

OPTIMASI POLA PENYUSUNAN BARANG DALAM GUDANG
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
(STUDI KASUS BARANG: PT PEKANBARU DISTRIBUSINDO
RAYA (PDR))

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Informatika

Oleh :

DEWI ROSMITA
10351022910



JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2010

OPTIMASI POLA PENYUSUNAN BARANG DALAM GUDANG
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
(STUDI KASUS BARANG: PT PEKANBARU DISTRIBUSINDO
RAYA (PDR))

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Informatika

Oleh :

DEWI ROSMITA
10351022910



JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2010

**OPTIMASI POLA PENYUSUNAN BARANG DALAM GUDANG
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
(STUDI KASUS BARANG : PT. PEKANBARU DISTRIBUSINDO
RAYA (PDR))**

**DEWI ROSMITA
NIM:1035102210**

Tanggal Sidang : 27 Mei 2010
Periode Wisuda : Juli 2010

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl.Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Perusahaan-perusahaan besar seperti PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR) yang masih menggunakan kerja sistem secara manual khususnya untuk penentuan posisi atau letak dari suatu barang dalam gudang. Umumnya penentuan posisi barang masih ditangani oleh suatu departemen khusus yang mana akhirnya akan mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk membayar tenaga ahli yang bergerak dalam bidang tersebut. Penulis mengangkat studi kasus tersebut, yakni dengan cara membuat suatu sistem untuk mencari posisi optimal dari suatu barang dalam gudang sehingga akan menguntungkan bagi setiap perusahaan yang akan menggunakannya. Dalam hal ini pencarian posisi optimal menggunakan metode yakni metode Algoritma genetika. Metode Algoritma Genetika sebagai metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik, mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi. Dengan memasukkan inputan berupa spesifikasi ruang dan barang serta probabilitas ketiga operator Algoritma Genetika, proses optimasi akan menemukan pola susunan barang berdasarkan *fitness* atau nilai terbaik. Hasil yang didapat yakni semakin sedikit ruang kosong yang tersisa maka semakin bagus penyusunan barang dalam gudang.

Kata kunci : Algoritma Genetika, Optimasi, Penyusunan Barang.

**PATTERN OPTIMIZATION FORMULATION OF GOODS IN
WAREHOUSE USING GENETIC ALGORITHM**
(Study Cassus : PT PEKANBARU DISTRIBUSINDO RAYA (PDR))

**DEWI ROSMITA
10351022910**

Date of Final Exam : Mey 27th 2010
Date of Graduation Cremony : July 2010

Information Technic Departement
Faculty of Sciences and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRACT

Large companies such as PT Distribusindo Raya Pekanbaru (PDR) that still use manual system works, especially for positioning or location of an item in the warehouse. Generally, the positioning of goods are still handled by a special department which would eventually cost no small amount to pay the experts who engaged in that field. For that study authors eager to lift the case, namely by way of conducting research and creating a system to find the optimal position of an item in the warehouse so it will be profitable for any company that will use it. In this case the search for the optimal position which will use a method of genetic algorithm methods. Genetic Algorithm Method as a method of finding the solution which depends on natural selection to get an individual with the best arrangement of genes, could provide a solution how the arrangement pattern is optimized through the iterative process until a few generations with reproduction, crossover, and mutation. By incorporating input specification of goods and probability space and the three operators of Genetic Algorithm optimization process will find the arrangement pattern is based on the fitness or the best value, ie, the less space is left empty.

Keywords : *Genetik Algorithms, Good Arangement, Optimization.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK AKSES KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR ALGORITMA	xx
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Sistem Penulisan Tugas Akhir	I-4
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Metode Algoritma Genetika	II-1
2.1.1 Relevansi dan Teknik Pemrograman	II-7
2.1.2 Proses Dasar Algoritma Genetika	II-9
2.1.3 Langkah - Langkah Pemecahan Masalah Optimasi Penyusunan Barang Dalam Gudang Menggunakan Algoritma Genetika .	II-10
2.1.4 Variabel-Variabel Algoritma Genetika.....	II-14
2.2 Sistem Inventarisasi Gudang.....	II-15
2.2.1 Inventori (Persediaan)	II-16
2.2.2 Fungsi Gudang	II-17

2.2.3 Penyusunan / Penyimpanan Barang di Gudang	II-21
2.2.4 Faktor-Faktor Material Handling yang Perlu Dipertimbangkan dalam Penyimpanan Barang di Gudang.....	II-23
2.2.5 Pengisian Gudang	II-24
2.2.6 Kriteria Penyusunan barang dalam Gudang.....	II-26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan	III-2
3.2 Studi Pustaka dan Pengamatan Lapangan.....	III-2
3.3 Perumusan Masalah	III-3
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	III-3
3.5 Analisa Sistem	III-4
3.6 Desain Sistem.....	III-5
3.7 Coding.....	III-6
3.8 Pengujian dan Penerapan	III-7
3.9 Kesimpulan dan Saran	III-7

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

4.1 Analisa Sistem Lama	IV-1
4.2 Analisa Sistem Baru.....	IV-2
4.2.1 Kebutuhan Data	IV-3
4.2.2 Analisa Permasalahan	IV-3
4.2.3 Analisa Penyelesaian Masalah	IV-4
4.2.4 Analisa Algoritma Genetika Untuk Permasalahan Optimasi Penyusunan Barang dalam Gudang	IV-5
4.2.4.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah Optimasi Penyusunan Barang Dalam Gudang Menggunakan Algoritma Genetik	IV-6
4.2.5 Contoh Persoalan	IV-12
4.2.6 Analisa Fungsional Sistem.....	IV-18
4.2.7 Analisa Data Sistem.....	IV-22
4.3 Desain Sistem.....	IV-25
4.3.1 Perancangan <i>Flowchart</i>	IV-25
4.3.2 Perancangan <i>Database</i>	IV-32

4.3.3 Perancangan Struktur Menu	IV-37
4.3.4 Perancangan Antar Muka.....	IV-38
4.3.5 Perancangan Lingkungan Pengembang	IV-41
4.3.5.1 Perangkat Keras	IV-41
4.3.5.2 Perangkat Lunak	IV-42

