

**OPTIMASI PENJADWALAN *SHIFT*
KARYAWAN MAGANG PT.X
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

SKRIPSI

oleh:

**ARGASENA PRASETYO PRIBADI
0210960010-96**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2007**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**OPTIMISASI PENJADWALAN *SHIFT* KARYAWAN
MAGANG PT X MENGGUNAKAN ALGORITMA
GENETIKA**

oleh:

**ARGASENA PRASETYO PRIBADI
0210960010-96**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 22 November 2007
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer dalam bidang Ilmu Komputer

Pembimbing I,

**Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si.MT
NIP. 132 158 724**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Agus Suryanto, MSc.
NIP. 132 126 049**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Argasena Prasetyo Pribadi
NIM : 0210960010-96
Jurusan : Matematika
Program Studi : Ilmu Komputer
Penulis tugas akhir berjudul : OPTIMISASI PENJADWALAN
SHIFT KARYAWAN MAGANG PT X MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIKA

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 22 November 2007
Yang menyatakan,

Argasena Prasetyo Pribadi
NIM. 0210960010-96

OPTIMISASI PENJADWALAN *SHIFT* KARYAWAN MAGANG PT X MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

ABSTRAK

Penyusunan jadwal shift bagi karyawan *part time* adalah suatu pekerjaan yang sangat rumit karena harus mengkombinasikan antara jumlah pekerja, kesediaan waktu pekerja, tempat atau gerai, dan dilengkapi dengan sejumlah aturan yang harus dilaksanakan.

Pembuatan jadwal baru sangat menyita waktu, sedangkan masih banyak pekerjaan lain yang juga harus diselesaikan. Masalah penjadwalan shift garda depan merupakan salah satu masalah *NP-complete*, yaitu masalah yang sulit untuk dicari penyelesaiannya tetapi jika ditemukan suatu solusi akan sangat mudah mengecek kebenarannya. Algoritma genetika adalah salah satu algoritma heuristik yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan masalah *NP-complete*.

Pada skripsi ini penjadwalan shift garda depan di PT X diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Model dan aturan yang digunakan adalah berdasarkan pada model dan aturan yang digunakan oleh PT X. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, diperoleh nilai probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan pada masalah penjadwalan karyawan adalah 0.6 bagi karyawan senior dan 0.9 bagi karyawan junior.

PT X PART-TIME WORK SHIFT SCHEDULING OPTIMALISASION WITH GENETIC ALGORITHM

ABSTRACT

Work shift scheduling for part-time workers is a complicated task, because it has to combine several variables, such as the number of workers, the workers' availability, the number of places, and it is also completed with several rules that must be done.

Making new schedule takes a lot of time, while so many other tasks should be done. Work Shift Scheduling is one of the NP-Complete Problem. NP-Complete Problem is a problem that is difficult to find its solution, but if the solution has found, it will be very easy to validate the result. Genetic Algorithm is one of the heuristic algorithm which can be used to solve the NP-Complete problem.

In this theses, work shift scheduling at PT X is solved by using genetic algorithms. The models and rules used in this thesis is based on models and rules used in PT X. Based on the try-out which was done, the optimum value of the probability of crossover which was used on lecture time-tabling was 0.6 for senior Workers and 0.9 for junior Workers

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada TUHAN YME atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dalam bidang Ilmu Komputer

Tugas akhir ini bertujuan untuk menerapkan algoritma genetika sebagai alternatif solusi masalah penjadwalan mata kuliah dengan menggunakan perangkat lunak.

Pada penyusunan tugas akhir ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Wayan Firdaus Mahmudi, S.Si., MT, selaku pembimbing utama penulisan tugas akhir.
2. Bapak Drs. M. Arif Rahman, M.Kom, selaku penasehat akademik.
3. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
4. Segenap staf dan karyawan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu Penulis dalam pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.
5. Orang tua Penulis atas dukungan materi dan doa restunya yang tidak pernah putus.
6. Rekan-rekan di Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuannya demi kelancaran pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan alumni Ilmu Komputer FMIPA Universitas Brawijaya serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan ini, oleh karena itu Penulis sangat menghargai saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan penulisan dan mutu isi tugas akhir ini untuk kelanjutan penelitian serupa di masa mendatang.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat. Amin.

Malang, November 2007

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Penjadwalan.....	5
2.3 Penjadwalan Karyawan.....	6
2.3 Struktur Umum Algoritma Genetika.....	6
2.4 Algoritma Genetika	6
2.5 Pengkodean.....	10
2.5.1 Pengkodean Biner.....	11
2.5.2 Pengkodean Permutasi.....	11
2.5.3 Pengkodean Nilai.....	12
2.5.4 Pengkodean Pohon.....	12
2.6 Operator Dalam Algoritma Genetika	13
2.6.1 Seleksi.....	13
2.6.1.2 Seleksi Roda <i>Roulette</i>	14
2.6.1.2 Seleksi Rangkaing	15
2.6.1.3 Seleksi Turnamen	16
2.6.2 Perkawinan Silang.....	17
2.6.2.1 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Biner	17
2.6.2.2 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Permutasi ..	20
2.6.2.3 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Nilai	20

2.6.2.4 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Pohon.....	21
2.6.3 Mutasi.....	21
2.6.3.1 Mutasi Pada Pengkodean Biner.....	22
2.6.3.2 Mutasi Pada Pengkodean Permutasi.....	22
2.6.3.3 Mutasi Pada Pengkodean Nilai.....	22
2.6.3.4 Mutasi pada Pengkodean Pohon.....	23
2.7 Penjadwalan Karyawan Menggunakan Algoritma Genetika.....	23

BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN

3.1 Gambaran Umum Sistem.....	25
3.1.1 Metodologi penelitian.....	25
3.1.2 Pengumpulan Informasi.....	26
3.1.3 Perancangan Sistem.....	26
3.1.4 Implementasi Sistem.....	26
3.2 Karakteristik Komponen Penyusun Jadwal.....	27
3.3 Aturan-Aturan Penjadwalan.....	28
3.4 Reprerentasi Pengkodean Kromosom Dalam Program.....	29
3.5 Inisialisasi Kromosom.....	32
3.6 Struktur Data.....	32
3.7 Fungsi <i>Fitness</i>	34
3.8 Seleksi.....	36
3.9 Perkawinan Silang.....	36
3.10 Mutasi.....	37
3.11 Alokasi Gerai.....	38
3.12 Rancangan Proses.....	38
3.13 rancangan Database.....	43

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi.....	45
4.1.1 Input Data.....	45
4.1.2 Deskripsi Program.....	48
4.1.2.1 Inisialisasi Kromosom.....	48
4.1.2.2 Seleksi.....	50
4.1.2.3 Perkawinan Silang.....	50
4.1.2.4 Mutasi.....	51
4.1.2.5 Pembagian Gerai.....	52
4.2 Penerapan Aplikasi.....	53
4.3 Analisa Hasil.....	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67

DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

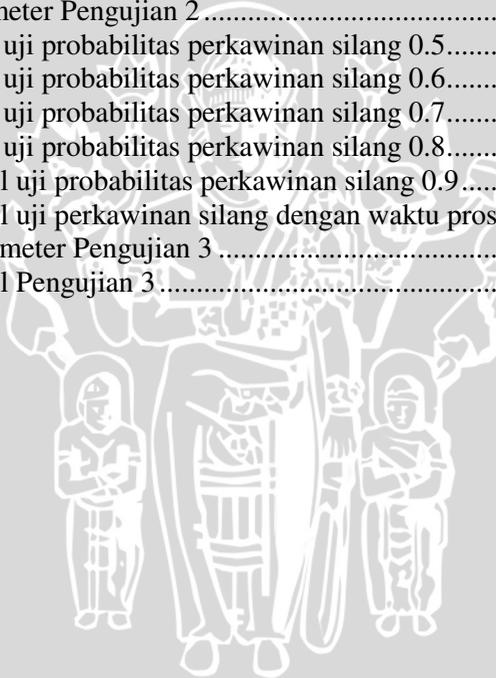
Gambar	2.1 Ruang pencarian x pada fungsi optimum $f(x)$	10
Gambar	2.2 Contoh kromosom pada pengkodean biner	13
Gambar	2.3 Contoh kromosom pada pengkodean permutasi..	14
Gambar	2.4 Contoh kromosom pada pengkodean nilai.....	14
Gambar	2.5 Contoh kromosom dengan pengkodean pohon....	15
Gambar	2.6 Contoh populasi dengan 5 kromosom	16
Gambar	2.7 Probabilitas suatu kromosom dalam roda <i>roulette</i>	17
Gambar	2.8 Keadaan sebelum dirangking.....	18
Gambar	2.9 Keadaan setelah dirangking	18
Gambar	2.10 Kawin silang satu titik.....	20
Gambar	2.11 Kawin silangdua titik	20
Gambar	2.12 Kawin ailang seragam	21
Gambar	2.13 Kawin silang aritmatik	21
Gambar	2.14 Kawin silang Rekombinasi.....	21
Gambar	2.15 Kawin Silang Pada Pengkodean Permutasi.....	22
Gambar	2.16 Kawin Silang 2 titik Pada Pengkodean Nilai	22
Gambar	2.17 Kawin Silang 2 titik Pada Pengkodean Nilai	23
Gambar	2.18 Kawin Silang Pada Pengkodean Pohon	23
Gambar	2.19 Mutasi Pada Pengkodean Biner.....	24
Gambar	2.20 Mutasi Pada Pengkodean Permutasi	24
Gambar	2.20 Mutasi Pada Pengkodean Nilai	25
Gambar	3.1 Model tahap 1	30
Gambar	3.2 Model tahap 2	31
Gambar	3.3 Contoh Jadwal.....	31
Gambar	3.4 Inisialisasi Kromosom.....	32
Gambar	3.5 Struktur Data.....	33
Gambar	3.6 Ilustrasi perkawinan silang	38
Gambar	3.7 Ilustrasi mutasi cara penyisipan.....	38
Gambar	3.8 Ilustrasi mutasi cara <i>swap</i>	39
Gambar	3.9 DFD level 0	40
Gambar	3.10 DFD level 1	41
Gambar	3.11 DFD level 2.....	42
Gambar	3.12 Rancangan Database	45
Gambar	4.1 Tampilan utama aplikasi	47
Gambar	4.2 <i>Form</i> Garda Depan.....	48
Gambar	4.3 <i>Form</i> Gerai	48

Gambar	4.4 <i>Form</i> Hari	49
Gambar	4.5 <i>Form</i> kesediaan waktu GardaDepan.....	49
Gambar	4.6 <i>Form</i> Shift.....	50
Gambar	4.7 <i>Form</i> aktivitas genetika.....	56
Gambar	4.8 <i>Form</i> hasil akhir	57
Gambar	4.9 Grafik perbandingan rata-rata <i>cost</i> populasi yunior dengan probabilitas yang berbeda.....	63
Gambar	4.10 Grafik perbandingan rata-rata <i>fitness</i> dengan populasi yunior dengan probabilitas yang berbeda.....	63
Gambar	4.11 Grafik perbandinagn rata-rata <i>cost</i> populasi senior dengan probabilitas yang berbeda.....	64
Gambar	4.12 Grafik perbandingan rata-rata <i>fitness</i> dengan populasi senior dengan probabilitas yang berbeda	64



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pembagian Shift.....	28
Tabel 3.2 Struktur Data.....	34
Tabel 3.3 Aturan dan nilai pinalti	35
Tabel 3.4 Keterangan DFD level 2	43
Tabel 4.1 Data penjadwalan.....	55
Tabel 4.2 Kombinasi <i>default</i> parameter genetika	55
Tabel 4.3 Parameter Pengujian 1	58
Tabel 4.4 Hasil Pengujian 1.....	59
Tabel 4.5 Parameter Pengujian 2	60
Tabel 4.6 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.5.....	60
Tabel 4.7 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.6.....	61
Tabel 4.8 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.7.....	61
Tabel 4.9 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.8.....	62
Tabel 4.10 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.9.....	62
Tabel 4.11 Hasil uji perkawinan silang dengan waktu proses	65
Tabel 4.12 Parameter Pengujian 3	66
Tabel 4.13 Hasil Pengujian 3.....	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam setiap bentuk organisasi, manusia (*people*) merupakan entitas utama dalam melakukan aktivitasnya. Terlebih untuk organisasi bisnis, manusia merupakan salah satu faktor produksi yang berperan dalam mencapai tujuan bisnis. Sebagai salah satu pilar fungsional dari organisasi bisnis adalah manajemen sumber daya manusia (*human resource management*), yaitu sekumpulan aktivitas organisasi untuk mengembangkan dan memelihara tenaga kerja agar efektif (Ebert & Griffin, 2006).

PT.X setiap tahun merekrut 21 orang mahasiswa dengan status magang untuk menjadi karyawan garda depan. Kemudian bergabung dengan 21 karyawan garda depan sebelumnya. 42 karyawan ini akan ditempatkan di 2 gerai yang ada. Karyawan garda depan ini (selanjutnya disebut karyawan) sendiri adalah istilah yang merujuk pada pegawai yang bertugas pada posisi-posisi *greeter, cleaning service, pantry* dan *cooker*.

Selama ini masalah penjadwalan shift kerja di PT.X telah menjadi suatu masalah yang sangat mendesak untuk segera diselesaikan. Selain masih manual, pada waktu-waktu tertentu semakin banyak komponen yang terlibat sehingga semakin mempersulit pembuatan jadwal yaitu pertambahan jumlah karyawan, jumlah gerai.

Permasalahan paling utama adalah bagaimana menempatkan karyawan pada semua cabang operasional, bagaimana agar jumlah shift bagi masing-masing garda depan dapat sama, sehingga upah lembur dapat dikurangi, meningkatkan kerjasama setiap karyawan dengan siapapun yang menjadi teman satu regunya, dan karyawan bisa bekerja sesuai dengan kesediaan waktunya.

Pengertian jadwal menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan urutan kerja; daftar atau tabel kegiatan atau rencana waktu kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci. Sedangkan pengertian penjadwalan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah proses, cara, perbuatan menjadwalkan atau memasukkan dalam jadwal.

Komponen-komponen utama dari penjadwalan *shift* kerja adalah waktu, pekerja, kesediaan waktu dari pekerja, tempat, dan aturan-aturan yang telah ditetapkan oleh organisasi tersebut. Hasil dari proses penjadwalan *shift* merupakan pengelompokan-pengelompokan dari komponen-komponen utama secara bersama-sama dengan memperhatikan aturan-aturan yang telah ditetapkan oleh organisasi tersebut.

Masalah penjadwalan *shift* merupakan masalah yang termasuk dalam masalah *NP-Complete*. Hal ini disebabkan pengaturan jadwal akan menjadi rumit saat komponen-komponen utama yang terlibat di dalamnya semakin besar. Misal jumlah pekerja yang bertambah, keanekaragaman waktu luang yang dimiliki oleh tiap pekerja, dan tempat (gerai) yang harus dijaga juga semakin banyak.

Algoritma Genetika yang dikembangkan oleh John Holland pada tahun 1960 merupakan program komputer yang mensimulasikan proses evolusi. Dalam hal ini populasi dari kromosom dihasilkan secara random dan memungkinkan untuk berkembang biak sesuai dengan hukum-hukum evolusi dengan harapan akan menghasilkan individu kromosom yang prima. Kromosom ini pada kenyataannya adalah kandidat penyelesaian dari masalah, sehingga bila kromosom yang baik berkembang, solusi yang baik terhadap masalah diharapkan akan dihasilkan.

Berdasarkan hal tersebut, disusun sistem penjadwalan *shift* kerja di PT.X dengan menggunakan algoritma genetika.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat dirumuskan masalah yang diteliti, yaitu bagaimana menyelesaikan masalah pembuatan jadwal *shift* (*work shift scheduling*) karyawan di PT.X, dengan menggunakan algoritma genetika.

1.3 Batasan Masalah

Masalah penjadwalan yang diteliti adalah masalah penjadwalan *shift* kerja karyawan, yaitu penempatan karyawan dan *shift* kerja karyawan. Penelitian ini hanya akan digunakan untuk menyelesaikan

masalah penjadwalan shift kerja karyawan di PT X untuk wilayah Malang

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Membuat model genetika untuk masalah penjadwalan shift
2. Membuat algoritma genetika sebagai penyelesaian masalah penjadwalan shift
3. Membuat program penjadwalan shift sebagai bentuk penerapan dari algoritma genetika yang diteliti

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat bagi PT.X bagi penulis, dan bagi ilmu pengetahuan pada umumnya.

Secara umum, penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif untuk menyelesaikan masalah penjadwalan shift secara terkomputerisasi sehingga nantinya akan dapat memperluas penggunaan algoritma genetika.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian, tujuan penelitian, tinjauan, metodologi serta sistematika laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan sistem yang akan dibuat, yaitu tentang konsep dasar algoritma genetik.

BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang perancangan sistem yang akan dibangun menggunakan aturan-aturan penjadwalan, rancangan proses algoritma genetika, aplikasi yang digunakan untuk membangun rancangan tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai implementasi penjadwalan *shift* karyawan yang dibangun beserta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari uraian dan pembahasan yang ada dalam bab-bab sebelumnya serta saran-saran untuk penyempurnaan lebih lanjut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Marek Obitko dalam artikelnya yang berjudul *Introduction to GeneticAlgorithm* (Obitko,1998) secara jelas telah membahas mengenai konsep dasar algoritma genetika, seperti pengkodean kromosom, seleksi, perkawinan silang, mutasi, serta update generasi. Selain itu, Suyanto (2005) menjelaskan juga dengan lengkap konsep algoritma genetika menggunakan Matlab.

