jam	Ruang
1	MAI 4207	Pengolahan Citra Digital	M. Arif rahman	Jumat	4	MP1
2	MAI 4284	Jar. Saraf Tiruan	Dewi Yanti L	Senin	3	MP1
3	MAI 4208	Kecerdasan Buatan	Laili	Senin	1	MP1
4	MAI 4201	Pemrograman II	Candra dewi	Rabu	2	MP1
5	MAI 4253	MPP1	Loekito Adi S	Rabu	2	MP2
6	MAS 4253	MPP1	Waego Hadi N	Jumat	5	MP1
7	MAS 4223	Analisis Variansi	Soepraptini	Jumat	1	MP1
8	MAS 4241	Riset Operasi Lanjut	NI Wayan Surya W	Senin	3	MP2
9	MAI 4202	Algoritma I	Wayan Firdaus M	Selasa	2	MP1
10	MAS 4221	Met. Statistika II	Henny Pramodyo	Selasa	1	MP1
11	MAS 4212	Stat. Matematika II	Maria Bernadetha M	Rabu	5	MP1
12	MAI 4282	Basis Data Terdistribusi	Agus Widodo	Kamis	1	MP1
13	MAM 4212	Fungsi Khusus	Agus Widodo	Kamis	3	MP1
14	MAM 4217	Kalkulus Beda Hingga	Agus Widodo	Selasa	3	MP1
15	MAM 4284	Matematika Lanjut	Hery Subagyo	Selasa	5	MP1
16	MAM 4241	Geometri Analitik	Hery Subagyo	Senin	5	MP1
17	MAS 4234	Metode Peramalan	Heni Kusdarwati	Senin	2	MP1
18	MAS 4211	Teori Peluang	Heni Kusdarwati	Senin	5	MP2
19	MAS 4222	Analisis Data	Solimun	Senin	4	MP1
20	MAS 4251	Kapita Selekt	Solimun	Jumat	1	MP2
21	MAM 4223P	Teori Modul	Ari Andari	Kamis	3	MP2
22	MAS 4231	Stat. Pengendali Mutu	Mudjiono	Selasa	3	MP2
23	MAM 4231	Matematika Diskrit I	Marsufi	Selasa	1	MP2

Parameter

Generasi: 200

Populasi: 10

Cross Over: 0.5

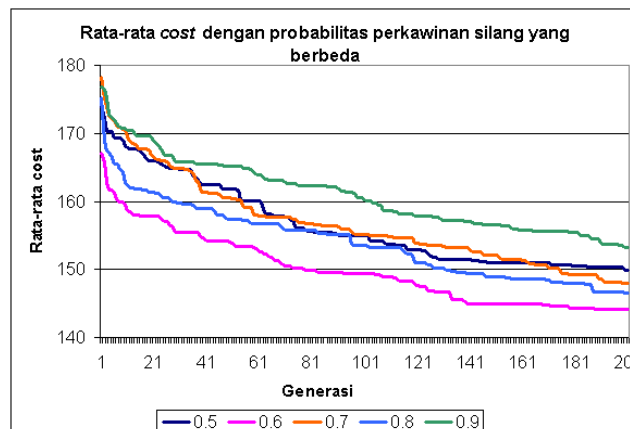
Mutasi: 0.1

PROSES

Gambar 8. Form hasil akhir

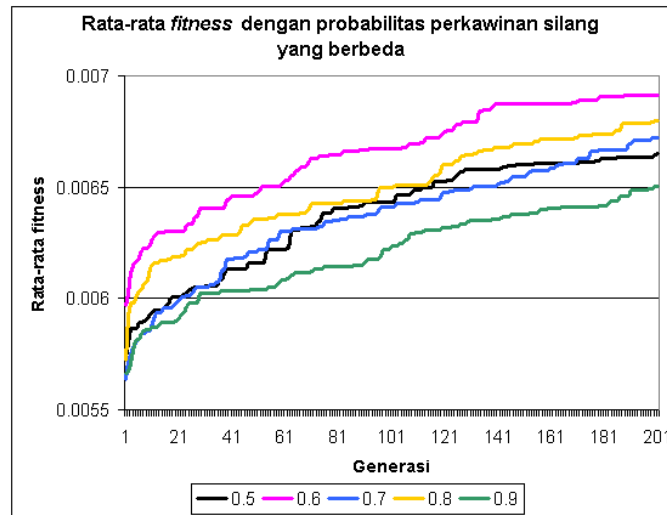
Analisa Hasil

Pada analisa hasil akan dilakukan uji coba dengan mengganti nilai parameter probabilitas perkawinan silang. Uji coba dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan nilai *cost* dan nilai *fitness*. Nilai probabilitas perkawinan silang yang diujikan adalah 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Uji coba dilakukan masing-masing 10 kali percobaan untuk setiap nilai probabilitas perkawinan silang.



Gambar 9. Grafik perbandingan rata-rata *cost* dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda

Berdasarkan uji coba yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata nilai *cost* akan semakin rendah dengan semakin besar probabilitas perkawinan silang. Namun pada kondisi tertentu nilai *cost* akan kembali tinggi. Probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan adalah 0.6, karena pada probabilitas tersebut nilai rata-rata *cost* terendah.



Gambar 10. Grafik perbandingan rata-rata *fitness* dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda

Berdasarkan uji coba yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata nilai *fitness* akan semakin tinggi dengan semakin besar probabilitas perkawinan silang, namun pada kondisi tertentu nilai *fitness* akan kembali rendah. Probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan adalah 0.6, karena pada probabilitas tersebut nilai rata-rata *fitness* tertinggi.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dibuat model genetika untuk masalah penjadwalan ujian. Algoritma genetika dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ujian. Jadwal ujian diperoleh dari kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik

Pada kasus penjadwalan ujian nilai probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan adalah 0.6. Pada probabilitas 0.6 didapatkan nilai *fitness* tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gen, Mitsuo and Runwei, Cheng. *Genetic Algorithms And Engineering Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York: 1997.
- [2] Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta: 2003
- [3] Michalewicz, Zbigniew. *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Springer. New York: 1999
- [4] Ross, P., Dave C, Hsiao L. F. *Successful Lecture Timetabling with Evolutionary Algorithms*. Departement of Artificial Intelligence, University of Edinburgh, U. K. 1994
www.citeseer.1st.psu.edu. Tanggal akses: 3 April 2006
- [5] Setiawan, Kuswara. *Paradigma Sistem Cerdas (Jaringan Saraf Tiruan, Logika Fazi dan Algoritma Genetik)*. Bayumedia Publishing. Malang: 2003.