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi Sistem	V-1
5.1.1 Analisa Pemilihan Perangkat lunak	V-1
5.1.2 Batasan Implementasi	V-1
5.1.3 lingkungan Implementasi.....	V-2
5.1.4 Hasil Implementasi	V-2
5.1.4.1 Login	V-2
5.1.4.2 Menu Proses.....	V-3
5.2 Pengujian Sistem.....	V-6
5.2.1 Pengujian Modul Optimasi Pola Penyusunan Barang dalam Gudang.....	V-6

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran.....	VI-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan produksi memiliki departemen khusus yang menangani masalah penyusunan letak barang dalam gudang. Departemen ini merupakan departemen penting yang tidak jarang sangat menentukan harga jual suatu barang hasil produksi. Semakin besar suatu gudang yang dimiliki sebuah perusahaan, maka akan semakin besar pula biaya yang perlu dikeluarkan perusahaan untuk mengatur posisi penyusunan letak barang dalam gudang.

Perusahaan produksi seperti (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)) yang masih melakukan proses penyusunan letak barang secara manual, biasanya barang yang dipesan disusun dengan cara dipilih dahulu sesuai dengan jenisnya (Minuman Kaleng, minuman kotak, minuman sachet, sabun mandi kotak, sabun cair, makanan ringan, susu kaleng, susu kotak), kemudian dimasukkan ke dalam rak dan rak yang dipilih adalah rak yang masih kosong atau rak yang masih ada sisa seperti barang yang akan dimasukkan. Hal ini mengakibatkan waktu yang digunakan sangat lama dan peletakan barang menjadi tidak optimal, sehingga banyak terdapat ruang kosong dalam gudang penyimpanan dan pesanan yang berlebih akan ditumpukkan ke lantai atau dimasukkan ke gudang lain. Perusahaan akan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk membayar tenaga ahli yang mengatur posisi barang dalam gudang. Jika tenaga ahli ini dapat digantikan oleh suatu sistem yang sanggup mengatur

penyusunan letak barang dalam gudang, maka hal ini akan sangat menguntungkan bagi perusahaan produksi seperti (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)).

Salah satu cara untuk menyusun letak barang agar posisi barang tetap optimal adalah dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Metode Algoritma Genetika adalah suatu metode algoritma yang bertujuan untuk mencari solusi suatu masalah dengan pola yang paling optimal. Algoritma Genetika sebagai metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi dengan memasukkan inputan berupa spesifikasi ruang dan barang beserta probabilitas ke tiga operator Algoritma Genetika, proses optimasi akan menemukan pola susunan barang berdasarkan *fitness cost* atau nilai terbaik yaitu semakin tinggi nilai *fitness cost* maka semakin sedikit ruang kosong yang tersisa.

Persoalan tentang penyusunan letak barang dalam gudang ini sudah pernah dibahas sebelumnya dengan menggunakan algoritma *Greedy-Knapsack*. Metode algoritma *Greedy-Knapsack* adalah salah satu metode yang digunakan untuk memecahkan suatu persoalan optimasi, dengan membuat solusi langkah perlangkah sehingga akan menghasilkan keputusan yang terbaik dengan kriteria tertentu, dan keputusan tersebut tidak dapat diubah pada langkah yang sudah lalu sehingga kelayakannya dapat dijamin (Rini, 2004). (Lim, Gunadi, 2004) telah

melakukan uji coba terhadap perangkat lunak untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan menggunakan Algoritma Genetika. Hasil yang didapatkan adalah bahwa perangkat lunak ini memberikan nilai rata-rata *fitness cost* di atas 90%, ini berarti perangkat lunak ini telah sukses menjalankan fungsinya.

Tugas Akhir ini menyelesaikan persoalan penyusunan letak barang dalam gudang dengan metode Algoritma Genetika karena ingin mengetahui seberapa optimal penggunaan algoritma ini pada permasalahan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dikemukakan, dapat diambil suatu rumusan masalah yaitu “Bagaimana mengoptimalkan penyusunan letak barang di dalam gudang (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)) dengan menggunakan Algoritma Genetika”.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup yang membatasi permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Setiap barang dikategorikan kepada ukuran dan berat barang per boks.
2. Sistem ini hanya mempertimbangkan berat barang dengan berat total rak dan mengoptimalkan ruang yang tersisa atau ruang yang masih kosong yang bisa ditempati barang.
3. Sistem ini dibatasi untuk aplikasi pengisian yang berkaitan dengan pemesanan barang atau pemasukan barang.

4. Ukuran panjang dan lebar palet pada setiap rak mengikuti ukuran panjang dan lebar rak.
5. Penempatan barang dalam setiap palet dapat diputar berdasarkan sumbu Y (perubahan antara panjang dan lebar).
6. Barang yang di-*generate* adalah barang yang sejenis.
7. Tahapan *Cross Over* menggunakan cara *Two points*.
8. Tahapan pengurutan data (Sorting) menggunakan algoritma *Quick sort*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari dan membuat program yang dapat secara otomatis menentukan posisi barang dalam gudang, sehingga dapat menggantikan tenaga ahli yang selama ini memakan biaya yang cukup besar dan waktu yang cukup lama pada perusahaan produksi.
2. Untuk mengoptimalkan penyusunan barang dalam gudang (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)).

1.5 Sistem Penulisan Tugas Akhir

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 (lima) yang masing-masing bab telah dirancang dengan suatu tujuan tertentu. Berikut tentang penjelasan atau sistematika penulisan dari masing-masing bab.

Bab I Pendahuluan

Berisi tentang deskripsi umum dari Tugas Akhir ini yang meliputi latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penyusunan Tugas Akhir dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori

Pengenalan Algoritma Genetika, teori tentang sistem inventarisasi gudang yang ada, termasuk kriteria penyimpanan barang dalam gudang dan metode-metode yang digunakan untuk mencari solusi optimal.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang penguraian seluruh kegiatan yang dilaksanakan selama kegiatan penelitian berlangsung. Deskripsi dilengkapi dengan penyajian diagram alur pelaksanaan penelitian untuk memudahkan dalam memahami tahapan penelitian.