Sebagai referensi, telah banyak dilakukan penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika, di antaranya adalah Penjadwalan Mata Kuliah dengan Menggunakan Algoritma Genetika di FMIPA UGM (Maharani,2006) dan Pemakaian Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Job Shop Dinamis Non Deterministik (Nico Saputro,2004),optimasi penjadwalan mata kuliah dengan Algoritma genetika (Nia,2006)

2.2 Penjadwalan

Jadwal dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia mempunyai pengertian sebagai pembagian waktu berdasarkan pengaturan urutan kerja ;daftar atau tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu yang terperinci. Sedangkan pengertian Penjadwalan menurut buku yang sama adalah proses, perbuatan memasukkan sesuatu ke dalam jadwal. Pengertian penjadwalan yang lain adalah sebuah proses penugasan pada satu set sumberdaya. Hal tersebut merupakan konsep yang penting di dalam domain tertentu seperti dalam komputasi atau proses produksi.(wikipedia,2007)

Perencanaan dan penjadwalan otomatis dan sistematis adalah cabang dari kecerdasan buatan yang mengacu pada realisasi dari strategi atau urutan pekerjaan khususnya untuk pelaksanaan agen cerdas,robot otomatis ataupun kendaraan tak berawak. Bisa juga sebagai solusi dari sebuah masalah yang kompleks dengan pemecahan multidimensi.(wikipedia,2007).

2.3 Penjadwalan Karyawan

Dalam setiap bentuk organisasi, manusia (*people*) merupakan entitas utama dalam melakukan aktivitasnya. Terlebih untuk organisasi bisnis, manusia merupakan salah satu sumber daya yang memberikan kontribusi secara fisik dan mental dalam memproduksi secara ekonomis. Dalam konteks administrasi bisnis (manajemen) salah satu pilar fungsional dari organisasi bisnis adalah manajemen sumber daya manusia (*human resource management*), yaitu sekumpulan aktivitas organisasi untuk mengembangkan dan memelihara tenaga kerja agar efektif (Ebert & Griffin, 2006).

Penjadwalan karyawan adalah sebuah masalah yang kompleks yang terdiri dari manajemen alokasi waktu, manajemen ketersediaan tenaga kerja dan manajemen pemenuhan kebutuhan. Penjadwalan karyawan bergantung atas 3(tiga) variabel yaitu tenaga kerja, waktu yang tersedia, dan gerai atau tempat. Dimana setiap variable diikat peraturan-peraturan tertentu.

Sebagai salah satu pelaku ekonomi dan berorientasi pada keuntungan untuk menjaga kelangsungan dari perusahaan tersebut maka prinsip yang dipakai adalah menekan biaya dan tenaga kerja yang minimal untuk memenuhi permintaan maksimal. Untuk melaksanakan prinsip tersebut maka banyak perusahaan yang memakai metode *employee timetabling*, *workforce timetabling* yang salah satunya adalah penjadwalan shift karyawan (Burns & carter, 1985). Metode shift adalah metode dimana terjadi rotasi tenaga kerja berdasarkan aturan, waktu luang dan tempat untuk meningkatkan efektifitas dan profit perusahaan. Semakin banyak tenaga kerja, semakin sedikit waktu, dan tempat yang banyak maka akan semakin rumit penjadwalan dibuat.

2.4 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan bagian dari *evolutionary computing* yang terinspirasi oleh teori evolusi Darwin. Algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi ilmiah dan genetika ilmiah. Algoritma genetika sangat baik untuk menangani ruang pencarian yang sangat luas dan besar dan melakukan proses navigasi di dalamnya, dengan melihat

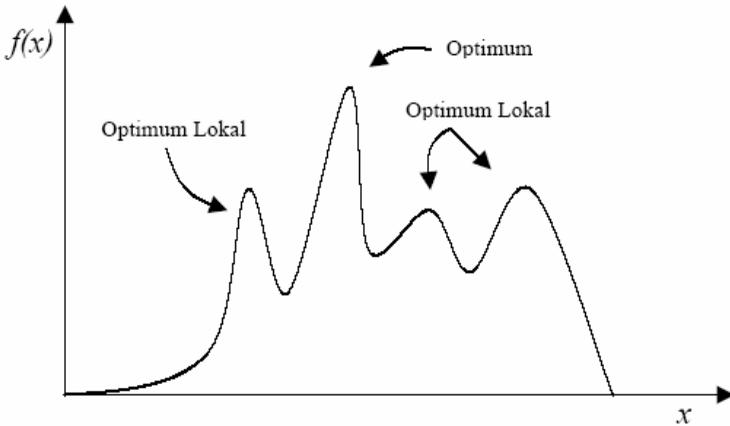
kombinasi solusi yang optimum (Mangano, 1995 dalam Williams,2002).

Algoritma genetika sendiri memiliki komponen-komponen yang terdiri dari problem untuk dipecahkan, teknik penkodean, inialisasi prosedur, fungsi evaluasi, pemilihan orangtua (*parents*), operator genetik, dan *setting* dari parameter (Williams, 2002).

Sifat dari algoritma genetika adalah mencari kemungkinan-kemungkinan dari kandidat solusi untuk mendapatkan suatu solusi yang optimal dari penyelesaian masalah. Ruang dari semua solusi yang layak disebut dengan ruang pencarian (*search space*). Setiap titik dalam ruang pencarian mewakili satu solusi yang mungkin. Kelayakan dari setiap solusi dalam ruang pencarian dapat ditandai dengan nilai *fitness* yang sesuai dengan masalah. Solusi yang dicari dalam algoritma genetika adalah satu atau lebih titik di antara solusi yang layak dalam ruang pencarian (Obitko, 1998). Sifat inilah yang menyebabkan algoritma genetika sangat tepat bila digunakan untuk menyelesaikan masalah *NP-Complete*.

Mencari solusi sama dengan mencari beberapa nilai ekstrim (maksimum atau minimum) dalam ruang pencarian (*search space*). Pada suatu saat, ruang pencarian (*search space*) didefinisikan dengan baik, tetapi biasanya kita hanya mengetahui sedikit titik dalam ruang pencarian. Dalam proses yang menggunakan algoritma genetika, proses dalam mencari solusi dapat menghasilkan titik yang lain atau dengan kata lain menghasilkan kemungkinan solusi yang lain.

Dalam ruang pencarian, hal yang harus dipikirkan sehubungan dengan penggunaan algoritma genetika untuk masalah optimasi adalah bahwa algoritma genetika harus dapat melakukan eksploitasi titik-titik solusi dalam ruang pencarian yang telah diperoleh kemudian mengevaluasinya dan selanjutnya mengeksplorasi titik-titik baru dalam ruang pencarian. Eksplorasi sangat penting untuk menghindari terperangkapnya pencarian dalam optimum local (*local optima*). *Local optima* merupakan titik-titik dalam ruang pencarian yang optimum pada bagian ruang pencarian tertentu saja. Sedangkan dalam optimisasi, hasil yang diharapkan adalah optimum global (*global optima*), yaitu titik-titik yang paling optimum dalam seluruh ruang pencarian (Maharani,2006).



Gambar 2.1 Ruang pencarian x dengan fungsi optimum $f(x)$
Terdapat satu titik optimum global dan tiga titik optimum lokal

Konvergensi prematur merupakan suatu permasalahan yang sering dijumpai dalam algoritma genetika. Hal ini terjadi bila populasi konvergen pada suatu solusi suboptimal. Mula-mula semua kromosom sangat jauh dari nilai optimal. Namun, ada satu kromosom yang memiliki nilai *fitness* paling tinggi dan mendekati local optima, misalkan kromosom A. Karena nilai fitnessnya lebih tinggi, maka kromosom A akan memproduksi banyak anak. Pada suatu generasi tertentu, kromosom A dan anak-anaknya akan mendominasi populasi. Pada kondisi yang tidak menguntungkan, kawin silang dan mutasi hanya akan menghasilkan kromosom-kromosom yang mendekati *local optima* sehingga terjadilah konvergensi prematur (Suyanto, 2005).

Dalam algoritma genetika, terdapat dua istilah fungsi yang sangat sering dipergunakan, yaitu fungsi evaluasi dan fungsi *fitness*. Istilah kedua fungsi ini sering sekali dipertukarkan. Bagaimanapun juga penting untuk membedakan antara fungsi evaluasi dan fungsi *fitness*. Fungsi evaluasi atau fungsi obyektif menyediakan suatu pengukuran performansi terhadap sekumpulan parameter tertentu. Fungsi *fitness* mentransformasikan pengukuran performansi tersebut menjadi suatu alokasi kesempatan untuk bereproduksi. Evaluasi terhadap suatu barisan yang menyatakan suatu kumpulan parameter tertentu bersifat independen terhadap evaluasi barisan-barisan lain. *Fitness* suatu

barisan selalu didefinisikan berdasarkan anggota-anggota lain dalam populasi (Williams, 2002).

Fitness didefinisikan dengan f_i/f , di mana f_i merupakan fungsi evaluasi dari kromosom i dan f adalah evaluasi rata-rata dari semua kromosom dalam populasi.

Struktur umum dari suatu algoritma genetika dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Sukmawan, 2003):

1. Membangkitkan populasi awal

Populasi awal ini dibangkitkan secara random sehingga didapatkan solusi awal. Populasi itu sendiri terdiri dari sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan

2. Membentuk generasi baru

Dalam membentuk generasi baru, digunakan tiga operator yaitu operator reproduksi, mutasi, dan perkawinan silang (*crossover*). Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membangun generasi baru, di mana generasi baru ini merupakan representasi dari solusi baru.

3. Evaluasi solusi

Proses ini akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai terpenuhi kriteria penghentian. Bila kriteria penghentian belum terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah 2. Beberapa kriteria penghentian yang sering digunakan antara lain adalah :

- 1) Berhenti pada generasi tertentu
- 2) Berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai *fitness* tertinggi tidak berubah.
- 3) Berhenti bila dalam n generasi berikut tidak didapatkan nilai *fitness* yang lebih tinggi.

Secara sederhana, proses algoritma genetika adalah sebagai berikut (Obitko, 1998) :

1. [Mulai] Menghasilkan populasi acak dari n kromosom (solusi yang sesuai dengan masalah).
2. [Fitness] Mengevaluasi fungsi fitness $f(x)$ dari setiap kromosom x dalam populasi

3. [Populasi Baru] Membuat populasi baru dengan mengulangi langkah-langkah berikut sampai populasi lengkap
4. [Seleksi] Memilih dua kromosom orang tua dari sebuah populasi sesuai dengan nilai fitnessnya
5. [Perkawinan Silang] Sesuai dengan besarnya perkawinan silang, orangtua terpilih disilangkan untuk membentuk anak. Jika tidak ada perkawinan silang, maka anak merupakan salinan dari orang tuanya.
6. [Mutasi] Sesuai dengan besarnya kemungkinan mutasi, anak dimutasi pada setiap posisi locus (posisi pada kromosom).
7. [Penerimaan] Menempatkan keturunan baru pada populasi
8. [Penggantian] Menggunakan populasi generasi baru untuk proses algoritma selanjutnya.
9. [Test] Jika kondisi terpenuhi, berhenti, dan kembali pada solusi terbaik pada populasi tersebut
10. [Ulangi] Kembali ke nomer 2

Apabila $P(t)$ dan $C(t)$ merupakan *parent* dan *offspring* pada generasi t , maka *pseudo code* dari algoritma genetika dapat dituliskan (Michalewicz,1999):

```

procedure AlgoritmaGenetika
begin
   $t \leftarrow 0$ ;
  inialisasi  $P(t)$ ;
  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

```

2.5 Pengkodean

Pengkodean adalah cara untuk merepresentasikan masalah ke dalam bentuk kromosom (Maharani, 2006). Kromosom sendiri dapat berupa deretan bit, bilangan riil, elemen permutasi, barisan fungsi,

atau elemen program. Oleh karena itu ada berbagai macam cara untuk melakukan pengkodean sesuai dengan jenis kromosom. Bagaimana cara mengkodekan masalah tergantung dari masalah itu sendiri

Berikut ini adalah beberapa skema pengkodean yang sering digunakan.

2.5.1 Pengkodean Biner

Pengkodean biner merupakan pengkodean yang paling umum, terutama karena riset pertama dalam algoritma genetika menggunakan pengkodean ini dan relatif sederhana. Pengkodean ini mengkodekan kromosom dalam bentuk barisan biner 0 dan 1. Pengkodean ini memberikan banyak kemungkinan kromosom, sekalipun pengkodean ini hanya terdiri dari bilangan 0 dan 1.

Contoh permasalahan yang menggunakan pengkodean ini adalah masalah ransel (*knapsack problem*). Dalam *knapsack problem* terdapat berbagai macam benda dengan berat dan ukuran yang berbeda-beda sedangkan kapasitas ransel terbatas. Permasalahan dalam *knapsack problem* adalah bagaimana memaksimalkan nilai barang yang dapat dimasukkan ke dalam ransel tersebut. Masalah ransel ini dapat diencodekan dengan barisan bit, di mana nilai jumlah bit menyatakan banyak benda yang ada. Nilai 1 menunjukkan benda ada di dalam ransel, sedangkan nilai 0 menyatakan bahwa benda tidak ada di dalam ransel.

Tabel 2.1 Contoh Kromosom dengan Pengkodean Biner

Kromosom A	101100101100101011100101
Kromosom B	11111111000001100000111111

2.5.2 Pengkodean Permutasi

Pengkodean permutasi digunakan dalam masalah yang memerlukan pengurutan data. Pada pengkodean permutasi, setiap kromosom merupakan barisan angka yang merepresentasikan angka pada urutan tertentu. Hasil dari perkawinan silang dan mutasi pada

pengkodean permutasi haruslah menghasilkan keturunan yang memiliki urutan yang tetap.

Tabel 2.2 Contoh Kromosom dengan Pengkodean Permutasi

Kromosom A	1 5 3 2 6 4 7 9 8
Kromosom B	9 6 7 5 4 3 2 1 8

Salah satu contoh masalah yang membutuhkan pengurutan data adalah masalah wiraniaga atau TSP (*Travelling Salesman Problem*). Pada permasalahan ini, terdapat beberapa kota. Antar kota tersebut terdapat jarak yang berbeda. Seorang salesman harus mengunjungi seluruh kota, tetapi dengan cara seefisien mungkin. Maka, harus dicari urutan kota dengan jarak perjalanan seminimal atau sedekat mungkin. Pada permasalahan ini, kromosom merepresentasikan urutan dari kota-kota yang akan dikunjungi oleh salesman tersebut.

2.5.3 Pengkodean Nilai (*Value Encoding*)

Pengkodean nilai digunakan untuk menangani masalah yang rumit, di mana nilai setiap kromosom adalah barisan nilai yang dikodekan dari representasi masalah. Nilai yang ada bisa beberapa nilai, bilangan real karakter atau kode-kode lain.

Tabel 2.3 Contoh Kromosom dengan Pengkodean Nilai

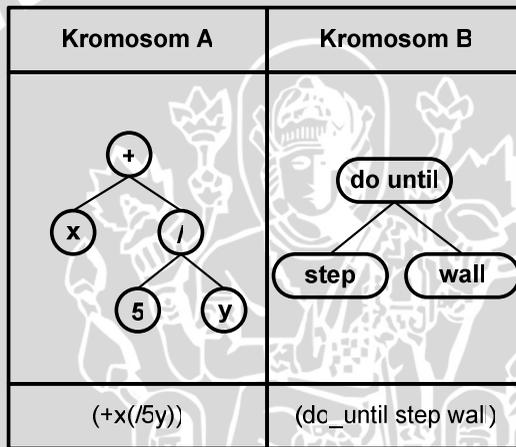
Kromosom A	1.2324, 5.3243, 0.4556, 2.3293, 2.4545
Kromosom B	(back), (back), (right), (forward), (left)
Kromosom C	A, B, D, J, E, I, F, J, D, H, D, I, E, R, J

Contoh dari permasalahan yang menggunakan pengkodean ini adalah pencarian bobot pada jaringan saraf tiruan. Bilangan riil pada kromosom merepresentasikan bobot pada jaringan saraf.

2.5.4 Pengkodean Pohon

Pengkodean pohon banyak digunakan untuk menyusun program atau ekspresi bagi pemrograman genetika (*genetic programming*).

Contoh masalah yang direpresentasikan dengan pengkodean pohon adalah masalah mencari fungsi berdasarkan nilai-nilai yang diberikan. Diberikan beberapa nilai masukan dan keluaran. Permasalahannya adalah mencari fungsi yang dapat menghasilkan nilai keluaran terbaik (mendekati nilai yang diinginkan) untuk semua masukan. Masalah ini dapat dikodekan ke dalam pengkodean pohon dengan kromosom merupakan fungsi-fungsi yang dinyatakan dalam pohon.



Gambar 2.2 Contoh Kromosom dengan Pengkodean Pohon

2.6 Operator dalam Algoritma Genetika

Terdapat banyak operator dalam algoritma genetika, di antaranya adalah seleksi, perkawinan silang, dan mutasi. Semua operator tersebut memegang peranan penting dalam menyelesaikan suatu masalah dengan menggunakan algoritma genetika. Sama halnya dalam memilih skema pengkodean, dalam memilih operator dalam algoritma genetika haruslah disesuaikan dengan masalah yang akan diselesaikan.