Bab IV Analisa dan Perancangan

Berisi pembahasan mengenai analisis kebutuhan sistem dan gambaran umum perancangan sistem, proses dan keluaran yang akan digunakan dan dihasilkan dalam implementasi.

Bab V Implementasi dan Pengujian

Berisi pembahasan mengenai implentasi simulasi pengisian gudang dengan menggunakan Algoritma Genetika, lingkungan implementasi, batasan implementasi, analisis hasil, pengujian sistem, hasil pengujian dan kesimpulan pengujian.

Bab VI Penutup

Berisi penjelasan mengenai beberapa kesimpulan yang didapat dari pembahasan tentang penggunaan Algoritma Genética untuk memecahkan permasalahan pengisian gudang yang optimal, disertai saran sebagai hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

Landasan teori pada bab II ini disusun berdasarkan teori-teori mengenai metode Algoritma Genetika dan sistem inventaris gudang yang ditulis oleh beberapa ilmuwan yang tercantum dalam referensi.

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum metode Algoritma Genetika, proses dasar Algoritma Genetika dan terakhir juga akan dijelaskan mengenai sistem inventaris gudang.

2.1 Metode Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah bagian dari perkembangan dalam ilmu komputer, yakni termasuk dalam bidang kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah studi untuk membuat komputer melakukan sesuatu dimana pada saat ini masih lebih baik bila dilakukan oleh manusia. Ide dari evolusi komputer diperkenalkan pada tahun 1960 oleh I. Rechenberg dalam kerjanya "*evolution strategies*". Algoritma Genetika pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. John Holland mengatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami atau buatan) dapat diformulasikan dalam terminologi genetika (Kusumadewi,2003).

Algoritma Genetika terinspirasi dari teori Darwin tentang proses evolusi yang terjadi pada makhluk hidup, yaitu solusi untuk suatu masalah akan dipecahkan dengan cara berevolusi. Proses evolusi ini bertujuan untuk menghasilkan keturunan yang lebih baik.

Algoritma Genetika bergerak dari suatu populasi kromosom (bit string yang direpresentasikan sebagai calon solusi suatu masalah) ke populasi baru dengan menggunakan 3 operator yaitu seleksi, *crossover* dan mutasi.

Teknik pencarian dalam Algoritma Genetika dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah kromosom.

Algoritma Genetika adalah sebuah metode algoritma yang bertujuan untuk mencari solusi suatu masalah dengan pola yang paling optimal. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh John Holland beserta kolega dan murid-muridnya di Universitas Michigan (Kusumadewi,2003).

Selanjutnya Algoritma Genetika banyak dikembangkan dan digunakan dalam ilmu kedokteran dan biologi, yaitu untuk menemukan susunan-susunan gen yang terbaik dalam tubuh manusia, binatang maupun tumbuhan dengan menggabungkan antara metode *reproduction* (reproduksi), *crossover* (pindah silang), *mutation* (mutasi) dan *termination* (terminasi).

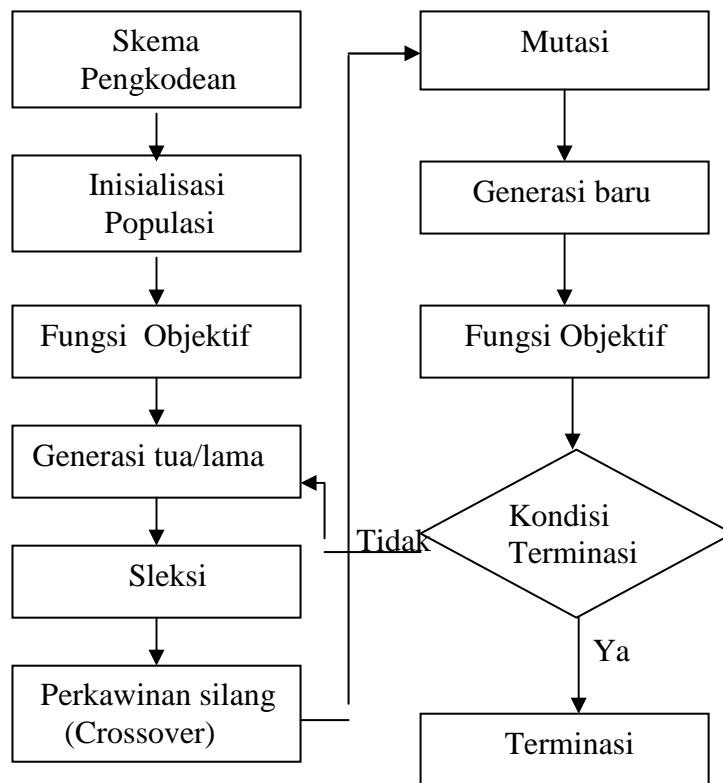
Solusi yang didapat dari berbagai penggabungan metode tersebut dinamakan *chromosome* (kromosom) dengan *fitness* (nilai kemampuan untuk bertahan hidup pada generasi selanjutnya) tertentu, dimana setiap kromosom yang terdiri dari susunan banyak *gene* (gen) mewakili satu individu dalam setiap *population* (populasi) pada satu *generation* (generasi). Pencarian susunan gen-gen terbaik ini membutuhkan waktu yang cukup lama seiring dengan proses evolusi yang ada.

Secara umum, (Thiang,dkk, 2001) mengemukakan bahwa struktur dari suatu Algoritma Genetika dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membangkitkan populasi awal.
2. Membentuk generasi baru.
3. Evaluasi solusi.

Populasi awal dibentuk secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses seleksi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi *fitness*. Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam suatu populasi. Kromosom yang mempunyai nilai *fitness* yang tinggi mempunyai kemungkinan yang besar untuk bertahan hidup pada generasi berikutnya, tetapi tidak menutup kemungkinan juga bagi kromosom lemah untuk tetap bertahan hidup. Proses seleksi tersebut kemudian ditentukan oleh kromosom-kromosom baru (*offspring*) melalui proses *crossover* dan mutasi dari kromosom yang terpilih (*parents*).

Algoritma Genetika secara umum dapat diilustrasikan dalam program alir pada gambar 2.1 (Desiani,dkk,2006):



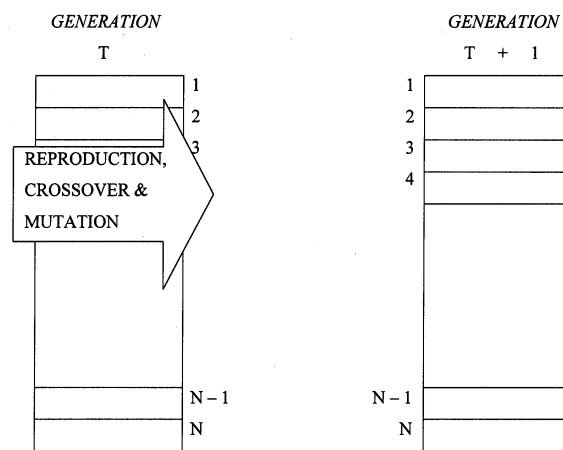
Gambar 2.1. Diagram alir Algoritma Genetika Secara Umum

Algoritma Genetika memberikan suatu pilihan bagi penentuan nilai parameter dengan meniru cara reproduksi genetika, pembentukan kromosom baru seleksi alami seperti yang terjadi pada makhluk hidup (Golberg, 1989). Memungkinkan bahwa algoritma genetika mempunyai karakteristik-karakteristik yang perlu diketahui sehingga dapat terbedakan dari prosedur pencarian atau optimasi yang lain, yaitu (Gunadi,dkk,2003):

1. Algoritma Genetika memanipulasi himpunan parameter yang terkode, bukan secara langsung pada parameter tersebut.
2. Algoritma Genetika melakukan pencarian dari suatu populasi titik, bukan dari satu titik tunggal yang bersifat heuristik.

3. Algoritma Genetika memanfaatkan informasi yang ada secara langsung dan tidak memanfaatkan derivasi atau pengetahuan tambahan yang lainnya.
4. Algoritma Genetika menggunakan aturan transisi yang probabilistik, bukan aturan yang deterministik.

Kebanyakan penelitian Algoritma Genetika difokuskan pada tiga operator utamanya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi, disamping operator terminasi yang berfungsi untuk menentukan kapan proses iterasi harus berakhir. Berikut ini adalah struktur umum dari algoritma genetik:



Gambar 2.2. Struktur Umum Algoritma Genetika

Pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa individu-individu *parent* dalam “GENERATION T” akan mengalami proses-proses algoritma genetik yaitu *reproduction*, *crossover*, dan *mutation* untuk menghasilkan individu-individu baru (*offspring*) pada “GENERATION T+1”.

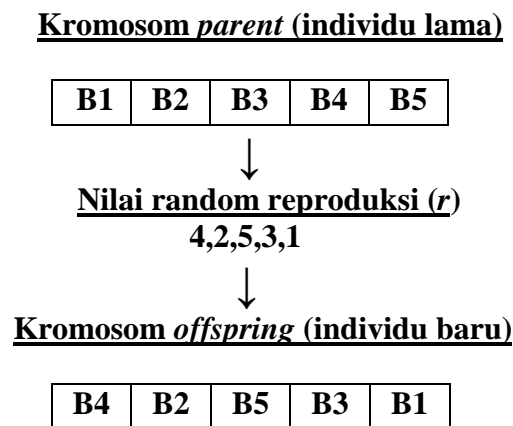
Algoritma Genetika merupakan proses pencarian yang heuristik dan acak sehingga penekanan pemilihan operator yang digunakan sangat menentukan solusi optimum suatu masalah yang diberikan. Operator-operator yang digunakan pada

Algoritma Genetika ada tiga yaitu operator reproduksi, operator *crossover* (penyilangan) dan operator mutasi (Gunadi,dkk,2003).

1. Operator Reproduksi (*Reproduction*)

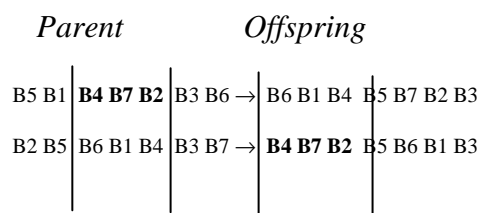
Prinsip kerja dari operator reproduksi yaitu membangkitkan nilai-nilai random gen dari individu sebelumnya (*parent*) untuk ditempatkan dalam kromosom baru (*offspring*) yang mewakili satu individu pada generasi selanjutnya.

Berikut ini adalah ilustrasi dari cara kerja operator reproduksi :



2. Operator Pindah Silang (*Crossover*)

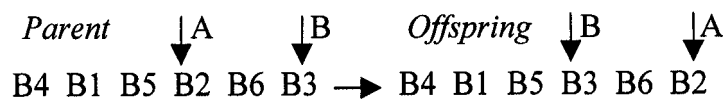
Operator pindah silang mempunyai peran yang paling penting dalam algoritma genetic karena didalamnya terdapat proses perkawinan (persilangan) gen antara dua individu (*parent*) yang menghasilkan dua individu baru (*offspring*) pada generasi berikutnya. Berikut ini adalah ilustrasi dari cara kerja operator pindah silang: Nilai random *crossover* (*c*) = 3 dan 6



3. Operator Mutasi (*Mutation*)

Prinsip kerja dari operator mutasi yaitu memunculkan dua nilai random (m) dari jumlah gen yang ada dalam kromosom dengan catatan kedua nilai tersebut tidak boleh sama. Setelah memunculkan dua nilai random maka dua gen yang berada pada posisi kedua nilai random tersebut saling bertukar tempat seperti pada contoh berikut ini:

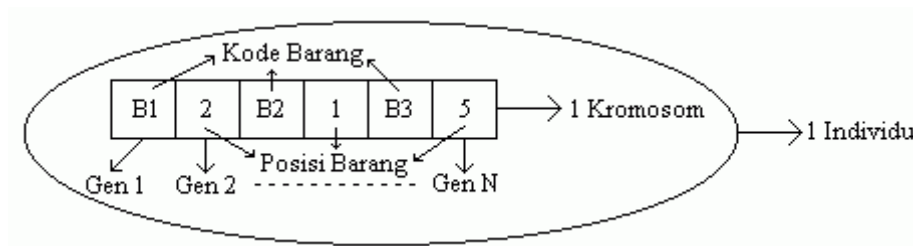
Nilai random *mutasi* (m) = 4 dan 6



2.1.1. Relevansi dan Teknik Pemrograman

Algoritma genetik dipakai dalam menyelesaikan masalah optimasi pola penyusunan barang dalam gudang dengan tujuan mencari pola susunan barang yang paling optimal jika diketahui terdapat bermacam-macam ukuran barang berbentuk kotak atau balok yang akan dimasukkan ke dalam sebuah rak. Parameter optimal atau tidak dapat dilihat dari sisa ruang kosong yang masih ada jika terdapat beberapa barang yang tidak muat untuk dimasukkan ke dalam rak. Semakin sedikit ruang kosong yang ada dengan pola susunan barang tertentu akan menjadi solusi terbaik bagi masalah optimasi pola penyusunan barang.

Gambar 2.3 adalah contoh ilustrasi penempatan kode-kode (*coding*) barang beserta posisinya sebagai gen-gen dalam suatu rangkaian kromosom pada satu individu:



Gambar 2.3. Ilustrasi Penempatan Gen Menjadi Satu Individu

Pada gambar 2.3. dapat dilihat bahwa sebuah individu memiliki satu kromosom yang terdiri dari banyak gen, dimana setiap gen yang ada mewakili satu barang dengan kode barang sebagai identitasnya. Sedangkan setiap gen yang berada disamping gen yang berisikan kode barang mewakili satu dari enam posisi penempatan barang yang ada dalam rak. Ke tiga operator algoritma genetik yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi dipakai dalam optimasi pola penyusunan barang berdasarkan probabilitas yang dimasukkan oleh *user*. Mulai generasi ke dua sampai iterasi maksimum dilakukan random nilai probabilitas (antara 0-1) untuk menentukan operator algoritma genetik apa yang akan dipakai pada proses penempatan gen dalam kromosom baru (*offspring*). Jadi jumlah ke tiga probabilitas operator harus sama dengan satu.

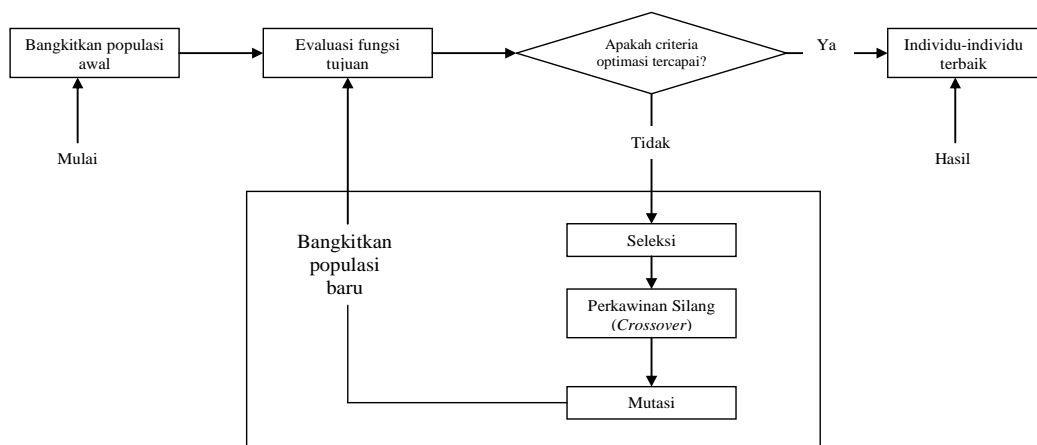
Inti dari *Algoritma Genetika* adalah secara bertahap akan mencari solusi terbaik (*survival of fittest*) dari begitu banyak solusi yang ada. Pertama-tama *Algoritma Genetika* bekerja dengan membuat beberapa solusi secara acak, tentu saja dari tahapan pertama ini solusinya kemungkinan masih buruk. Solusi tersebut akan mengalami proses evolusi secara terus menerus, dan akan menghasilkan suatu solusi yang lebih baik. Setiap solusi yang terbentuk mewakili satu kromosom dan satu individu terdiri dari satu kromosom. Kumpulan dari individu-

individu ini akan membentuk suatu populasi, dari populasi ini akan lahir populasi-populasi baru sampai dengan sejumlah generasi yang ditentukan.
(Gunadi,dkk,2004)

2.1.2 Proses dasar Algoritma Genetika

Proses dasar pada Algoritma Genetika adalah sebagai berikut
(Nurmalasari,2004):

1. Inisialisasi populasi awal dengan kromosom secara acak,
2. Evaluasi setiap kromosom dalam populasi,
3. Lakukan proses seleksi,
4. Bangkitkan kromosom baru dengan melakukan proses *crossover* dan mutasi,
5. Hapus kromosom pada generasi sebelumnya untuk memberi ruang pada kromosom baru,
6. Evaluasi kromosom baru dan masukkan ke dalam populasi,
7. Berhenti sampai terpenuhi kriteria, jika tidak kembali ke langkah 3.



Gambar 2.4. Proses dasar Algoritma Genetika

2.1.3 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah Optimasi Penyusunan

Barang Dalam gudang Menggunakan Algoritma Genetika

Adapun langkah-langkah dari simulasi optimasi penyusunan barang dalam gudang menggunakan metode Algoritma Genetika adalah sebagai berikut (Lim,dkk,2004):

1. Pembuatan Populasi Awal

Populasi merupakan kumpulan beberapa individu. Semua populasi dalam Algoritma Genetika ini asalnya dari satu populasi yaitu populasi awal. Solusi atau kromosom terbaik dari populasi awal ini akan dipertahankan dan akan mengalami proses evolusi untuk mendapatkan kemungkinan solusi yang lebih baik.