2.6.1 Seleksi

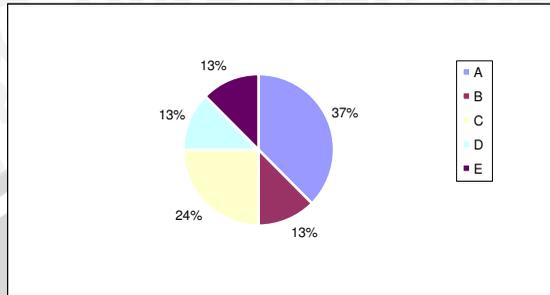
Seleksi merupakan proses pemilihan dua buah kromosom dari populasi lama sebagai orang tua, yang nantinya akan dipindahsilangkan untuk membentuk individu baru. Dalam hal ini, yang menjadi permasalahan adalah dasar untuk memilih kromosom sebagai orang tua. Beberapa ini adalah metode seleksi yang sering digunakan

2.6.1.1 Seleksi Roda Roulette (roulette wheel)

Metode seleksi ini merupakan metode seleksi yang cukup banyak digunakan. Sesuai dengan namanya, metode ini meniru permainan roulette-wheel di mana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda roulette secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Jadi pada seleksi ini, orang tua dipilih berdasarkan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah. Probabilitas masing-masing individu merupakan hasil pembagian antara fitness masing-masing individu dengan total fitness pada populasi. Contoh dari seleksi roda roulette adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Contoh populasi dengan 5 kromosom beserta nilai fitnessnya

Kromosom	Fitness
A	15
B	5
C	10
D	5
E	5



Gambar 2.3 Probabilitas terpilihnya suatu kromosom dalam roda roulette

Dari contoh di atas, dapat kita lihat bahwa probabilitas masing-masing individu merupakan hasil pembagian antara fitness masing-masing individu dengan total fitness dalam populasi.

Dalam seleksi dengan menggunakan roda roulette ini, kemungkinan suatu kromosom untuk terpilih adalah sebanding dengan nilai fitnessnya. Oleh karena itu, akan terjadi *tradeoff* antara eksplorasi dan eksploitasi bila ada sekelompok kecil kromosom yang memiliki nilai fitness yang baik. *Tradeoff* ini akan terjadi yaitu antara terus mengeksplorasi bagian-bagian baru dalam ruang pencarian atau mengeksploitasi informasi yang telah diperoleh. Kecenderungan kromosom yang baik untuk terpelihara terus dapat membawa hasil ke optimum lokal atau konvergensi dini. Sebaliknya, jika semua kromosom memiliki probabilitas nilai fitness yang hampir sama, maka seleksi ini akan menjadi seleksi yang bersifat acak (Maharani, 2006).

2.6.1.2 Seleksi Ranking (*Rank Solution*)

Metode seleksi roda roulette akan memiliki masalah ketika terdapat perbedaan fitness yang jauh. Sebagai contoh, jika fitness kromosom terbaik adalah sebesar 90%, maka kecil kemungkinan bagi kromosom lain untuk terpilih.

Sesuai dengan namanya, seleksi ranking terlebih dahulu meranking atau mengurutkan kromosom di dalam populasi berdasarkan nilai fitnessnya, kemudian baru memberikan nilai fitness baru berdasarkan urutannya. Kromosom dengan nilai fitness terburuk

akan diberi nilai 1, kromosom dengan nilai fitness terburuk kedua diberi nilai 2 dan seterusnya. Sehingga pada akhirnya, kromosom dengan nilai fitness yang paling baik akan memiliki nilai fitness N, di mana N adalah banyak kromosom dalam populasi.

Setelah proses pengurutan dan pemberian nilai fitness baru, setiap kromosom akan memiliki kesempatan yang lebih adil untuk terpilih. Namun seleksi ini memiliki kelemahan, sebab dapat menyebabkan konvergensi menjadi lambat, karena kromosom dengan nilai fitness terbaik tidak terlalu berbeda jauh dengan kromosom-kromosom lainnya.

Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar berikut dengan nilai yang merupakan contoh pada seleksi roda roulette :

Tabel 2.5 Keadaan kromosom beserta nilai fitnessnya sebelum diranking

Kromosom	Fitness
A	15
B	5
C	10
D	5
E	5

Tabel 2.6 Keadaan kromosom beserta nilai fitness baru setelah diranking

Kromosom	Fitness	Fitness Baru
B	5	1
D	5	2
E	5	3
C	10	4
A	15	5

2.6.1.3 Seleksi Turnamen

Pada seleksi alami yang terjadi di dunia nyata, beberapa individu berkompetisi dalam kelompok kecil sampai tersisa hanya satu individu pemenang. Individu pemenang inilah yang bisa melakukan

kawin silang. Metode roda roulette tidak mengakomodasi masalah ini. Sebuah metode lain, yaitu metode seleksi turnamen mencoba untuk mengadopsi karakteristik alami ini.

Secara sederhana, metode ini mengambil dua kromosom secara random dan kemudian menyeleksi salah satu dari kromosom tersebut yang memiliki nilai fitness paling tinggi untuk menjadi orang tua (*parent*) pertama. Cara yang sama dilakukan lagi untuk mendapatkan orang tua yang kedua. (wikipedia,2007)

2.6.2 Perkawinan Silang

Salah satu komponen paling penting dalam algoritma genetika adalah *crossover* atau pindah silang. Operator ini sangat dominan dalam algoritma genetika dan melibatkan dua kromosom.

Perkawinan silang atau *crossover* dilakukan dengan harapan untuk mendapatkan keturunan baru dengan sifat yang lebih baik dengan membawa sifat-sifat baik dari orang tuanya.

Crossover atau perkawinan silang bisa juga berakibat buruk jika ukuran populasinya sangat kecil. Dalam suatu populasi yang sangat kecil, suatu kromosom dengan gen-gen yang mengarah ke solusi akan sangat cepat menyebar ke kromosom-kromosom lainnya.

2.6.2.1 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Biner

Pengkodean biner merupakan jenis pengkodean yang paling sederhana sehingga banyak variasi operasi perkawinan silang dapat dilakukan. Beberapa jenis perkawinan silang tersebut adalah :

A. Perkawinan Silang Satu Titik

Proses perkawinan silang satu titik dimulai dengan memilih satu titik pada barisan bit pada kromosom sebagai titik perkawinan silang. Kromosom baru hasil perkawinan silang akan terbentuk dengan cara menyalin barisan bit orang tuanya dari bit pertama sampai dengan titik perkawinan silang, sedangkan sisanya disalin dari orang tua kedua.

Ilustrasi dari perkawinan silang satu titik pada pengkodean biner dapat dilihat pada gambar berikut :

Tabel 2.7 Contoh perkawinan silang satu titik pada pengkodean biner

Kromosom orangtua 1	1 1 0 0 1 0 1 1
Kromosom orangtua 2	1 1 0 1 1 1 1 1
Keturunan	1 1 0 0 1 1 1 1

B. Perkawinan silang dua titik

Proses perkawinan silang dua titik dimulai dengan memilih 2 titik perkawinan silang secara acak pada barisan bit kromosom orangtua. Kromosom baru hasil perkawinan silang akan terbentuk dengan menyalin barisan bit orang tuanya mulai dari barisan bit pertama sampai dengan titik perkawinan silang pertama dan dari titik perkawinan silang kedua sampai dengan bit terakhir. Sisanya, yaitu dari titik perkawinan silang pertama sampai dengan titik perkawinan silang kedua disalin dari orang tua kedua.

Ilustrasi dari perkawinan silang dua titik pada pengkodean biner dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Tabel 2.8 Contoh perkawinan silang dua titik pada pengkodean biner

Kromosom orangtua 1	1 1 0 0 1 0 1 1
Kromosom orangtua 2	1 1 0 1 1 1 1 1
Keturunan	1 1 0 1 1 1 1 1

C. Perkawinan Silang Seragam

Perkawinan silang seragam menghasilkan kromosom baru dengan cara menyalin bit-bit secara acak dari kedua orang tuanya. Contoh perkawinan silang seragam pada pengkodean biner adalah sebagai berikut :

Tabel 2.8 Contoh perkawinan silang seragam pada pengkodean biner

Kromosom orangtua 1	1 1 0 0 1 0 1 1
Kromosom orangtua 2	1 1 0 1 1 1 1 1
Keturunan	1 1 0 0 1 1 1 1

D. Perkawinan Silang Aritmatik

Perkawinan silang aritmatik menghasilkan kromosom baru yang merupakan hasil operasi aritmatik dari kedua orang tuanya. Di bawah ini adalah contoh dari perkawinan silang aritmatik pada pengkodean biner.

Tabel 2.9 Contoh perkawinan silang aritmatik pada pengkodean biner

Kromosom orangtua 1	1 1 0 0 1 0 1 1
Kromosom orangtua 2	1 1 0 1 1 1 1 1
Keturunan (OR)	1 1 0 1 1 1 1 1

E. Perkawinan Silang Rekombinasi

Versi paling sederhana dari rekombinasi adalah memilih secara acak dari semua nilai gen yang terdapat pada kedua orang tua untuk setiap gen pada anak. Ilustrasi dari perkawinan silang rekombinasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 2.10 Contoh perkawinan silang rekombinasi pada pengkodean biner

Kromosom orangtua 1	19 8 7 15 16
Kromosom orangtua 2	13 6 12 2 9
Keturunan 1	13 6 7 15 9
Keturunan 2	16 12 8 15 7

2.6.2.2 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Permutasi

Pada pengkodean permutasi, jenis perkawinan silang yang sering dipergunakan adalah perkawinan silang satu titik. Hal ini disebabkan karena kesederhanaan prosesnya dapat menjaga konsistensi pada kromosom. Jenis perkawinan silang yang digunakan pada pengkodean biner tidak dapat digunakan pada pengkodean permutasi karena tidak dapat menjamin terjaganya konsistensi urutan nilai pada kromosom.

Proses perkawinan silang satu titik dimulai dengan memilih satu titik pada kromosom secara random sebagai titik perkawinan silang. Kromosom baru terbentuk dengan menyalin permutasi pertama sampai dengan titik perkawinan silang. Sisanya didapatkan dengan memperhatikan satu per satu nilai pada orang tua kedua. Jika nilai permutasi pada orang tua kedua belum ada pada nilai permutasi kromosom baru, maka nilai permutasi tersebut disalin.

Contoh dari perkawinan silang satu titik untuk pengkodean permutasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Tabel 2.11 Contoh perkawinan silang satu titik pada pengkodean permutasi

Kromosom orangtua 1	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Kromosom orangtua 2	4 5 3 6 8 9 7 2 1
Keturunan (AND)	1 2 3 4 5 6 8 7 9

2.6.2.3 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Nilai

Semua metode perkawinan silang pada pengkodean biner dapat diterapkan pada pengkodean nilai. Berikut ini adalah contoh perkawinan silang untuk pengkodean nilai :

Tabel 2.12 Contoh perkawinan silang satu titik pada pengkodean nilai

Kromosom orangtua 1	10 39 45 12 89 34 1 3 90 48 23 72 25 37
Kromosom orangtua 2	43 13 2 66 49 56 10 89 53 20 75 99 4 8
Keturunan	10 39 45 12 89 34 10 89 53 20 75 99 4 8

Tabel 2.13 Contoh perkawinan silang dua titik pada pengkodean nilai

Kromosom orangtua 1	10 39 45 12 89 34 1 3 90 48 23 72 25 37
Kromosom orangtua 2	43 13 2 66 49 56 10 89 53 20 75 99 4 8
Keturunan	10 39 45 66 49 56 10 89 53 48 23 72 25 37

2.6.2.4 Perkawinan Silang untuk Pengkodean Pohon

Proses perkawinan silang pada pengkodean pohon dimulai dengan pemilihan satu titik pada kedua orang tuanya sebagai titik perkawinan silang. Kemudian bagian dari orang tua yang berada di bawah titik perkawinan silang dipertukarkan untuk membentuk keturunan baru.

Kromosom Orangtua 1	Kromosom Orangtua 2	Keturunan 1	Keturunan 2
$(+x(,5y))$	$(*-(3(+z9),2)$	$(+x(3(+z9))$	$(*(-5y),2)$

Gambar 2.18 Contoh perkawinan silang pada pengkodean pohon

2.6.3 Mutasi

Mutasi adalah proses mengubah nilai dari satu atau lebih gen dalam suatu kromosom. Tujuan dari mutasi adalah membantu mempercepat terjadinya perbedaan di antara semua kromosom dalam populasi sehingga pencarian dapat menjelajah ke seluruh ruang pencarian. Namun, mutasi tidak boleh terlalu sering dilakukan, karena dapat mengubah algoritma genetika menjadi ruang pencarian acak.

Proses mutasi dilakukan secara acak, sehingga tidak menjamin setelah proses mutasi akan diperoleh kromosom dengan fitness yang lebih baik dibandingkan dengan sebelum mutasi. Berikut adalah beberapa cara mutasi yang sering diterapkan dalam algoritma genetika menurut jenis pengkodean kromosomnya :

2.6.3.1 Mutasi pada Pengkodean Biner

Mutasi pada pengkodean biner merupakan proses mutasi yang sangat sederhana. Bit pada kromosom yang telah terpilih secara acak

akan berganti nilainya menjadi inverse atau kebalikannya. Contoh dari mutasi pada pengkodean biner adalah sebagai berikut :

Tabel 2.14 Contoh mutasi pada pengkodean biner

Kromosom sebelum mutasi	1 0 1 0 0 1 0 1
Kromosom sesudah mutasi	1 0 1 0 1 1 0 1

2.6.3.2 Mutasi pada Pengkodean Permutasi

Proses mutasi pada pengkodean biner tidak dapat diterapkan pada pengkodean permutasi karena pengkodean permutasi membutuhkan konsistensi urutan pada kromosomnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memilih 2 (dua) posisi pada kromosom dan kemudian saling dipertukarkan nilainya. Berikut ini adalah contoh mutasi pada pengkodean permutasi :

Tabel 2.15 Contoh mutasi pada pengkodean permutasi

Kromosom sebelum mutasi	1 2 3 4 5 6 7 8
Kromosom sesudah mutasi	1 7 3 4 5 6 2 8

2.6.3.3 Mutasi pada Pengkodean Nilai

Mutasi pada pengkodean biner dapat diterapkan pada pengkodean nilai. Hanya saja, perbedaannya dengan mutasi pada pengkodean biner adalah pada pengkodean nilai proses mutasi tidak dilakukan dengan cara menginversi nilai dari kromosom, melainkan tergantung dari jenis nilai yang dipergunakan. Cara lain yang lebih baik adalah dengan memilih sembarang posisi gen pada kromosom kemudian nilainya ditambahkan atau dikurangkan dengan nilai kecil tertentu yang dipilih secara acak.

Tabel 2.16 Contoh mutasi pada pengkodean nilai dengan nilai yang ditambahkan atau dikurangkan dengan 0,05

Kromosom sebelum mutasi	1,43 1,20 4,72 9,66 7,34
Kromosom sesudah mutasi	1,43 1,15 4,72 9,66 7,39

2.6.3.4 Mutasi pada Pengkodean Pohon

Mutasi pada pengkodean pohon dapat dilakukan antara lain dengan mengubah operator aritmatika (+, -, /, *) atau nilai pada suatu verteks atau cabang pohon yang dipilih. Dapat juga dilakukan dengan pertukaran nilai atau operator dari dua cabang (verteks) dari pohon yang telah dipilih.

2.7 Penjadwalan Karyawan Dengan Algoritma Genetika

Penjadwalan karyawan adalah sebuah permasalahan yang kompleks dimana variable yang ada yaitu waktu, karyawan dan tempat membutuhkan sebuah pengaturan yang efektif dan efisien. Permasalahan tersebut secara manual akan sulit dipecahkan dan seiring perkembangan waktu dengan visi setiap perusahaan untuk selalu berkembang. Hal ini disebabkan pengaturan jadwal akan menjadi rumit saat komponen-komponen utama yang terlibat di dalamnya semakin besar. Misal jumlah pekerja yang bertambah, keanekaragaman waktu luang yang dimiliki oleh tiap pekerja, dan tempat (gerai) yang harus dijaga pun semakin banyak.

Algoritma genetika adalah cabang ilmu yang mampu memecahkan masalah-masalah yang kompleks dimana solusi optimal belum ditemukan. penjadwalan *shift* merupakan masalah yang termasuk dalam masalah *NP-Complete*.

Masalah *NP-Complete* (*Nondeterministic Polynomial*) adalah masalah yang sulit untuk ditemukan solusinya, yang tidak dapat diselesaikan dengan waktu polinomial, tetapi jika suatu solusi untuk satu masalah *NP-Complete* ditemukan, misalkan dengan ditemukannya suatu algoritma waktu polinomial maka untuk semua masalah yang tergolong *NP-Complete* lainnya juga dapat dicari solusinya dengan mentransformasikan algoritma tersebut untuk masalah *NP-Complete* yang lain (Oskar, 1999).

Proses awal dari Masalah Penjadwalan karyawan ini adalah dengan memodelkan dalam bentuk kromosom. Pengkodean umum yang sering dilakukan untuk menyelesaikan masalah-masalah seperti ini adalah dengan memakai pengkodean nilai. Dalam rumusan matriks yaitu $matrix_{ij}$ ($1 \leq i \leq m$) dan ($1 \leq j \leq n$) dimana baris

merepresentasikan karyawan, kolom adalah waktu dan elemen R dari matrix_{ij} adalah gerai, $(R_{ij} \in \{C_1, C_2, \dots, C_k\})$ (Michalewicz, 1999)

Langkah yang berikutnya adalah melakukan seleksi dari induk yang sudah ada. Nilai Fitness yang baik dari hasil seleksi dijadikan induk yang baru. Pada kasus-kasus seperti ini seleksi yang umum adalah roulette, seleksi ranking atau seleksi turnamen.

Langkah berikutnya adalah melakukan kawin silang. Kawin silang yang umum dilakukan adalah perkawinan silang 2 (dua) titik, atau kawin silang rekombinasi. Agar tidak terjadi konvergen prematur maka dilakukan mutasi (Kurnia, 2006)



BAB III

METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah sistem yang menghasilkan jadwal shift karyawan per minggu pada PT X dengan menggunakan algoritma genetika.

Sistem ini diharapkan dapat menghasilkan solusi permasalahan pada PT X yang selama ini belum terpecahkan. Dalam proses penyusunan jadwal shift karyawan, mula-mula PT X akan mendata seluruh karyawan yang bertugas, baik senior maupun junior. Pendataan ini dilakukan oleh *Supervisor* karyawan PT X. *Supervisor* karyawan merupakan orang yang bertugas menyusun jadwal dan bertanggung jawab terhadap jadwal shift kerja karyawan yang telah disusun. Langkah berikutnya masing-masing dari karyawan akan mengisi jadwal kesediaan waktu bekerja mereka dan kemudian menyerahkan jadwal kesediaan waktu mereka ke *Supervisor*.

Supervisor sebagai pengguna sistem akan menginputkan data-data pribadi seluruh karyawan, kesediaan waktu mereka untuk bekerja, parameter penjadwalan, serta parameter algoritma genetika. Selanjutnya, sistem akan mengolah data-data yang telah diinputkan berdasarkan pada algoritma genetika sehingga menghasilkan solusi. Output yang dihasilkan oleh sistem ini berupa susunan jadwal shift bagi para karyawan selama seminggu yang memuat informasi waktu (hari dan *shift*), tempat (gerai), serta susunan karyawan yang bertugas. Jadwal yang dihasilkan oleh sistem ini hanya bersifat usulan, sehingga dapat dianalisa kembali oleh *Supervisor* PT X.

3.1.1 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, perlu dilakukan metodologi untuk mendapatkan data yang akurat dan aktual. Hal ini bertujuan agar sistem yang dihasilkan pada penelitian ini benar-benar berguna dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.1.2 Pengumpulan Informasi

Informasi-informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapatkan dan dikumpulkan dengan cara sebagai berikut :

1. Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan membaca dan memahami buku, artikel, atau berbagi tulisan yang mendukung penelitian dan pembangunan aplikasi, khususnya mengenai algoritma genetika.
2. Observasi
Observasi dilakukan dengan mengamati karyawan dan menganalisa perkembangan PT.X wilayah Malang, dan melakukan pencarian informasi khususnya mengenai penyusunan jadwal shift karyawan

3.1.3 Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibuat pada penelitian ini merupakan sistem yang berbasis pada algoritma genetika dalam menyelesaikan masalah penjadwalan.

3.1.4 Implementasi Sistem

Sistem yang akan dibuat pada penelitian ini haruslah memenuhi syarat sebagai sebuah sistem, yaitu memiliki input, proses, dan output. Input data yang dibutuhkan dalam sistem ini terdiri dari :

1. Parameter algoritma genetika
Parameter algoritma genetika adalah parameter yang dibutuhkan untuk melakukan proses dalam algoritma genetika. Parameter-parameter tersebut meliputi jumlah generasi, ukuran populasi, probabilitas kawin silang, dan probabilitas mutasi.
2. Parameter penjadwalan
Parameter penjadwalan adalah parameter yang berkaitan dengan masalah penjadwalan. Parameter penjadwalan ini terdiri dari banyaknya gerai atau tempat yang dimiliki oleh PT.X di Malang.

3. Data karyawan di X Indonesia

Data karyawan yang disimpan dalam basis data meliputi data diri dari setiap karyawan ,gerai yang dimiliki oleh PT.X di Malang

Setelah data-data tersebut diinputkan, sistem akan memproses data tersebut dengan menggunakan metode algoritma genetika untuk menghasilkan solusi jadwal yang terbaik menurut proses komputasi. Jadwal akan memuat nama karyawan, waktu jaga, dan gerai yang harus dijaga.

3.2 Karakteristik Komponen Utama Penyusun Jadwal

Untuk memahami aturan-aturan penjadwalan yang digunakan, pada bagian ini akan dijelaskan karakteristik dari masing-masing variabel yang merupakan komponen utama dari sistem penjadwalan shift karyawan garda depan di PT X.

Komponen yang pertama adalah karyawan. Setiap garda depan memiliki ikatan kontrak kerja dengan PT X selama 12 bulan. Selama 6 bulan pertama, garda depan tersebut akan menjadi karyawan Junior, sedangkan 6 bulan selanjutnya garda depan tersebut akan menjadi karyawan Senior. Posisi karyawan Junior akan digantikan oleh karyawan pada angkatan selanjutnya. Dalam menyusun jadwal shift karyawan tingkat kesenioritasan dari karyawan sangatlah penting. Dalam setiap tim yang bertugas, komposisi banyak karyawan Senior dan garda depan Junior dibuat berimbang.

Komponen penyusun jadwal kedua adalah waktu, di mana di dalamnya tercakup hari dan *shift*. Pembagian *shift* pada PT X adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Pembagian *shift* pada PT PT X

Shift	Waktu
Shift 1	06.00-14.00
Shift 2	14.00-22.00
Shift 3	22.00-06.00

Pembagian shift telah diatur sedemikian rupa oleh pihak PT X untuk menjaga kualitas pelayanan yang diberikan oleh karyawan. Pembagian shift juga dilakukan untuk mempermudah pengaturan jadwal shift bagi setiap karyawan.

Komponen ketiga adalah tempat atau gerai. Setiap gerai membutuhkan 3 karyawan senior dan 3 orang junior per shift. Sampai saat ini, X wilayah Malang memiliki 2 gerai yang menerapkan 24 jam yaitu di Sarinah Plaza Malang dan Hotel Trio Malang

3.3 Aturan Penjadwalan

Aturan penjadwalan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil wawancara dengan *Supervisor* PT PT X. Aturan-aturan penjadwalan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

4. *Jadwal yang dihasilkan hanya baik bagi periode waktu tertentu setelah itu komponen-komponen penyusunnya bisa mengalami perubahan sehingga tidak dapat dipergunakan lagi*
Keadaan dari semua komponen utama sangat mempengaruhi proses penyusunan jadwal shift kerja karyawan, oleh karena itu jadwal hanya dibuat untuk periode 1 minggu.
5. *Seorang karyawan harus memberikan kesediaan waktu untuk bekerja minimal 12 shift dalam satu minggu*
6. *Seorang karyawan harus bertugas 7 shift dalam 1 minggu.*
7. *Untuk setiap gerai ada 6 orang karyawan yang bertugas. terdiri dari 3 karyawan senior dan sisanya adalah karyawan junior.*
8. *Setiap karyawan tidak boleh bertugas di 2 gerai pada shift dan hari yang sama*
9. *Seorang garda depan tidak boleh bertugas jaga dengan shift yang tidak sesuai dengan kesediaan waktunya.*
10. *Seorang garda depan tidak boleh bertugas jaga selama 2 shift berturutan*

3.4 Representasi dan Pengkodean Kromosom dalam Program

Pengkodean yang akan digunakan pada penjadwalan karyawan ini adalah pengkodean nilai. Pemilihan pengkodean nilai karena jika dilakukan pengkodean biner akan membuat barisan bit semakin kompleks, dimana suatu barisan bit yang panjang sehingga diperlukan pengkodean ulang untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari aturan yang direpresentasikan.

karyawan dimasukkan dalam pengkodean kromosom, karena karyawan merupakan faktor penting yang mempengaruhi penjadwalan karyawan. Komponen penjadwalan yang lainnya yang juga masuk pada pengkodean kromosom adalah waktu. Waktu memiliki dua komponen, yaitu hari dan jam (dalam hal ini jam shift). Sehingga model genetika dari penjadwalan terdiri dari garda depan dan shift.

Algoritma genetika bekerja dengan menggunakan pendekatan random, sehingga nilai-nilai yang dihasilkan adalah nilai random. Pada kasus penjadwalan dengan model genetika yang terdiri dari garda depan, hari, dan jam akan terjadi banyak iterasi. Hal tersebut dikarenakan diperlukan suatu nilai yang sesuai agar mendapatkan kombinasi yang tepat. Semakin banyak iterasi yang dilakukan, maka waktu yang dibutuhkan akan semakin lama.

Pembagian penyelesaian menjadi dua tahap adalah karena karyawan tidak dapat memilih gerai yang akan digunakan untuk bekerja dan jumlah gerai tidak banyak berubah.

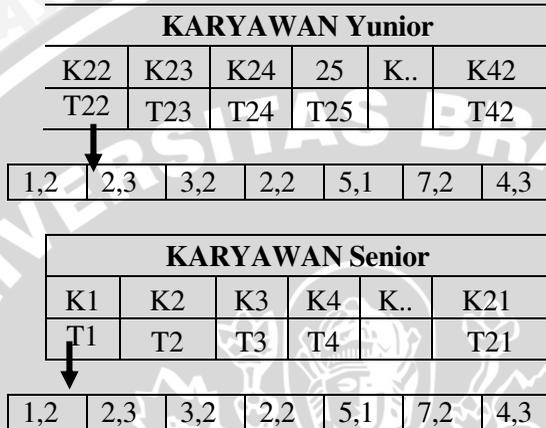
Dua tahap tersebut yaitu menempatkan karyawan yang bertugas kedalam slot waktu yang tersedia. Tahap ini diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Pada tahap ini terdapat banyak aturan-aturan yang berhubungan dengan variabel waktu. Tahap kedua adalah menempatkan gerai pada slot waktu yang telah ada dan diselesaikan dengan pemrograman 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 karyawan disusun secara berurutan dalam kromosom, karena setiap karyawan harus mendapat alokasi waktu. Setelah seluruh karyawan menempati slot waktu, maka langkah selanjutnya adalah pada tahap kedua yaitu mengalokasikan gerai.

Berikut contoh dari tahap-tahap yang akan dikerjakan:

Dimana, $K(x)$ = karyawan
 $T(x)$ = alokasi Waktu



Gambar 3.1 Model tahap 1

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat tahap pertama, setiap karyawan terdiri dari karyawan Senior dan YuniOr. Kemudian tahap 1 dilakukan proses menggunakan algoritma genetika, sehingga menghasilkan slot waktu untuk masing-masing karyawan ($T1, T3, \dots, Tn$).

T1	T2	T3	T4		T21	T22	T23	T24	T25		T42
G1	G2	G2	G1	G..	G2	G1	G2	G1	G1	G..	G2

Gambar 3.2 Model tahap 2

Keterangan:

- K : ID Setiap Karyawan
- Contoh : K1(102) = Junaedi
- K4(106) = Ali Akbar
- K7(109) = Ifita Anggraeni
- K9(104) = Nuraini Wiarti

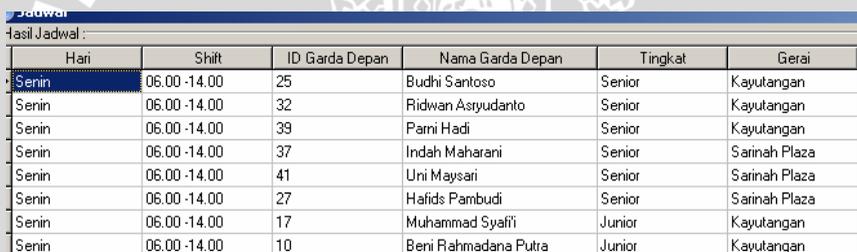
T : Shift Karyawan

Contoh : T1 {(2,3),(3,1)(3,2)(4,1)(5,1)(6,2)(7,1)} = Hari ke 2 Shift 3
Hari ke 3,shift 1,hari ke 3 shift 2,.....,.....,.....Hari ke 7 shift 1
T2 {(3,3),(1,1)(4,1)(2,1)(5,1)(6,3)(5,2)} = Hari ke 3 shift 3
Hari ke 1 shift 1, Hari ke 4 shift 1,....,, Hari ke 5 shift 2

G : Gerai PT X Indonesia

Contoh: G1 = Sarinah Plaza Malang
G2 = Hotel Trio Malang

Pada Gambar 3.2 adalah proses tahap kedua. Pada tahap kedua dilakukan alokasi Gerai menggunakan algoritma penelusuran biasa. Sehingga pada akhir proses akan menghasilkan jadwal seperti potongan jadwal berikut



Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
Senin	06.00 -14.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	39	Pami Hadi	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	37	Indah Maharani	Senior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	27	Hafids Pambudi	Senior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	17	Muhammad Syaffi	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan

Gambar 3.3 Screenshot Perancangan hasil proses

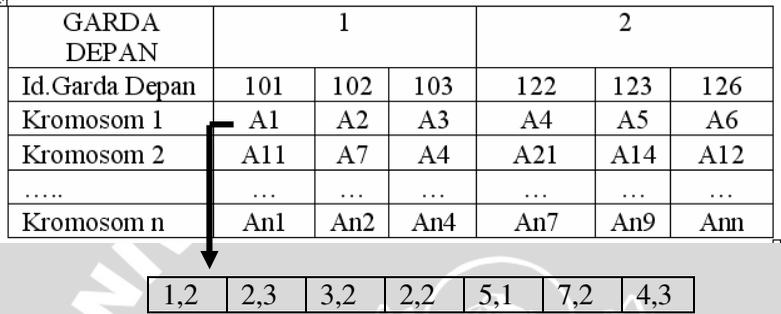
3.5 Inisialisasi Kromosom

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 karyawan

Setiap kromosom adalah barisan gen yang terdiri dari dua nilai yaitu nilai hari dan jam. Nilai gen didapatkan dengan membangkitkan bilangan secara random terbatas. Nilai hari dinyatakan dalam bilangan *byte* 1 sampai 7 untuk mewakili hari/tanggal yang ada dalam 1 minggu. Sedangkan nilai waktu dibangkitkan nilai 1 sampai 3 yang mewakili 3

slot waktu yang tersedia dalam satu hari. Sehingga dalam satu minggu terdapat 21 slot waktu yang tersedia.

Ilustrasi inialisasi kromosom:

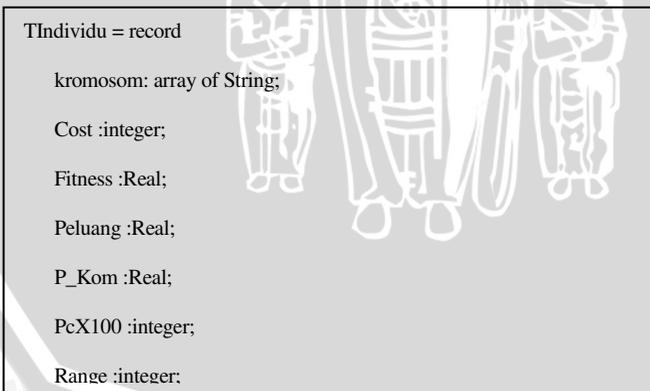


Gambar 3.4 Inialisasi Kromosom

Pada Tabel 3.1 merupakan ilustrasi dari inialisasi kromosom. Setelah terjadi proses genetika dihasilkan kromosom-kromosom yang terdiri dari beberapa gen (sesuai dengan jumlah karyawan) yang berisi slot waktu (hari dan jam) untuk setiap karyawan.

3.6 Struktur Data

Struktur data direpresentasikan dalam sebagai berikut



Gambar 3.5 Struktur data

Struktur data pada Gambar 3.5 dapat dijelaskan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tindividu	menyimpan data setiap individu atau kromosom. Data yang disimpan adalah susunan gen, nilai <i>cost</i> , dan nilai <i>fitness</i> .
Peluang	Peluang adalah probabilitas keluarnya nilai <i>fitness</i> tertentu
P_Kom	Peluang Kumulatif adalah akumulasi dari semua peluang
PcX100	Peluang Kumulatif dikali % yang akan mengeluarkan persentase dari setiap <i>fitness</i>
Range	Range adalah rentang dari tiap-tiap peluang <i>fitness</i>

Tabel 3.2 Keterangan struktur data

3.7 Fungsi Fitness/Objektif

Fungsi *fitness* merupakan fungsi yang menyediakan pengukuran performansi terhadap sekumpulan parameter tertentu. Pada penelitian ini, performansi sebuah kromosom ditunjukkan dengan seberapa banyak aturan penjadwalan yang ada tersebut dilanggar. Bila sebuah kromosom memenuhi seluruh aturan penjadwalan yang ada, artinya kromosom tersebut memiliki performansi 100% atau sangat baik.

Berdasarkan hal tersebut, fungsi *fitness* dibuat dengan cara menghitung seberapa besar sebuah kromosom melakukan pelanggaran terhadap aturan-aturan penjadwalan yang ada. Dari seluruh aturan penjadwalan, ada beberapa aturan penjadwalan yang belum terpenuhi kondisinya. Aturan-aturan penjadwalan yang belum terpenuhi kondisinya tersebut diberi nilai pinalti. Besar dari nilai pinalti berbeda-beda antara satu aturan dengan aturan yang lainnya. Nilai pinalti ini akan digunakan dalam fungsi *fitness* untuk menentukan besar kecilnya nilai *fitness* suatu kromosom. Berikut aturan penghitungan fungsi *fitness* (Ross, 1994)

$$f(g) = 1 / (1 + \text{Cost});$$

Jika Cost dijabarkan dalam bentuk matematika maka menjadi

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

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

$$Fitness = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^4 (nGarda_i * pinalti_i)} \quad (1)$$

dengan $nGarda_i$ merupakan banyak karyawan yang tidak memenuhi aturan ke- i dan $pinalti_i$ merupakan nilai pinalti dari aturan ke- i . Akumulasi dari perkalian keduanya adalah *cost*.

Dari fungsi fitness yang digunakan dapat dilihat bahwa semakin sedikit aturan yang dilanggar, maka nilai fitness dari suatu kromosom juga makin besar. Jadwal yang sempurna akan memiliki nilai fitness 1, karena nilai total dari aturan yang dilanggar adalah 0. Berikut akan dijelaskan aturan-aturan yang harus dilaksanakan pada penyusunan jadwal shift kerja karyawan beserta nilai pinaltinya.

No	Aturan	Nilai Pinalti
1	Setiap Karyawan Harus bekerja total 7 shift seminggu	4
2	Tidak sesuai dengan kesediaan waktu	3
3	Tugas selama 2 shift berturut-turut	2

Tabel 3.3 Aturan-aturan penyusunan jadwal shift kerja karyawan

3.7.1 Setiap Seorang karyawan harus bertugas 7 shift dalam 1 minggu

Jumlah shift dari karyawan yang bertugas adalah 7. Setiap karyawan akan dilihat representasi hari dan shift yang ada dalam satu kromosom. Jika ditemukan karyawan yang jadwalnya mempunyai jam dan hari yang sama sebanyak lebih dari atau sama dengan 2, maka diberi pinalty 4. Ilustrasi sebagai berikut :

4,1	4,1	2,5	7,2	3,1	1,3	2,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Jika Array diatas dicek maka jumlah shift = 6 karena ada 2 array yang sama dan dianggap sebagai 1.