Pembuatan populasi awal ini dilakukan melalui proses pemilihan secara acak dari seluruh solusi yang ada. Pemilihan acak ini menyebabkan populasi awal dari Algoritma Genetika tidak akan sama dalam setiap kali percobaan, meskipun semua nilai variable yang digunakan sama.

2. Mencari *Fitness Cost*

Mengevaluasi nilai *fitness* untuk masing-masing individu yang berada dalam populasi tersebut. Setiap individu pada populasi harus memiliki nilai pembandingan (*fitness cost*) untuk mengetahui baik tidaknya solusi yang ada pada individu. Melalui nilai pembandingan inilah akan didapatkan solusi terbaik dengan cara pengurutan nilai pembandingan dari individu-individu dalam populasi. Solusi terbaik ini akan dipertahankan, sementara solusi lain di ubah-ubah untuk mendapatkan solusi yang lain, melalui tahap *Cross over* dan mutasi (*mutation*).

Sebelum melakukan penempatan barang dilakukan dua tahap pengecekan terlebih dahulu, yaitu pencarian posisi barang dengan pengecekan luas palet yang masih kosong, apakah masih bisa ditempati barang tersebut dan pengecekan beban maksimal yang dapat ditampung oleh palet. Barang dapat masuk apabila tempat masih kosong dan beban palet belum mencapai angka maksimal. Dalam notasi matematika dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Volume palet} = P * L * T \quad (2.1)$$

$$\text{Volume total barang} = P * L * T * \text{Jumlah barang} \quad (2.2)$$

$$\text{Berat total barang} = \text{berat barang} * \text{Jumlah Barang} \quad (2.3)$$

Pencarian nilai *fitness cost* untuk volume dilakukan dengan cara volume yang dibuat dari volume-volume barang yang ada pada sebuah palet, dibandingkan dengan volume palet dimana barang itu diletakkan dan hasil perbandingannya dipakai sebagai *fitness cost volume*. Dalam notasi matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{FITNESS COST Volume} = \frac{\text{Volume total Barang}}{\text{Volume palet}} * 100 \% \quad (2.4)$$

Sedangkan pencarian nilai *fitness cost* untuk berat dilakukan dengan cara berat yang dibuat dari berat-berat barang yang ada pada sebuah palet, dibandingkan dengan beban maksimal palet dimana barang itu diletakkan dan hasil perbandingannya dipakai sebagai *fitness cost berat*. Dalam notasi matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{FITNESS COST Volume} = \frac{\text{Berat total Barang}}{\text{Beban maksimal palet}} * 100 \% \quad (2.5)$$

Penentuan posisi barang (X,Y) dilakukan dengan rumus, Posisi X panjang barang dibandingkan dengan panjang palet dan lebar barang dibandingkan dengan lebar palet. Posisi Y panjang barang dibandingkan dengan lebar palet dan lebar barang dibandingkan dengan panjang palet. Panjang dan lebar barang tidak boleh melebihi panjang dan lebar palet. Dalam notasi matematika dapat ditulis:

Posisi X = Panjang barang < Panjang Palet dan Lebar barang < Lebar palet.

Posisi Y = Lebar barang < panjang palet dan panjang barang < panjang palet.

3. Pengurutan data (*Sorting*)

Tahap selanjutnya adalah tahap pengurutan individu dalam populasi (*fitness cost*) yang telah didapat dari bagian sebelumnya. Tujuan utama dari pengurutan kromosom ini adalah untuk mencari individu terbaik dari satu populasi yang bisa dikatakan sebagai solusi terbaik sementara. Solusi yang terbaik dari kumpulan solusi terbaik sementara yang ada merupakan solusi akhir dari proses Algoritma Genetika. Proses pengurutan kromosom ini menggunakan Algoritma *quick sort*.

4. Tahapan *Cross Over*

Menciptakan individu baru dengan memasangkan setiap individu yang berada dalam populasi tersebut, dengan cara *crossover* dan mutasi. Tahapan ini akan menyilangkan dua individu yang ada dalam satu populasi untuk mendapatkan dua individu baru. Setelah tahap ini dilakukan maka akan di dapat populasi baru yang jumlahnya dua kali lipat dari populasi lama.

Dari populasi yang ada, ambil individu sepasang demi sepasang untuk disilangkan (*cross over*). Persilangan pada kasus ini dilakukan dengan memindahkan sebagian urutan pada satu individu dan menukarkannya dengan individu lain. Ada 2 macam cara yaitu dengan *Two Points* dan *uniform*. Pada *Two Points Cross Over*, dipilih secara acak 2 titik yang akan disilangkan.

Sedangkan pada *Univorm Cross Over* ada penentuan persentase gen yang akan disilangkan misalkan 50%, angka ini nantinya perlu masukkan dari user

Setelah disilangkan akan dilakukan pengecekan terhadap masing-masing individu apakah terjadi pengulangan. Kedua individu yang telah disilangkan ini diperbaiki sehingga tidak ada pengulangan lagi. Garis besarnya adalah setiap angka yang diulang ditukar dengan pasangannya, yaitu angka yang diulang di kromosom pasangannya.

5. Tahapan Mutasi (*Mutation*)

Cara lain untuk mendapatkan individu yang baru yaitu dengan mutasi. Mutasi pertama yang mungkin terjadi adalah perubahan id barang. Hal ini dilakukan secara acak, ambil dua angka (id barang) dari satu individu kemudian ditukar.

Asal = 6H5H1H4V2V3H

Hasil = 6H2V1H4V5H3H

Pada contoh ini angka 2 dan 5 (barang kedua dan kelima dari daftar barang) ditukar urutannya. Mutasi kedua yang mungkin terjadi adalah perubahan posisi barang ketika dimasukkan ke dalam gudang, dari posisi horisontal mejadi posisi vertikal, atau sebaliknya.