3.7.2 Seorang karyawan Harus Bertugas Sesuai Dengan Kesiediaan Waktu

Seorang karyawan harus bertugas sesuai dengan kesiediaan waktu yang diinputkan sebelumnya. Jika tidak maka yang bersangkutan akan dikenakan pinalti

1. **[Cek Karyawan]** Mengecek banyak shift dari setiap karyawan.
2. **[Penilaian]** Membandingkan apakah waktu dalam shift dari karyawan tersebut adalah sama dengan tabel kesiediaan waktu.

3.7.3 Seorang karyawan tidak boleh bertugas jaga selama 2 shift berturutan

Pengecekan ini dilakukan dengan mengecek setiap 21 gen, apakah ada garda depan yang sama dalam 2 gen yang isinya berturutan.. Langkah-langkah penghitungan banyak garda depan yang tidak memenuhi aturan ini adalah sebagai berikut.

1. **[Cek Karyawan]** Mengecek banyak shift dari setiap karyawan.
2. **[Penilaian]** Membandingkan apakah seorang karyawan memiliki 2 shift berturutan.

Ilustrasi adalah sebagai berikut:

4,1	4,2	2,5	7,2	3,1	1,3	2,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Maka pengecekan dilakukan dengan mengecek tiap isi array dengan array selanjutnya apakah mempunyai selisih waktu yang berurutan $((X,3)-(X,2)=(0,1))$ atau selisih 0,8 (dengan logika jika $(X,1)-((X-1),3) = (-0,8))$.

3.8 Seleksi

Seleksi yang digunakan pada penelitian ini adalah seleksi turnamen. Pada seleksi turnamen, sejumlah k kromosom tertentu dari populasi diacak kemudian saling dibandingkan nilainya. Kromosom yang memiliki nilai fitness tertinggi dari k kromosom tersebut kemudian akan menjadi orang tua pertama. Langkah ini diulangi sampai diperoleh 2 orang tua. Pada penelitian ini nilai k yang digunakan adalah 2, karena untuk mendapatkan 1 orang tua diperlukan minimal 2 kromosom untuk dibandingkan

Seleksi turnamen ini memungkinkan untuk memilih orang tua secara lebih acak daripada menggunakan metode roda *roulette*, karena pada seleksi roda *roulette* kromosom dengan nilai fitness lebih besar memiliki kemungkinan untuk terpilih lebih besar. Kecenderungan untuk terus menerus memelihara kromosom baik ini akan menyebabkan terjadinya konvergensi prematur.

Langkah-langkah dari seleksi turnamen pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. **[Acak]** Bangkitkan bilangan acak sebanyak 2 kali
2. **[Pemilihan Orang Tua]** Bandingkan kedua kromosom tersebut. Kromosom yang terpilih adalah kromosom yang lebih besar nilai *fitness*-nya
3. **[Ulangi]** Kembali ke langkah pertama sampai terbentuk 2 anak.

3.9 Perkawinan Silang

Apabila proses seleksi telah dilaksanakan dan sudah terpilih induk baru, maka operator berikutnya adalah perkawinan silang. Perkawinan silang adalah cara mengkombinasikan gen-gen induk untuk menghasilkan keturunan baru. 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 3.6 Ilustrasi perkawinan silang

Langkah-langkah perkawinan silang ini adalah sebagai berikut :

1. **[Acak]** Bangkitkan bilangan acak antara 0 sampai dengan panjang kromosom sebagai titik perkawinan silang
2. **[Pembentukan Anak Pertama]** Salin gen dari titik kromosom awal sampai dengan titik perkawinan silang dari orang tua pertama, sisa gennya disalin dari orang tua kedua
3. **[Pembentukan Anak Kedua]** Salin gen dari titik kromosom awal sampai dengan titik perkawinan silang dari orang tua kedua, sisa gennya disalin dari orang tua pertama

3.10 Mutasi

Mutasi dilakukan untuk mencegah terjadinya konvergensi prematur. Mutasi dapat dilakukan dengan cara *swap* atau penukaran. Yaitu dengan menukar langsung nilai dari gen. Pemilihan cara mutasi dilakukan secara random. Berikut ilustrasi mutasi cara random:

Ilustrasi mutasi cara *swap*:

Sebelum mutasi:

1,3	1,2	2,1	2,2	3,1	3,2	5,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Sesudah mutasi:

1,3	1,2	3,2	2,2	3,1	2,1	5,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Gambar 3.8 Ilustrasi mutasi cara *swap*

3.11 Alokasi Gerai

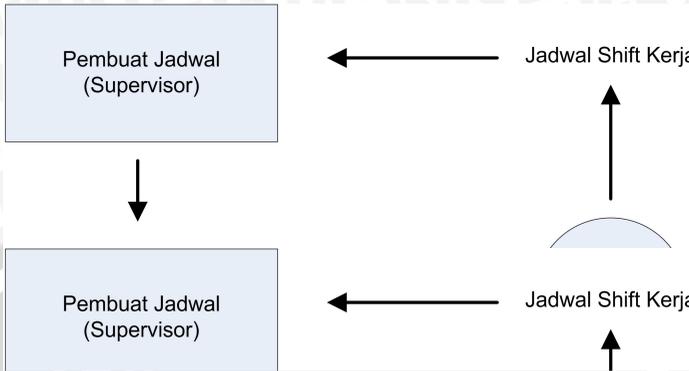
Setelah semua slot waktu telah selesai di proses dengan menggunakan algoritma genetika, langkah selanjutnya adalah menentukan gerai. Pada tahap ini langsung dimasukkan Gerai ke dalam masing – masing slot waktu yang telah tersedia secara random namun mengikuti aturan alokasi. Aturan alokasi antara lain pada gerai yang berbeda tidak boleh ada karyawan yang sama pada Gerai yang berbeda dan seluruh slot waktu pada setiap gerai harus terisi.

3.12 Rancangan Proses

Ketika informasi bergerak melalui perangkat lunak, informasi akan dimodifikasi oleh serangkaian transformasi. *Data Flow Diagram* merupakan representasi grafis yang menggambarkan aliran informasi dan transformasi yang diaplikasikan pada saat data bergerak dari *input* ke *output* (Pressman, 2002). Komponen-komponen utama DFD terdiri dari terminator, proses, penyimpanan data, dan alur data. Terminator merupakan entitas di luar sistem yang berkomunikasi atau berhubungan langsung dengan sistem. Komponen proses menggambarkan transformasi input menjadi output. Komponen penyimpanan data digunakan untuk membuat model sekumpulan paket data. Sedangkan komponen alur data digunakan untuk menerangkan perpindahan data atau paket dari bagian satu ke bagian yang lainnya.

DFD dapat digunakan untuk merepresentasikan sistem atau *software* pada berbagai level abstraksi. Kenyataannya, DFD dapat dipartisi menjadi level-level yang menggambarkan tingkatan aliran informasi dan detail fungsional. Oleh karena itu, DFD menyediakan mekanisme bagi permodelan fungsional sebaik permodelan aliran informasi.

DFD level 0 disebut juga dengan *fundamental system model* atau *context model*, merepresentasikan keseluruhan elemen perangkat lunak sebagai lingkaran tunggal di mana data masukan dan data keluaran diindikasikan oleh panah masuk dan keluar. Rancangan proses sistem pada DFD level 0 digambarkan seperti pada gambar di bawah ini.

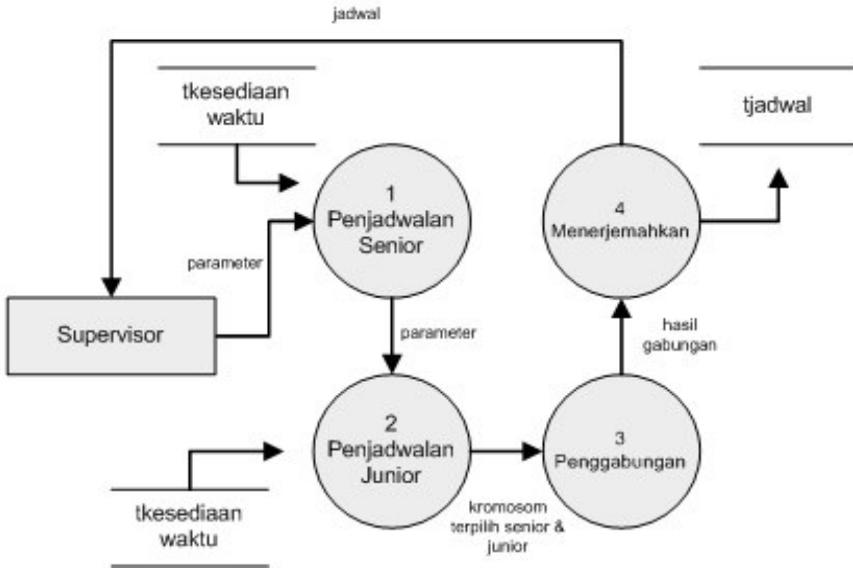


Gambar3.9 DFD level 0 aplikasi penjadwalan shift kerja

Pada gambar di atas terlihat bahwa hanya ada satu proses (diwakili dengan lingkaran) yaitu proses penjadwalan. Komponen terminator yang ada pada DFD level ini hanyalah satu pihak yaitu PT.X yang diwakili oleh *Supervisor*.

Supervisor akan memberi masukan kepada sistem berupa data masing-masing karyawan, kesediaan waktu bekerja karyawan, dan parameter penjadwalan, serta parameter algoritma genetika. Selanjutnya, sistem akan melakukan proses algoritma genetika untuk menghasilkan keluaran berupa jadwal shift karyawan. Jadwal ini kemudian akan dianalisa kembali oleh *Supervisor*, apakah jadwal yang dihasilkan telah sesuai yang diharapkan. Jika jadwal yang dibuat telah memuaskan, maka jadwal tersebut akan diberikan kepada para karyawan sebagai informasi jadwal kerja mereka. Namun, jika jadwal yang dibuat dirasa belum memuaskan maka *Supervisor* dapat memberikan perintah kepada sistem untuk melakukan proses penjadwalan ulang.

Jika DFD level 0 hanya menggambarkan secara garis besar proses yang akan dilakukan oleh sistem, maka DFD level 1 menggambarkan secara lebih detail proses-proses yang ada pada sistem. DFD level 1 untuk sistem penjadwalan shift kerja garda depan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

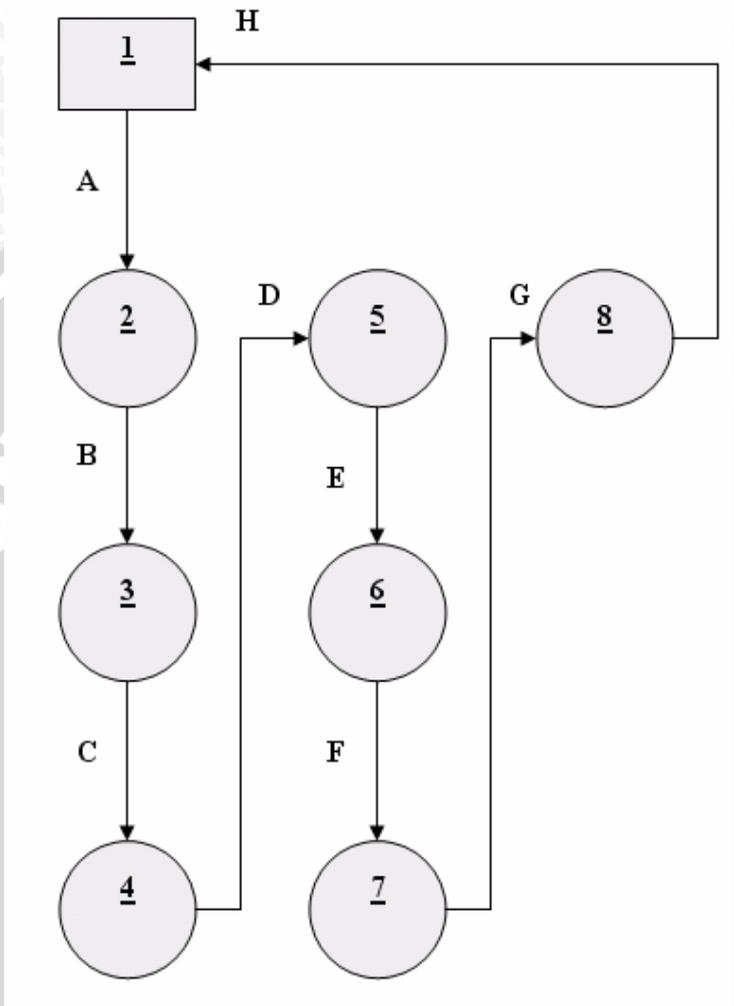


Gambar3.10 DFD level 1 aplikasi penjadwalan shift kerja

Pada DFD level 1 terlihat bahwa proses penjadwalan dibagi menjadi 2 proses, yaitu proses penjadwalan bagi karyawan senior dan proses penjadwalan bagi karyawan junior. Setelah kedua proses ini selesai baru kemudian digabungkan dan dimasukkan ke dalam database. Jika proses penjadwalan karyawan senior dan proses penjadwalan karyawan junior telah selesai, maka sistem akan masuk ke proses penggabungan hasil.

Pada proses ini, kromosom senior terpilih hasil evolusi dan kromosom junior terpilih akan digabungkan menjadi satu hasil. Setelah proses penggabungan, dilanjutkan dengan proses penerjemahan. Hasil dari proses penerjemahan disimpan dalam tabel jadwal

DFD level 2 menggambarkan proses penjadwalan pada sistem secara lebih detail. DFD level 2 menggambarkan proses penjadwalan shift karyawan senior dan shift karyawan junior. Pada DFD tersebut proses penjadwalan dibagi menjadi 7 proses yang terdiri dari proses pembentukan populasi, pengkodean kromosom, penghitungan fitness, seleksi kromosom, perkawinan silang, mutasi kromosom.



Gambar3.11 DFD level 2 pada aplikasi penjadwalan shift

Keterangan

1	Supervisor	A	<ul style="list-style-type: none"> • Data karyawan • Data kesediaan waktu karyawan senior/ junior
2	Pembagian Populasi	B	<ul style="list-style-type: none"> • Populasi senior dan junior
3	Pengkodean Kromosom	C	<ul style="list-style-type: none"> • Kromosom awal
4	Penghitungan fitness masing-masing Kromosom	D	<ul style="list-style-type: none"> • Kromosom awal dan nilai fitness
5	Seleksi Kromosom	E	<ul style="list-style-type: none"> • Kromosom orang tua, prob crossover
6	Crossover kromosom	F	<ul style="list-style-type: none"> • Kromosom anak, prob mutasi
7	Mutasi Kromosom	G	<ul style="list-style-type: none"> • Kromosom hasil mutasi
8	Penerjemahan	H	<ul style="list-style-type: none"> • Jadwal yang dihasilkan

Tabel 3.4 Keterangan DFD level 2 pada Penjadwalan Shift Karyawan

Supervisor PT.X memberikan masukan kepada sistem berupa data masing-masing karyawan, kesediaan waktu bekerja karyawan, parameter-parameter penjadwalan, dan parameter algoritma genetika. Parameter penjadwalan yang diinputkan terdiri dari parameter banyak generasi, banyak tempat, banyak karyawan senior, dan banyak karyawan senior pada satu shift. Parameter algoritma genetika yang diinputkan adalah

jumlah generasi, ukuran populasi, probabilitas perkawinan silang, dan probabilitas mutasi. Untuk data karyawan yang diinputkan terdiri dari nama karyawan, alamat karyawan, nomor telepon karyawan, dan kesediaan waktu bekerja dari karyawan. Data dari karyawan ini kemudian disimpan ke dalam database pada tabel *garda_depan*. Data kesediaan waktu dari karyawan disimpan dalam tabel *kesediaan_waktu*.

Masukan yang berupa jumlah shift dan data dari karyawan digunakan oleh proses pengkodean kromosom untuk menghasilkan kromosom. Kromosom merupakan deretan kode-kode yang mengandung informasi yang merupakan solusi dari permasalahan penjadwalan ini. Setelah proses pengkodean kromosom selesai, akan dilanjutkan dengan proses penghitungan nilai fitness untuk masing-masing kromosom. Setelah penghitungan nilai fitness selesai dilakukan dilanjutkan dengan proses seleksi kromosom. Proses seleksi kromosom dilakukan untuk memilih kromosom-kromosom yang akan melakukan perkawinan silang atau disebut dengan kromosom orang tua. Berdasarkan probabilitas kawin silang, pasangan kromosom orang tua ini selanjutnya akan melakukan proses perkawinan silang yang menghasilkan sepasang kromosom anak. Pada proses mutasi kromosom, kromosom anak dengan berdasarkan probabilitas mutasinya akan dimutasi untuk menghindari terjadinya konvergensi.

3.13 Rancangan Database

Aplikasi ini dapat menangani input terhadap parameter penjadwalan dan parameter algoritma genetika. Di dalam menyimpan data-data, database memerlukan tabel sebagai tempat penyimpanan. Database *dbaplikasi* yang disediakan terdiri dari 8 tabel, yaitu tabel *gardadepan*, *jadwal*, *kesediaan_waktu*, *hari*, *waktu*, *gerai*, *tingkatan*, dan tabel *user*.

3.hari

Field	Keterangan
Id_hari	Mencatat id_hari
Nama_hari	Mencatat nama hari sesuai id

5.shift

Field	Keterangan
Id_shift	Mencatat id_shift
Id_gardadepan	Mencatat karyawan yang memasukkan shift
Shift	Mencatat waktu-waktu shift

6.Tingkat

Field	Keterangan
Id_tingkat	Mencatat id_tingkat karyawan
Tingkat	Mencatat status level karyawan

7.Gerai

Field	Keterangan
Id_gerai	Mencatat id_gerai
Alamat_gerai	Mencatat lokasi gerai
Contact_gerai	Mencatat no.contact gerai

8.User

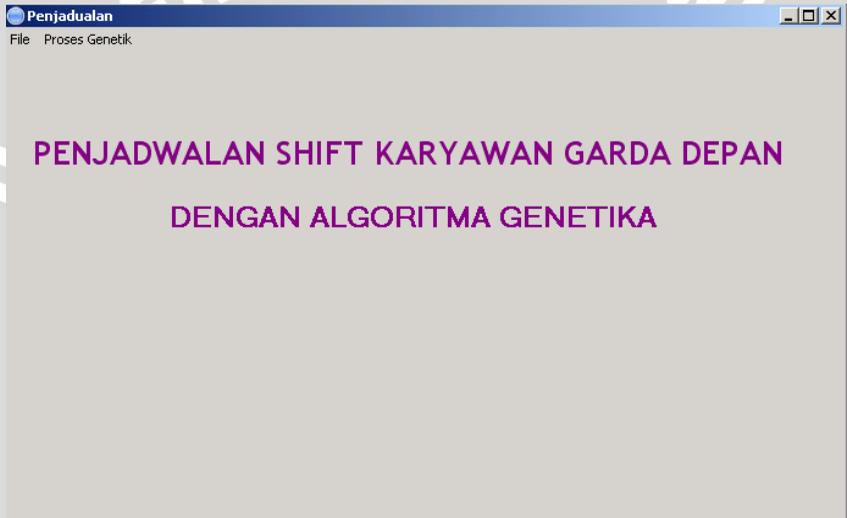
Field	Keterangan
Id_user	Mencatat id_user
Nama	Mencatat username
Password	Mencatat password user

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Tampilan utama dari aplikasi penjadwalan shift Karyawan menggunakan algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Tampilan utama aplikasi

4.1.1 *Input Data*

Input data terdiri dari komponen utama penjadwalan yang meliputi garda depan, gerai, hari, shift, dan kesediaan waktu garda depan. Berikut penjelasan masing-masing komponen beserta tampilan:

1. Data

a. Garda Depan

Form Garda depan digunakan untuk menyimpan data karyawan yang terdiri dari id karyawan dan nama karyawan

ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Alamat Garda Depan	Studi Garda Depan	Semester
38	Yuli Rahmansyah	Jl.Akordian 12 Malang	ITN	5
39	Pani Hadi	Jl.Malabar 12 Malang	UNIBRAW	5
40	welly Imam	Jl.Cilacap 21 Pasuruan	UNIBRAW	7
41	Umi Mayasri	Jl.Teluk, Etna 54 Malang	WEARNES	5
42	Rully Septian	Jl.Kecambah 12 Malang	UNIBRAW	5
1	Teguh Ariyojo	Jl.Meru Betis 33 Malang	UNIBRAW	1
2	Alisa Nurhayati	Jl.AriasaMungandar 31 Malang	UNIBRAW	1
3	Bambang Nurassidi	Jl.Ikan Mas 5/6 Malang	UNIBRAW	1
4	Jaki Wirawan Bakli	Jl.Diponegoro 21 Madiun	WEARNES	3
5	Lucky rahmad Andrianto	Jl.Kertosari 9 Dinoyo-Malang	UNISMA	1
6	Rosalina W'rianiti	Jl.Bantaran 22 Malang	UMM	1
7	Nina Fauzina	Jl.Gedong Songo 12 Turen Mal	UNIKAN	1

Gambar 4.2 *Form* Garda Depan

b. Gerai

Form Gerai digunakan untuk menyimpan seluruh data Gerai yang dapat digunakan, yang terdiri dari nama, alamat dan id ruang.

ID Gerai	Alamat Gerai	Contact Gerai
1	Kajutangan	341
2	Sarinah Plaza	353

Gambar 4.3 *Form* Gerai

d. Hari

Form hari digunakan untuk menyimpan data hari yang terdiri dari id dan nama hari.

ID Hari	Nama Hari
1	Senin
2	Selasa
3	Rabu
4	Kamis
5	Jum'at
6	Sabtu
7	Minggu

Gambar 4.4 *Form* hari

e. Kesiediaan waktu Garda Depan

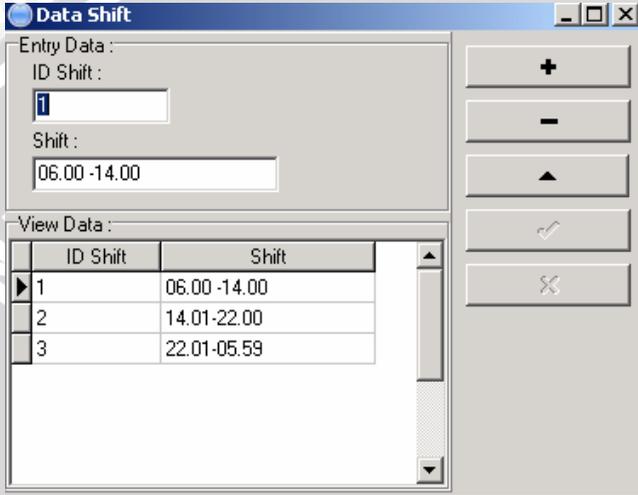
Form waktu Garda Depan digunakan untuk menyimpan data kesiediaan karyawan. Setiap karyawan mengisikan hari dan shift bekerja yang diinginkan.

ID Garda Depan	Shift	Hari
1	06.00 -14.00	Senin
1	14.01-22.00	Senin
1	22.01-05.59	Senin
1	14.01-22.00	Selasa
1	14.01-22.00	Rabu
1	22.01-05.59	Rabu
1	06.00 -14.00	Kamis
1	06.00 -14.00	Jum'at
1	22.01-05.59	Jum'at
1	22.01-05.59	Sabtu
1	06.00 -14.00	Minggu
1	14.01-22.00	Minggu

Gambar 4.5 *Form* kesiediaan waktu Garda Depan

f. Shift

Form Shift digunakan untuk menyimpan data Shift yang terdiri dari id dan jam Shift . Form ini berguna jika terjadi perubahan jam atau penambahan dan pengurangan shift.



ID Shift	Shift
1	06.00 -14.00
2	14.01-22.00
3	22.01-05.59

Gambar 4.6 Form Shift

4.1.2 Deskripsi Program

4.1.2.1 Inisialisasi Kromosom

Inisialisasi kromosom dalam program adalah dengan membangkitkan nilai random hari dan jam shift sebanyak Id garda depan yang ada

```
procedure TFGenetik.inisialisasiCrom(id: String);
var
  i, j, totShift, len, jumIndividu, index: integer;
  s: String;
begin
  with DataModule2 do
    begin
      len:= 0;
      ADOQGardaDepan.Parameters[0].Value:= id;
      ADOQGardaDepan.Close;
```

```

ADOQGardaDepan.ExecSQL;
ADOQGardaDepan.Open;
ADOQGardaDepan.First;
for i:= 0 to ADOQGardaDepan.recordcount-1 do
begin
    for j:= 0 to 5 do
    begin
        len:= len + 1;
        SetLength(idGardaDepan,len);
        idGardaDepan[len - 1]:=
ADOQGardaDepan.FieldValues['id_gardadepan'];

        SetLength(idTingkat,len);
        idTingkat[len-1]:=
ADOQGardaDepan.FieldValues['id_tingkat'];
        end;
        ADOQGardaDepan.Next;
    end;

    SetLength(kesediaan,2,ADOQKesiaaan.RecordCount);
    ADOQKesiaaan.First;
    for i:= 0 to ADOQKesiaaan.RecordCount - 1 do
    begin
        kesediaan[0,i]:=
ADOQKesiaaan.FieldValues['id_gardadepan'];
        kesediaan[1,i]:=
ADOQKesiaaan.FieldValues['id_hari'] + ',' +
ADOQKesiaaan.FieldValues['id_shift'];
        ADOQKesiaaan.Next;
    end;
end;

SetLength(Individu,SPJumIndividu.Value);

for jumIndividu:= 0 to SPJumIndividu.Value - 1 do
begin
    len:= 0;
    with DataModule2 do
    begin
        for i:= 0 to ADOQGardaDepan.RecordCount - 1 do
        begin
            for totShift:= 0 to 5 do
            begin
                len:= len + 1;

SetLength(Individu[jumIndividu].kromosom,len);
                Randomize;
                index:=
RandomRange(0,length(ComHariShift));
                Individu[jumIndividu].kromosom[len-1]:=
ComHariShift[index];
                deleteCombinasi(index);
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

        end;
    end;
    Individu[jumIndividu].Cost:=
getCost(Individu[jumIndividu].kromosom);
    Individu[jumIndividu].Fitness:=
1/(1+Individu[jumIndividu].Cost);
    getHariShift;
end;
end;

```

4.1.2.2 Seleksi

Pada seleksi turnamen, sejumlah k kromosom tertentu dari populasi diacak kemudian saling dibandingkan nilainya. Kromosom yang memiliki nilai fitness tertinggi dari k kromosom tersebut kemudian akan menjadi orang tua pertama. Langkah ini diulangi sampai diperoleh 2 orang tua. Pada penelitian ini nilai k yang digunakan adalah 2. Berikut cuplikan program untuk memilih induk:

```

for i:= 0 to jumParent - 1 do
begin
    Randomize;
    ran:= RandomRange(0,length(range));
    for j:= 0 to Length(Individu) - 1 do
begin
        if range[ran] <= Individu[j].PcX100 then
begin
            Parental[i]:= j;
            Break;
        end;
    end;
end;

```

4.1.2.3 Perkawinan silang

Pada perkawinan silang dimulai dengan menyimpan orang tua kedua pada sebuah variabel sementara. Setelah itu ditentukan titik perkawinan silang secara random. Ambil nilai gen pertama sampai gen titik perkawinan silang dan diletakkan pada variabel anak sekaligus menghapus gen yang sama pada orang variabel induk kedua. Setelah itu sisa gen dari variabel kedua diletakkan pada variabel anak. Cuplikan dari prosedur perkawinan silang sebagai berikut:

```

SetLength(anak,jumCrossOver,Length(Individu[0].kromosom));
for i:= 0 to jumCrossOver - 1 do

```

```

begin
  for j:= 0 to cutPoin - 1 do
    begin
      anak[i,j]:= potongan1[i,j];
    end;
  for j:= cutPoin to Length(Individu[0].kromosom) - 1 do
    begin
      if i < (jumCrossOver - 1) then
        anak[i,j]:= potongan2[i+1,j-cutPoin]
      else
        anak[i,j]:= potongan2[0,j-cutPoin];
      end;
    end;
  SetLength(tempAnak,length(Individu[0].kromosom));
  for i:= 0 to jumCrossOver - 1 do
    begin
      for j:= 0 to Length(Individu[0].kromosom) - 1 do
        begin
          tempAnak[j]:= anak[i,j];
        end;
      Repair(tempAnak);
    end;
  end;
end;

```

4.1.2.4 Mutasi

Mutasi yang kedua yaitu dengan menukar nilai dua gen. Langkah awal adalah menentukan dua gen yang akan dimutasi, kemudian langsung menukar nilai kedua gen tersebut. Berikut prosedur mutasi yang kedua:

```

procedure TFGenetik.Mutasi(ProbMutasi: integer);
var
  i,j,jumMutasi,subCrom1,SubCrom2: integer;
  temp: String;
  tempCrom: array of String;
begin
  jumMutasi:= ((ProbMutasi * length(Individu[0].kromosom) *
  SPJumIndividu.Value) div 100) div 2;
  SetLength(tempCrom,length(Individu[0].kromosom));
  GetParent(jumMutasi);
  for i:= 0 to Length(parental)-1 do
    begin
      for j:= 0 to length(Individu[0].kromosom) - 1 do
        tempCrom[j]:= Individu[parental[i]].kromosom[j];
      subCrom1:= RandomRange(0,length(Individu[0].kromosom));
      repeat
        SubCrom2:=
        RandomRange(0,length(Individu[0].kromosom));

```

```

until (SubCrom2 <> subCrom1);
temp:= tempCrom[subCrom1];
tempCrom[subCrom1]:= tempCrom[subCrom2];
tempCrom[subCrom2]:= temp;

```

```

end;
end;

```

4.1.2.5 Pembagian Gerai

Pembagian ruangan dilakukan setelah tiap Garda Depan memiliki slot waktu. Pemberian alokasi Gerai dilakukan mulai gerai yang pertama sampai yang kedua, namun harus sesuai dengan kapasitas maksimal, jumlah Garda, dan slot waktu yang sama (hari dan jam yang sama pada proses yang dihasilkan algoritma genetika). Berikut cuplikan prosedur pembagian gerai:

```

for i:= 0 to Length(Individu[0].kromosom) - 1 do
begin
    ADOTJadwal.Append;
    ADOTJadwal.FieldName('id_jadwal').Value:= i;
    ADOTJadwal.FieldName('id_gardadepan').Value:=
idGardaDepan[i];
    s:= '';
    subCrom:= Individu[0].kromosom[i];
    for j:= 1 to Length(subCrom) do
begin
    if subCrom[j]= ',' then
begin
        separator:= j;
        break;
    end;
end;

for j:= 1 to Length(subCrom) do
begin
    if j < separator then
begin
        s:= s+subCrom[j];
        Break;
    end;
end;
ADOTJadwal.FieldName('id_hari').Value:= s;
s:= '';
for j:= 1 to Length(subCrom) do
begin
    if j > separator then
begin
        s:= s+subCrom[j];
    end;
end;

```

```

end;
ADOTJadwal.FieldByName('id_shift').Value:= s;
ADOTJadwal.Post;
end;

```

4.2 Penerapan Aplikasi

Aplikasi diterapkan dengan memasukkan data penjadwalan yang sudah ada. Adapun data yang dimasukkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data penjadwalan

Garda Depan Senior	21
Garda Depan Junior	21
Gerai	2

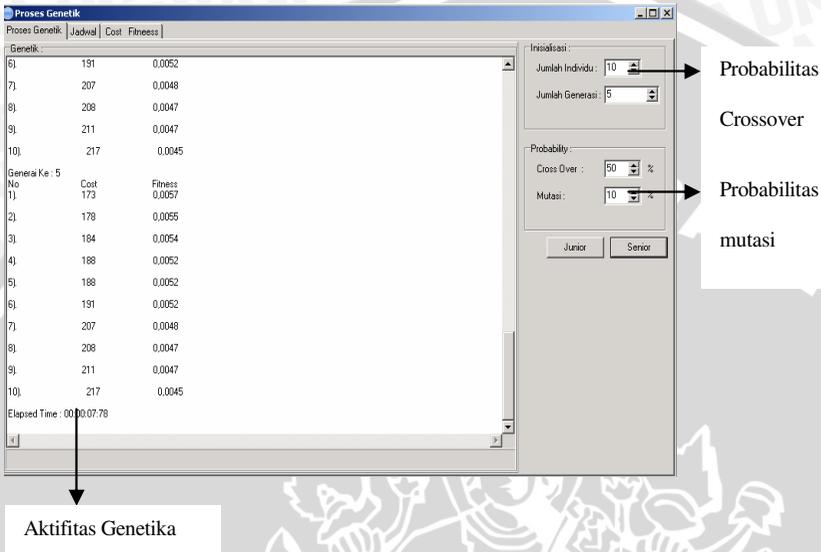
Pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa terdapat 42 Garda Depan Senior dan yunior, dan 2 gerai. Langkah selanjutnya untuk pembuatan jadwal Shift Karyawan adalah dengan mengisikan nilai parameter genetika. Secara *default* aplikasi memiliki kombinasi parameter sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kombinasi *default* parameter genetika

Generasi	5
Populasi	10
Perkawinan silang	0.5
Mutasi	0.01

Pada Tabel 4.2 dapat dijelaskan bahwa jumlah generasi atau iterasi yang dihasilkan adalah 5 generasi. Setiap generasi menghasilkan 10 populasi atau 10 kromosom. Probabilitas perkawinan silang adalah sebesar 0.5. Diharapkan ada 5 kromosom dari 10 kromosom yang ada dalam populasi tersebut mengalami perkawinan silang. Probabilitas mutasi sebesar 0.1 berarti apabila pada saat proses mutasi nilai random yang yang dihasilkan kurang dari probabilitas mutasi maka dilakukan mutasi pada kromosom tersebut.

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



Gambar 4.7 Form aktivitas genetika

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat proses pembuatan jadwal. Pada memo adalah hasil dari proses genetika. Setiap id Garda Depan diberikan nilai random yang merupakan kombinasi hari dan jam Shift

Pada saat program dijalankan maka terjadi perubahan nilai-nilai gen mulai dari inisialisasi populasi sampai dengan generasi terakhir. Perubahan juga akan terlihat pada nilai *cost* dan *fitness*, semakin mendekati generasi ke- nilai *cost* akan semakin menurun dan sebaliknya nilai *fitness* akan semakin naik.

Jadwal Shift Karyawan diperoleh dari kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik pada sebuah generasi. Secara umum, jumlah generasi berpengaruh dalam menentukan nilai *fitness*. Semakin banyak generasi maka nilai *fitness* yang diperoleh akan semakin baik. Hal tersebut dikarenakan pada setiap generasi dilakukan operasi genetika yaitu perkawinan silang dan mutasi. Namun tidak berarti jumlah generasi dapat terus bertambah dan menghasilkan nilai *fitness* yang

tinggi. Pada generasi tertentu nilai *fitness* akan konvergen sehingga nilai *fitness* tidak mengalami perubahan.

Penjadwalan Shift Karyawan yang diterapkan pada aplikasi diperoleh kromosom yang memiliki *fitness* tertinggi sebesar 0.0053 (pada probabilitas kawin silang 0.6)untuk Garda Depan Senior dan 0,0056 (pada probabilitas kawin silang 0.9)untuk Garda Depan Yuniior. Kromosom tersebut terpilih untuk dijadikan Shift Karyawan.