Asal = 1H2H4H3H6V5H

Hasil = 1H2H4H3V6V5H

6. Perulangan Tahap

Satu populasi baru telah terbentuk dengan selesainya mutasi. Populasi baru tersebut akan menjadi populasi awal bagi generasi selanjutnya dan Algoritma Genetika akan mengulang tahap 2 sampai 5 secara terus menerus sampai sejumlah generasi yang telah ditentukan.

2.1.4 Variabel-Variabel Algoritma Genetika

Variabel yang dibutuhkan dalam Algoritma Genetika ini adalah: (Lim,dkk,2004).

1. Jumlah individu per populasi (JI)

Semakin besar JI, semakin besar variasi individu yang dihasilkan, maka semakin besar pula kesempatan untuk mendapatkan solusi terbaik dan semakin sedikit jumlah generasi yang diperlukan untuk mendapatkan solusi terbaik.

2. Jumlah Generasi (JG)

Variabel ini menentukan sampai beberapa kali populasi awal akan berubah, jadi memiliki peran penting dalam menampilkan jumlah variasi individu, yang akan berpengaruh terhadap hasil Algoritma Genetika.

3. Tingkat Imigrasi(TI)

TI merupakan angka persentase yang akan mempengaruhi seberapa sering terjadinya imigrasi atau munculnya individu baru dalam suatu populasi.

4. Tingkat Mutasi (TM)

Variabel yang berupa angka persentase ini akan mempengaruhi seberapa banyak terjadinya mutasi dalam suatu populasi. Variabel TM merupakan salah satu variabel yang berbentuk peluang, artinya kemungkinan terjadinya mutasi dilihat tiap individunya.

5. Tingkat Persilangan (*Cross Over*) (TP)

TP adalah peluang untuk terjadi persilangan antara sepasang individu. Kenyataannya persilangan akan selalu terjadi, hanya saja jumlah gen dan gen-gen yang disilangkan akan berbeda-beda.

6. Persentase Persilangan (PP)

PP merupakan angka persentase yang akan mempengaruhi berapa gen yang akan disilangkan.

2.2 Sistem Inventarisasi Gudang

Masalah penyimpanan menembus ke seluruh perusahaan, sejak penerimaan, melewati produksi sampai pengiriman. Dalam hal ini perusahaan memerlukan gudang untuk hal penyimpanan.

Gudang adalah tempat penyimpanan bahan baku dan barang yang dibeli jadi sampai diperlukan pada produksi. Tempat penyimpanan ini sering juga disebut *ruang persediaan*, *gudang bahan baku* atau nama khusus setempat, bergantung pada jenis barang yang disimpan.

Maksud dan tujuan gudang adalah untuk menggabungkan pembelian-pembelian dari tempat-tempat yang jauh dan mengisi persediaan pada toko-toko eceran. Lokasi gudang strategis untuk memberikan manfaat biaya dan pelayanan

kapada took-yoko/saluran-saluran yang dilayaninya. Ini memungkinkan diperolehnya manfaat maksimum dari pengiriman gabungan dengan pengantaran local yang relative singkat. Oleh karena itu lokasi toko eceran memodifikasikan lokasi gudang. (Donald,1996)

2.2.1 Inventori (Persediaan)

Inventori atau persediaan adalah bagian yang sangat penting dalam suatu bisnis, karena persediaan ditujukan untuk mengantisipasi kebutuhan permintaan-permintaan ini meliputi, persediaan bahan mentah, barang dalam proses, barang jadi atau produk akhir dan komponen-komponen lain yang menjadi bagian keluaran dari perusahaan tersebut.

Sistem persediaan atau inventori dapat diartikan sebagai serangkaian kebijakan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus disediakan dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Sistem ini juga bertujuan menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya yang tepat, dalam kuantitas yang tepat dan pada waktu yang tepat juga meminimumkan biaya total melalui penentuan apa, berapa dan kapan pesanan dilakukan secara optimal.

Teknik pengendalian persediaan merupakan tindakan yang sangat penting dalam menghitung berapa jumlah optimal tingkat persediaan yang diharuskan, serta kapan saatnya mulai melakukan pemesanan kembali, dimana penyimpanan persediaan akan dilakukan di dalam gudang.

2.2.2 Fungsi Gudang

Gudang itu berisi material, suku cadang, dan barang jadi. Oleh karena operasi itu sesungguhnya merupakan suatu prosedur pemecahan besaran (*break-bulk*) dan pengelompokan kembali, maka tujuannya adalah pengangkutan yang efisien dalam jumlah yang besar ke gudang dan ke pesanan-pesanan nasabah keluar gudang itu.

Fungsi yang dilakukan gudang dapat dikelompokkan ke dalam kategori penggerakan dan penyimpanan. Penggerakan (*movement*) lebih dipentingkan daripada penyimpanan. Dalam 2 kategori yang luas ini, penggerakan (*movement*) dapat dibagi dalam 4 sub fungsi, sedangkan penyimpanan ke dalam 2 sub fungsi yaitu:

1. Fungsi Penggerakan

Dalam fungsi penggerakan ini, pengiriman kuantitas dikurangi sampai pada jenis-jenis yang dipesan saja. Ke empat fungsi penggerakan ini adalah:

1. Penerimaan.

Barang dagang dan material biasanya tiba di gudang dalam jumlah muatan kereta dan truk. Langkah pertama adalah pemunggahan (*unloading*). Di kebanyakan gudang, pembongkaran ini dilakukan dengan tangan, kecuali untuk bahan mentah.

2. Pemindahan (*Transfer*).

Sekurang-kurangnya ada dua atau tiga gerakan pemindahan dalam suatu gudang yang biasa yaitu:

- a. Barang dagang itu diangkut ke dalam gudang dan diletakkan di tempat yang telah ditentukan. Gerakan pemasukan ini dikerjakan dengan truk *forklift*.

b. Dibutuhkan sebelum pengumpulan pesanan, bergantung pada prosedur operating gudang itu. Jika barang dagang itu disimpan diatas *Pallet*, beberapa unit mungkin diangkut dari dermaga penerimaan kesuatu daerah penyimpanan yang jauh. Jika selanjutnya produk ini diseleksi, ia sekali lagi diangkut kesutu daerah seleksi khusus.