Proses genetika dan proses pembagian Gerai berjalan secara bersamaan, sehingga setelah proses tersebut selesai terbentuk sebuah jadwal Shift Karyawan.

Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
Senin	06.00 -14.00	37	Indah Maharani	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	31	Rico Tedja	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	33	Siria Damayanti	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	29	Wiku Mulya	Senior	Sainah Plaza
Senin	06.00 -14.00	42	Rully Septian	Senior	Sainah Plaza
Senin	06.00 -14.00	27	Halids Pambudi	Senior	Sainah Plaza
Senin	06.00 -14.00	6	Rosalina Witnanti	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	11	Rika Odang	Junior	Sainah Plaza
Senin	06.00 -14.00	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Sainah Plaza
Senin	06.00 -14.00	1	Teguh Ariyojo	Junior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	39	Pamri Hadi	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	34	Amalia Permatadewi	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	33	Siria Damayanti	Senior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	30	Weni Hayrawati	Senior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	36	Asni Nuraida	Senior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	17	Muhammad Syalifi	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	13	Bayu Wirawan	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	2	Alisa Nurhayati	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	19	Rudy Andrianto	Junior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	8	Katika Nuraini	Junior	Sainah Plaza
Senin	14.01-22.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Sainah Plaza
Senin	22.01-05.59	40	welly Imam	Senior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	32	Ridwan Arjudanto	Senior	Kayutangan

Gambar 4.8 *Form* hasil akhir

Pada Gambar 4.8 adalah hasil dari penjadwalan Shift Karyawan . Setiap Karyawan Garda Depan ditempatkan pada slot waktu (hari dan jam) dan ruang yang digunakan. Contohnya, Garda Depan dengan id 6 ditempatkan pada slot waktu hari senin jam kedua di Gerai PT X di kayutangan

4.3 Analisa Hasil

Perubahan nilai *fitness* dari inisialisasi sampai menjadi *fitness* terbaik dikarenakan adanya dua parameter dasar yang penting yaitu probabilitas perkawinan silang dan probabilitas mutasi. Pada perkawinan silang menyatakan seberapa sering proses perkawinan silang akan terjadi diantara dua kromosom orang tua. Jika tidak terjadi perkawinan silang, keturunan merupakan salinan mutlak dari kromosom orang tua. Jika terjadi perkawinan silang, keturunan yang dihasilkan merupakan campuran dari kedua kromosom orang tua.

Probabilitas mutasi menyatakan seberapa sering bagian-bagian kromosom akan dimutasikan. Jika tidak ada mutasi, keturunan diambil langsung setelah perkawinan silang tanpa ada perubahan. Jika probabilitas mutasi 1, maka seluruh kromosom diubah. Sebaliknya jika probabilitas mutasi 0, maka tidak ada kromosom yang diubah. Mutasi diperlukan untuk mencegah terjadinya konvergensi prematur.

Dalam penelitian kali ini digunakan kasus penjadwalan shift garda depan dengan jumlah 21 garda depan junior dan 21 garda depan senior beserta kesediaan waktunya..

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian pengaruh parameter algoritma genetika terhadap waktu proses dan nilai *fitness*.

4.3.1 Pengujian I

Untuk pengujian pertama (I) akan diamati pengaruh parameter probabilitas mutasi dengan waktu proses dan nilai *fitness* pada suatu generasi tertentu. Nilai *fitness* dan waktu proses yang diamati adalah pada generasi ke-20 Untuk nilai parameter ukuran populasi dan probabilitas kawin silang diset tetap, sedangkan nilai parameter mutasi akan diset dengan nilai antara 0 sampai 0,1. Berikut ini tabel yang nilai parameter-parameter yang diset tetap yang digunakan pada pengujian I.

Tabel 4. 3 Tabel parameter pengujian I

Parameter	Nilai Parameter
Ukuran Populasi	40
Probabilitas Kawin Silang	0,40

Hasil dari pengujian I adalah sebagaimana disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4. 4 Hasil I pengujian I

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness Maks Senior	Fitness Maks Junior	Waktu Senior	Waktu Junior
40	0,4	0,01	0.0048	0,0048	0.18	0.18
40	0,4	0,02	0.0054	0,0052	0.18	0.18
40	0,4	0,03	0.0052	0,0049	0.18	0.18
40	0,4	0,04	0.0051	0,0053	0.18	0.18
40	0,4	0,05	0.0049	0,0051	0.18	0.18
40	0,4	0,06	0.0049	0,0051	0.18	0.18
40	0,4	0,07	0.0049	0,0048	0.19	0.18
40	0,4	0,08	0.005	0,0050	0.18	0.18
40	0,4	0,09	0.0051	0,0050	0.18	0.18
40	0,4	0,1	0.0049	0,005	0.18	0.18

Dari hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa perubahan probabilitas mutasi tidak membawa pengaruh terhadap lama proses algoritma genetika yang dijalankan, baik terhadap populasi senior maupun populasi junior. Untuk semua probabilitas mutasi yang dijalankan, waktu yang dibutuhkan oleh populasi senior dan junior adalah berkisar pada 18 detik..

Untuk nilai fitness, dengan menggunakan parameter dan operator evolusi yang telah ditetapkan, dapat dilihat bahwa pada nilai parameter yang sama dapat menghasilkan nilai fitness yang berbeda.

Pada hasil pengujian, nilai fitness tertinggi populasi senior berada pada probabilitas mutasi sebesar 0.02 dan nilai fitness tertinggi populasi junior berada pada probabilitas mutasi sebesar 0,03. Pada pengujian ini, nilai fitness tidak berbanding lurus dengan besarnya probabilitas mutasi. Selain itu, pada parameter yang sama, dapat menghasilkan nilai fitness yang berbeda.

4.3.2 Pengujian II

Untuk pengujian kedua (II) akan diamati pengaruh parameter probabilitas kawin silang dengan waktu proses dan nilai fitness pada generasi tertentu. Pada pengujian II ini nilai parameter ukuran populasi, jumlah generasi, probabilitas mutasi akan diset tetap, sedangkan nilai parameter kawin silang akan diset bervariasi dengan nilai antara 0 sampai 1. Nilai fitness dan waktu proses yang diamati adalah pada generasi ke-20. Berikut ini tabel yang nilai parameter-parameter yang diset tetap yang digunakan pada pengujian II.

Tabel 4. 5 Tabel parameter pengujian II

Parameter	Nilai Parameter
Ukuran Populasi	20
Probabilitas Mutasi	0,01

Tabel 4.6 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.5.

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,5	0,01	0.0047	0.005	0.00445	0.004565
20	0,5	0,01	0.0047	0.005	0.004555	0.0046
20	0,5	0,01	0.0048	0.004	0.004485	0.0046
20	0,5	0,01	0.0047	0.0051	0.00445	0.00451

20	0,5	0,01	0.0051	0.0048	0.00465	0.00462
20	0,5	0,01	0.0047	0.0055	0.00519	0.00565
20	0,5	0,01	0.005	0.0046	0.00451	0.0046
20	0,5	0,01	0.0049	0.005	0.004595	0.004565
20	0,5	0,01	0.005	0.0048	0.0045	0.0044

Tabel 4.7 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.6

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,6	0,01	0.0053	0.0048	0.004745	0.00464
20	0,6	0,01	0.0051	0.0049	0.004625	0.00462
20	0,6	0,01	0.0051	0.005	0.00469	0.00465
20	0,6	0,01	0.005	0.0047	0.00464	0.0045
20	0,6	0,01	0.0048	0.005	0.0045	0.004585
20	0,6	0,01	0.0051	0.0051	0.0047	0.004595
20	0,6	0,01	0.0052	0.0051	0.00466	0.004585
20	0,6	0,01	0.005	0.0049	0.00483	0.00457
20	0,6	0,01	0.005	0.0051	0.00462	0.00465

Tabel 4.8 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.7

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,7	0,01	0.005	0.0052	0.004685	0.004715
20	0,7	0,01	0.0048	0.0052	0.00458	0.00483
20	0,7	0,01	0.005	0.0051	0.00461	0.004621
20	0,7	0,01	0.0049	0.0049	0.004615	0.004655
20	0,7	0,01	0.005	0.0051	0.00469	0.004575
20	0,7	0,01	0.0052	0.005	0.00461	0.0046

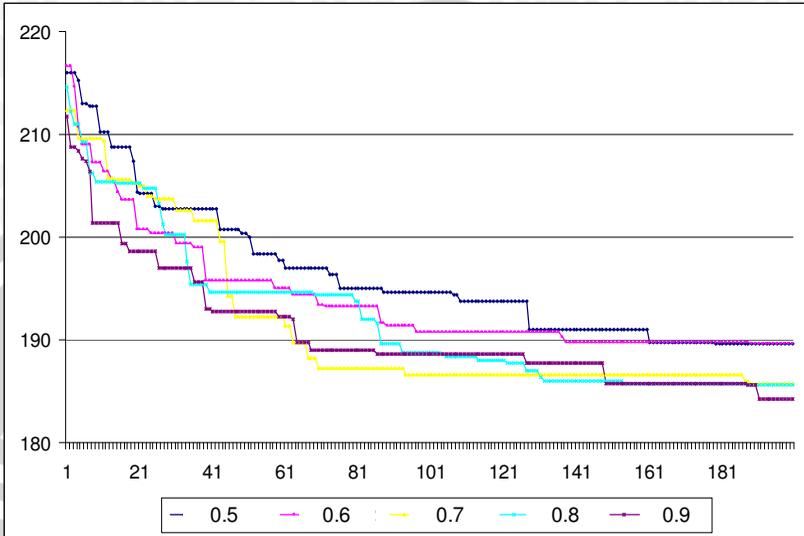
20	0,7	0,01	0.0051	0.005	0.00462	0.00469
20	0,7	0,01	0.0047	0.0049	0.004565	0.004635
20	0,7	0,01	0.0048	0.0048	0.00458	0.004565

Tabel 4.9 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.8

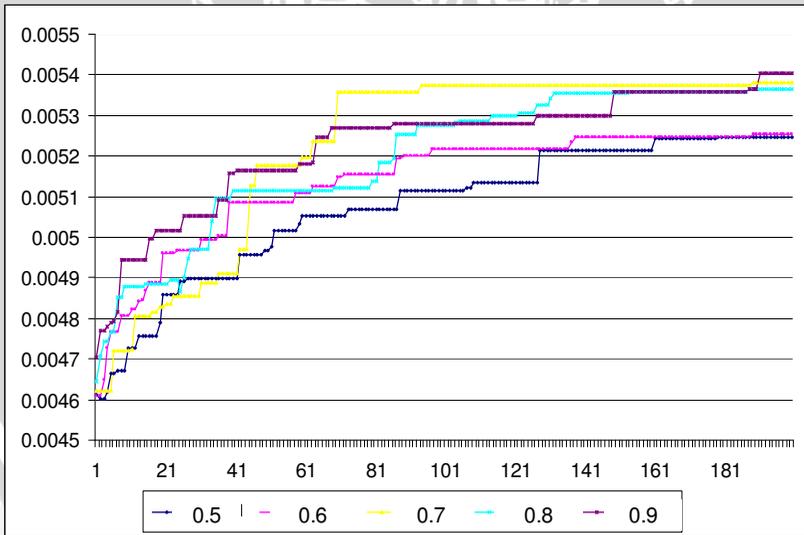
Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,8	0,01	0.0051	0.0052	0.004675	0.00471
20	0,8	0,01	0.0048	0.005	0.004535	0.004645
20	0,8	0,01	0.005	0.0048	0.004735	0.0046
20	0,8	0,01	0.0048	0.0051	0.004625	0.004795
20	0,8	0,01	0.005	0.0048	0.004715	0.004665
20	0,8	0,01	0.005	0.0053	0.00457	0.00461
20	0,8	0,01	0.0051	0.0047	0.00473	0.004555
20	0,8	0,01	0.0046	0.005	0.00453	0.004715
20	0,8	0,01	0.0052	0.0049	0.004595	0.004645

Tabel 4.10 Hasil uji probabilitas perkawinan silang 0.9

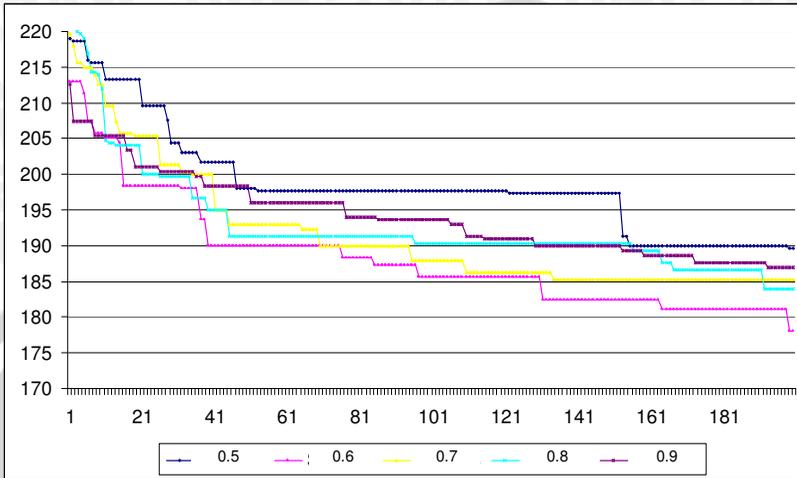
Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,9	0,01	0.0048	0.0049	0.004555	0.004635
20	0,9	0,01	0.005	0.0056	0.00461	0.00482
20	0,9	0,01	0.0048	0.005	0.00457	0.00473
20	0,9	0,01	0.005	0.0051	0.00466	0.004675
20	0,9	0,01	0.0048	0.0051	0.00455	0.004745
20	0,9	0,01	0.0048	0.005	0.0046	0.0047
20	0,9	0,01	0.005	0.0053	0.004	0.00474
20	0,9	0,01	0.0048	0.0053	0.00455	0.00474
20	0,9	0,01	0.0048	0.0051	0.0046	0.0047



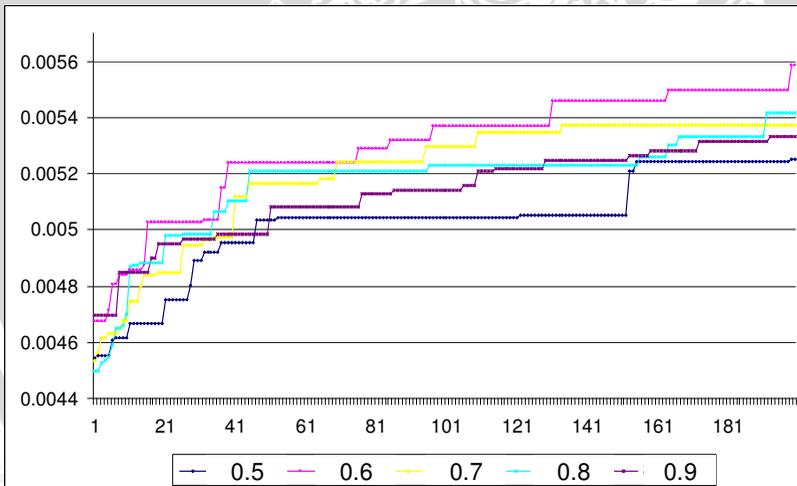
Gambar 4.9 Grafik perbandingan rata-rata *cost* populasi junior dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda



Gambar 4.10 Grafik perbandingan rata-rata *fitness* populasi junior dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda



Gambar 4.11 Grafik perbandingan rata-rata *cost* populasi senior dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda



Gambar 4.12 Grafik perbandingan rata-rata *fitness* populasi senior dengan probabilitas perkawinan silang yang berbeda

Hasil dari pengujian probabilitas kawin silang dengan waktu proses adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Hasil pengujian probabilitas kawin silang dengan waktu proses

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness maks Senior	Fitness Maks Junior	Waktu Senior	Waktu Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
40	0,1	0,01	0.0048	0.0048	17,125	17.063	0.004373	0.004373
40	0,2	0,01	0.0051	0.005	17,312	17.172	0.004483	0.004495
40	0,3	0,01	0.005	0.0049	17,500	17.344	0.004418	0.004608
40	0,4	0,01	0.005	0.0049	17,601	17,563	0.004605	0.00452
40	0,5	0,01	0.0051	0.0048	17,938	17,719	0.004685	0.004468
40	0,6	0,01	0.0058	0.005	18,073	18,16	0.00459	0.004575
40	0,7	0,01	0.0051	0.0051	18,203	18,47	0.004578	0.004635
40	0,8	0,01	0.0052	0.005	18,507	18,303	0.004768	0.004615
40	0,9	0,01	0.0051	0.0051	18,758	18,547	0.00468	0.0047

Dari hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa waktu proses dipengaruhi oleh besarnya probabilitas kawin silang satu titik. Proses algoritma genetika pada populasi senior dan junior berkisar pada 17 detik – 18 detik

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa nilai fitness terbaik populasi senior berada pada probabilitas kawin silang sebesar 0,6 dan nilai fitness terbaik dari populasi junior berada pada probabilitas kawin silang sebesar 0,9. Pada pengujian ini, nilai probabilitas kawin silang tidak berbanding lurus dengan nilai fitness. Selain itu, pada parameter yang sama, dapat menghasilkan nilai fitness yang berbeda.

4.3.3 Pengujian III

Untuk pengujian ketiga (III) akan diamati pengaruh parameter jumlah populasi dengan waktu proses. Pada pengujian III ini nilai parameter banyak generasi, probabilitas kawin silang, probabilitas mutasi akan diset tetap, sedangkan nilai parameter jumlah populasi akan diset bervariasi mulai dari 20 sampai 100. Nilai fitness dan waktu proses yang diamati adalah pada populasi generasi ke-20.

Berikut ini tabel yang nilai parameter-parameter yang diset tetap yang digunakan pada pengujian III.

Tabel 4. 12 Tabel parameter pengujian III

Parameter	Nilai Parameter
Probabilitas Mutasi	0,01
Probabilitas Kawin Silang	0,40

Hasil dari pengujian III adalah sebagai berikut :

Tabel 4 .13 Hasil I pengujian III

Pop	Prob Kawin Silang	Prob Mutasi	Fitness Maks Senior	Fitness Maks Junior	Waktu Senior	Waktu Junior	Fitness Rata2 Senior	Fitness Rata2 Junior
20	0,4	0,01	0.0053	0.0049	11,43	12,78	0.004475	0.004545
40	0,4	0,01	0.0052	0.0048	18,250	17,672	0.004608	0.0045
60	0,4	0,01	0.005	0.0053	24,565	24	0.004553	0.004543
80	0,4	0,01	0.0049	0.0053	30,63	31	0.004494	0.004603
100	0,4	0,01	0.005	0.0051	37,256	37,56	0.004491	0.004529

Dari hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa perubahan generasi membawa pengaruh terhadap lama proses algoritma genetika yang dijalankan, baik terhadap populasi senior maupun populasi junior. Semakin besar populasi, maka waktu proses juga akan menjadi semakin lama.

Dari hasil pengujian, nilai fitness tertinggi pada populasi senior adalah pada populasi 20. Sedangkan populasi junior berada pada populasi 60 dan 80. Besarnya nilai fitness tidak berbanding lurus dengan besarnya populasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada tugas akhir ini adalah :

1. Pada tugas akhir ini telah dibuat model genetika untuk masalah penjadwalan Shift Karyawan
2. Algoritma Genetik mampu menyelesaikan masalah penempatan karyawan dan mapu menekan upah lembur yang selama ini belum terpecahkan.
3. Algoritma Genetik mampu menekan pelanggaran-pelanggaran aturan penjadwalan sehingga *fitness* dapat naik sampai 0,0053 untuk populasi junior dan 0,0052 untuk populasi senior pada generasi ke 20.
4. Masih terdapat banyak pelanggaran aturan penjadwalan sehingga jadwal masih sulit untuk dijalankan terutama aturan tentang kesediaan waktu, sehingga diperlukan pergantian posisi pada jadwal-jadwal tertentu yang dilanggar.
5. Pada generasi tertentu nilai *fitness* akan terjadi konvergensi sehingga nilai *fitness* tidak mengalami perubahan.
6. Probabilitas perkawinan silang menentukan nilai *fitness* yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai probabilitas perkawinan silang yang diberikan, maka nilai *fitness* yang dihasilkan akan semakin tinggi. Namun pada kondisi tertentu nilai *fitness* tidak mengalami perubahan atau bahkan akan menurun.
7. Pada kasus penjadwalan Shift Karyawan nilai probabilitas perkawinan silang yang optimal digunakan adalah 0.6 untuk Garda Depan Senior dan 0,9 untuk Garda Depan Junior. Pada probabilitas 0.6 dan 0.9 didapatkan nilai *fitness* tertinggi. Jadwal yang dibuat berasal dari kombinasi keduanya.

- Agar syarat komposisi 3 senior dan 3 junior dapat dipenuhi maka disarankan agar tiap karyawan bekerja selama 6 shift.

5.2 Saran

Aplikasi yang dibangun belum sempurna, berikut terdapat beberapa hal yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan aplikasi ini:

Program penjadwalan shift yang dibuat pada skripsi ini belum memungkinkan untuk melakukan penjadwalan dengan jumlah shift yang berbeda-beda antara satu hari dengan hari lainnya. Sehingga tidak menutup kemungkinan untuk mengembangkan program lebih lanjut yang memungkinkan untuk melakukan penjadwalan dengan jumlah shift yang berbeda-beda antara satu hari dengan hari lainnya.

Perlu dilakukan pengujian yang lebih lanjut mengenai pengaruh masing-masing parameter algoritma genetika terhadap hasil proses sehingga akan semakin meningkatkan keakuratan dalam pencarian solusi dan diperoleh konfigurasi terbaik dari parameter algoritma genetika. Hal ini akan memudahkan user karena user tidak perlu lagi menginputkan parameter-parameter tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Gen, Mitsuo and Runwei, Cheng. Genetic Algorithms And Engineering Design. John Wiley & Sons, Inc. New York: 1997.
- Hermawanto, D., 2006, Tutorial Algoritma Genetika, <http://cspi.istecs.org/Papers1/csp546.pdf.gz>, diakses terakhir pada 2-04-2007
- Maharani.C, 2006, Penyelesaian Masalah Penjadwalan Mata Kuliah di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada dengan Menggunakan Algoritma Genetika, skripsi, Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Melanie, M., 1999, An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, London.
- Michalewicz , Zbigniew. 1999 Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer. New York 1999
- Nye,J.2004 Genetic Algorithms: Explanation and Implementation Tradeoffs, <http://DevMaster.net - Genetic Algorithms Explanation and Implementation Tradeoffs.htm> diakses terakhir tanggal 05-04-2007
- Obitko, M., 1998, An Intoduction to Genetic Algorithm, Czech Technical University, <http://cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga/>., diakses terakhir pada 03-03-2007
- Ross, P., Dave C, Hsiao L. F. Succesful Lecture Timetabling with Evolutionary Algorithms. Departement of Artificial Intelligence, University of Edinburgh, U. K.1994. www.citeseer.1st.psu.edu. Tanggal akses: 7 April 2007
- Sukmawan, B., 2003, Sekilas Tentang Algoritma Genetika dan Aplikasinya pada Optimasi Jaringan Pipa Air Bersih,

<http://bdg.centrin.net.id/~budskman/ga.htm>., diakses terakhir pada 3-03-2007

Suyanto, 2005, Algoritma Genetika dalam MATLAB, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Wikipedia. Scheduling.<http://en.wikipedia.org/wiki/scheduling>.Tanggal akses: 14 Maret 2007

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1 Jadwal Junior

Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
Senin	06.00 -14.00	14	Fedrian Hananto	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	3	Bambang Nurosadi	Junior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	8	Kartika Nuraini	Junior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	16	Reni Meutia	Junior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	2	Alisa Nurhayati	Junior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	13	Bayu Wirawan	Junior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	8	Kartika Nuraini	Junior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	19	Rudy Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	17	Muhammad Syaffi	Junior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	7	Nina Faurina	Junior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	21	Rizky Hanggono	Junior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	10	Beri Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	15	Indah Nirawati	Junior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	17	Muhammad Syaffi	Junior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	10	Beri Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	3	Bambang Nurosadi	Junior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	6	Rosalina Witrianti	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	13	Bayu Wirawan	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	3	Bambang Nurosadi	Junior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	21	Rizky Hanggono	Junior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	15	Indah Nirawati	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	6	Rosalina Witrianti	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	17	Muhammad Syaffi	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	2	Alisa Nurhayati	Junior	Sarinah Plaza

Selasa	22.01-05.59	17	Muhammad Syaffi	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	19	Rudy Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	14	Pedrian Hananto	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	16	Reni Meutia	Junior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	1	Teguh Anjoyo	Junior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	8	Kartika Nuraini	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	13	Bayu Wirawan	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	15	Indah Nirawati	Junior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	7	Nina Faurina	Junior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	21	Rizky Hanggono	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	15	Indah Nirawati	Junior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	18	Wendy Firmansyah	Junior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	3	Bambang Nurosadi	Junior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	6	Rosalina Witrianti	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	17	Muhammad Syaffi	Junior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	2	Alisa Nurhayati	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	13	Bayu Wirawan	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	7	Nina Faurina	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	16	Reni Meutia	Junior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	21	Rizky Hanggono	Junior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	6	Rosalina Witrianti	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	2	Alisa Nurhayati	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	14	Pedrian Hananto	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	19	Rudy Andrianto	Junior	Kayutangan
Kamis	22.01-05.59	8	Kartika Nuraini	Junior	Kayutangan

Kamis	22.01-05.59	1	Teguh Arijojo	Junior	Kayutangan
Kamis	22.01-05.59	16	Reni Meutia	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	14	Pedrian Hananto	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	15	Indah Nirawati	Junior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	7	Nina Faurina	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	3	Bambang Nurosadi	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	14	Pedrian Hananto	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	6	Rosalina Witrianti	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	2	Alisa Nurhayati	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	21	Rizky Hanggono	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	1	Teguh Arijojo	Junior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	17	Muhammad Syaf'i	Junior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	8	Kartika Nuraini	Junior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	2	Alisa Nurhayati	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	19	Rudy Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	13	Bayu Wirawan	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	7	Nina Faurina	Junior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	16	Reni Meutia	Junior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	14	Pedrian Hananto	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	11	Rika Odang	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	19	Rudy Andrianto	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	6	Rosalina Witrianti	Junior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	7	Nina Faurina	Junior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	15	Indah Nirawati	Junior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	18	Wendy Firmansyah	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	1	Teguh Arijojo	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	3	Bambang Nurosadi	Junior	Sarinah Plaza

Sabtu	22.01-05.59	10	Beni Rahmadana Putra	Junior	Kayutangan
Sabtu	22.01-05.59	21	Rizky Hanggono	Junior	Kayutangan
Sabtu	22.01-05.59	9	Nugroho Setio Aji	Junior	Kayutangan
Sabtu	22.01-05.59	16	Reni Meutia	Junior	Sainah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	3	Bambang Nurosadi	Junior	Sainah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	13	Bayu Wirawan	Junior	Sainah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sainah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	17	Muhammad Syaffi	Junior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	21	Rizky Hanggono	Junior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	19	Rudy Andrianto	Junior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	8	Kartika Nuraini	Junior	Sainah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	14	Redian Hananto	Junior	Sainah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	5	Lucky rahmad Andrianto	Junior	Sainah Plaza
Minggu	14.01-22.00	7	Nina Faurina	Junior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	16	Reni Meutia	Junior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	11	Rika Odang	Junior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	2	Alsa Nurhayati	Junior	Sainah Plaza
Minggu	14.01-22.00	20	Samuel Widagdo	Junior	Sainah Plaza
Minggu	14.01-22.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sainah Plaza
Minggu	14.01-22.00	15	Indah Nirawati	Junior	Sainah Plaza
Minggu	22.01-05.59	13	Bayu Wirawan	Junior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	12	Agus Wira Bhakti	Junior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	8	Kartika Nuraini	Junior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	6	Rosalina Witrianti	Junior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	1	Teguh Arijoyo	Junior	Sainah Plaza
Minggu	22.01-05.59	18	Wendy Firmansyah	Junior	Sainah Plaza
Minggu	22.01-05.59	19	Rudy Andrianto	Junior	Sainah Plaza

Lampiran 2 Jadwal Senior

Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
Senin	06.00 -14.00	22	Erwin Ismu	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	31	Rico Tedja	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	33	Sintia Damayanti	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	26	Marifatul Ula	Senior	Kayutangan
Senin	06.00 -14.00	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	36	Asri Nuraida	Senior	Sarinah Plaza
Senin	06.00 -14.00	29	Wiki Mulya	Senior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	35	Kristina Paulina	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	23	sukma Ayu	Senior	Kayutangan
Senin	14.01-22.00	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	37	Indah Maharani	Senior	Sarinah Plaza
Senin	14.01-22.00	25	Budhi Santoso	Senior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	30	Weni Hayrawati	Senior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	26	Marifatul Ula	Senior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	24	Budhi darma Wirawan	Senior	Kayutangan
Senin	22.01-05.59	42	Rully Septian	Senior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	40	welly Imam	Senior	Sarinah Plaza
Senin	22.01-05.59	34	Amalia Permatadewi	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	27	Hafids Pambudi	Senior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	31	Rico Tedja	Senior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	34	Amalia Permatadewi	Senior	Kayutangan
Selasa	06.00 -14.00	42	Rully Septian	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	28	Ira Mutiara	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	39	Parni Hadi	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	06.00 -14.00	23	sukma Ayu	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	39	Parni Hadi	Senior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	27	Hafids Pambudi	Senior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	30	Weni Hayrawati	Senior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	36	Asri Nuraida	Senior	Kayutangan
Selasa	14.01-22.00	22	Erwin Ismu	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	31	Rico Tedja	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	24	Budhi darma Wirawan	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	27	Hafids Pambudi	Senior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	29	Wiki Mulya	Senior	Kayutangan
Selasa	22.01-05.59	35	Kristina Paulina	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	40	welly Imam	Senior	Sarinah Plaza
Selasa	22.01-05.59	23	sukma Ayu	Senior	Sarinah Plaza

Selasa	22.01-05.59	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	22	Erwin Ismu	Senior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	41	Uni Maysari	Senior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	36	Asri Nuraida	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	24	Budhi dama Wirawan	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	06.00 -14.00	37	Indah Maharani	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	39	Pami Hadi	Senior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	40	welly Imam	Senior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	35	Kristina Paulina	Senior	Kayutangan
Rabu	14.01-22.00	24	Budhi dama Wirawan	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	42	Rully Septian	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	26	Manifatul Ula	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	14.01-22.00	30	Weni Hayrawati	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	31	Rico Tedja	Senior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	42	Rully Septian	Senior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	37	Indah Maharani	Senior	Kayutangan
Rabu	22.01-05.59	30	Weni Hayrawati	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	34	Amalia Permatadewi	Senior	Sarinah Plaza
Rabu	22.01-05.59	33	Sintia Damayanti	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	39	Pami Hadi	Senior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	31	Rico Tedja	Senior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	27	Hafids Pambudi	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	33	Sintia Damayanti	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	06.00 -14.00	36	Asri Nuraida	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	26	Manifatul Ula	Senior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	22	Erwin Ismu	Senior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	23	sukma Ayu	Senior	Kayutangan
Kamis	14.01-22.00	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	35	Kristina Paulina	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	14.01-22.00	29	Wiki Mulya	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	24	Budhi dama Wirawan	Senior	Kayutangan
Kamis	22.01-05.59	27	Hafids Pambudi	Senior	Kayutangan
Kamis	22.01-05.59	40	welly Imam	Senior	Kayutangan
Kamis	22.01-05.59	35	Kristina Paulina	Senior	Sarinah Plaza

Kamis	22.01-05.59	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	29	Wiki Mulya	Senior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	37	Indah Maharani	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	24	Budhi dama Wirawan	Senior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	39	Pami Hadi	Senior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	36	Asri Nuraida	Senior	Kayutangan
Jum'at	06.00 -14.00	40	welly Imam	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	42	Rully Septian	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	06.00 -14.00	29	Wiki Mulya	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	34	Amalia Permatadewi	Senior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	27	Hafids Pambudi	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	33	Sintia Damayanti	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	31	Rico Tedja	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	14.01-22.00	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	23	sukma Ayu	Senior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	26	Marifatul Ula	Senior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	37	Indah Maharani	Senior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	22	Erwin Ismu	Senior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	36	Asri Nuraida	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	30	Weni Hayrawati	Senior	Sarinah Plaza
Jum'at	22.01-05.59	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	32	Ridwan Asryudanto	Senior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	41	Uni Maysari	Senior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	37	Indah Maharani	Senior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	25	Budhi Santoso	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	35	Kristina Paulina	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	24	Budhi dama Wirawan	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	29	Wiki Mulya	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	34	Amalia Permatadewi	Senior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	42	Rully Septian	Senior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	33	Sintia Damayanti	Senior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Sabtu	14.01-22.00	40	welly Imam	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	30	Weni Hayrawati	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	14.01-22.00	39	Pami Hadi	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	33	Sintia Damayanti	Senior	Kayutangan
Sabtu	22.01-05.59	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Kayutangan

Sabtu	22.01-05.59	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Sabtu	22.01-05.59	36	Asri Nuraida	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	27	Halids Pambudi	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	32	Ridwan Asyudanto	Senior	Sarinah Plaza
Sabtu	22.01-05.59	31	Rico Tedja	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	34	Amalia Pematadewi	Senior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	23	sukma Ayu	Senior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	29	Wiki Mulya	Senior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	37	Indah Maharani	Senior	Kayutangan
Minggu	06.00 -14.00	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	22	Erwin Ismu	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	26	Marifatul Ula	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	14.01-22.00	22	Erwin Ismu	Senior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	25	Budhi Santoso	Senior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	40	welly Imam	Senior	Kayutangan
Minggu	14.01-22.00	38	Yuli Rahmansyah	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	14.01-22.00	35	Kristina Paulina	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	14.01-22.00	33	Sintia Damayanti	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	14.01-22.00	30	Weni Hayrawati	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	22.01-05.59	23	sukma Ayu	Senior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	28	Ira Mutiara	Senior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	42	Rully Septian	Senior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	26	Marifatul Ula	Senior	Kayutangan
Minggu	22.01-05.59	41	Uni Maysari	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	22.01-05.59	39	Parni Hadi	Senior	Sarinah Plaza
Minggu	22.01-05.59	34	Amalia Pematadewi	Senior	Sarinah Plaza



Lampiran 3 Jadwal Per Orang

Proses Genetik

Proses Genetik | Jadwal | Cost | Fitness

Hasil Jadwal :

Filter :

Garda Depan :

Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
▶ Senin	22.01-05.59	1	Teguh Arijoyo	Junior	Kayutangan
Rabu	06.00 -14.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Sarinah Plaza
Kamis	22.01-05.59	1	Teguh Arijoyo	Junior	Kayutangan
Jum'at	14.01-22.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Sarinah Plaza
Sabtu	06.00 -14.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Sarinah Plaza
Minggu	06.00 -14.00	1	Teguh Arijoyo	Junior	Kayutangan

Proses Genetik

Proses Genetik | Jadwal | Cost | Fitness

Hasil Jadwal :

Filter :

Garda Depan :

Hari	Shift	ID Garda Depan	Nama Garda Depan	Tingkat	Gerai
▶ Senin	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sarinah Plaza
Selasa	14.01-22.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Kamis	06.00 -14.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Jum'at	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Kayutangan
Sabtu	06.00 -14.00	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sarinah Plaza
Minggu	22.01-05.59	4	Jati Wirawan Bakti	Junior	Sarinah Plaza