3. Seleksi pesanan.

Seleksi adalah fungsi primer dari gudang. Pada tahap ini, gerakan ditujukan untuk pengelompokan kembali material, suku cadang, dan produk-produk ke dalam pesanan-pesanan tertentu. Untuk sejumlah besar produk-produk kecil, satu seksi dari gudang itu mungkin ditetapkan untuk daerah seleksi. Pengolahan data otomatis mungkin dipakai untuk memudahkan pembuatan rekening yang teliti. Para pemungut pemesanan kemudian menempatkan semua item yang telah rekeningnya itu ke atas kereta seleksi untuk ditransfer ke daerah pengiriman.

4. Pengiriman.

Pengiriman ini terdiri dari pengecekan dan pemuatan pemesanan untuk tujuan keluar. Sebagaimana halnya dalam penerimaan, pekerjaan pengiriman ini dalam banyak sistem dikerjakan dengan tangan. Pengiriman muatan-muatan *Pallet* penuh sekarang makin populer, karena dapat menghemat banyak waktu dalam pemuatan ke kendaraan. Operasi pengecekan dibutuhkan bila barang dagang itu berpindah pemilik sebagai terdiri dari perhitungan item, tetapi kadang-kadang diperlukan pengecekan potong demi

potong (*piece-by-piece*) untuk merknya, ukurannya dan sebagainya untuk menjamin benarnya penerimaan seluruh item tersebut.

2. Fungsi Penyimpanan

Di samping mengolah pesanan-pesanan yang lazim dan yang khusus, gudang juga melaksanakan 2 bentuk penyimpanan yaitu:

1. Penyimpanan sementara

Penekanan utama pada penyimpanan adalah arus produk dalam gudang. Bagaimanapun perputaran persediaan itu, semua barang yang diterima haruslah disimpan untuk beberapa waktu. Penyimpanan untuk pengisian persediaan dasar dinamakan penyimpanan sementara. Lamanya penyimpanan sementara ini berbeda-beda dalam sistem logistik yang berbeda pula. Penyimpanan sementara ini haruslah memberikan cukup kuantitas barang untuk memenuhi permintaan dan untuk menjamin cukupnya cadangan pengaman.

2. Penyimpanan permanen.

Penyimpanan permanen hanyalah berarti penyimpanan yang dibutuhkan di atas persediaan yang normal, dalam beberapa situasi tertentu penyimpanan mungkin dibutuhkan untuk beberapa bulan, manajer logistik hendaklah memahami alasan-alasan untuk penyimpanan permanen ini. Manajer gudang hendaklah didorong untuk meminimumkan penyimpanan permanen ini dan memusatkan perhatiannya pada arus produk yang maksimum. Gudang yang modern menyimpan barang-barang di atas kebutuhan pengisian yang normal adalah karena beberapa alasan yaitu:

1. Produksi musiman

Bagaimanapun majunya jadwal produksi, beberapa produk adalah bersifat musiman karena periode pertumbuhannya. Jika sebuah perusahaan berusaha dalam tipe pengolahan ini, mungkin dibutuhkan penyimpanan yang luas selama periode tertentu. Gudang-gudang penyimpanan khusus atau gudang-gudang umum mungkin dapat memenuhi kebutuhan ini, walaupun perusahaan itu tidak mengerjakan produksi, tetapi hanya menyelenggarakan distribusi eceran, ia mungkin perlu membeli dalam jumlah yang besar produk-produk musiman itu untuk menjamin persediaan sepanjang tahun. Contohnya adalah produk-produk tomat yang dikalengkan.

2. Permintaan yang tak menentu

Jika suatu perusahaan berusaha dalam suatu produk yang permintaannya sangat berfluktuasi, maka perlulah dia mengadakan persediaan tambahan untuk memenuhi kebutuhan permintaan yang banyak. Contohnya adalah *air conditioner*. Oleh karena *air conditioner* itu adalah barang yang mahal, maka pengecer lebih suka mengadakan sedikit persediaan saja. Jika datang periode suhu tinggi, maka sangat terbatas waktu bagi manufaktur untuk mendistribusikan unit-unit tambahan.

a. Pemeraman (*Conditioning*)

Pemeraman dibutuhkan untuk beberapa produk digudang, produk-produk ini mungkin ditahan untuk jangka waktu terbatas di atas penyimpanan sementara. Pematangan pisang adalah contoh tentang hal

ini. Pusat-pusat distribusi pangan yang modern menyediakan pula kamar-kamar pematangan (*ripening rooms*) untuk pemeram produk-produk sampai mencapai kualitas puncaknya.

b. Spekulasi

Gudang jarang menyimpan barang untuk tujuan spekulasi. Sampai berapa jauh kegiatan ini terdapat digudang, akan bergantung pada material yang dibeli. Misalnya, adakalanya gandum disimpan untuk alasan spekulasi.

c. Realisasi Potongan Khusus

Gudang distribusi sering kali membutuhkan ruangan untuk penyimpanan produk yang ditawarkan dengan potongan khusus. Manajer material mungkin sanggup merealisasikan banyak pengurangan selama periode tertentu dalam setahun. Dalam keadaan yang demikian, gudang memegang persediaan tambahan di atas kebutuhan pengisian yang normal. Manufaktur pupuk, mainan anak-anak, dan peralatan taman, sering kali berusaha memindahkan beban pergudangannya kepada para langganan dengan menawarkan potongan-potongan diluar musim (*off-season discount*).

2.2.3 Penyusunan / Penyimpanan Barang di Gudang

Setiap perusahaan, baik perusahaan besar maupun perusahaan kecil akan menghadapi persoalan penyimpanan barang di dalam gudang. Semua barang-barang harus disediakan pada tempatnya masing-masing. Jadi penyusunan peralatan berhubungan dengan masalah penyusunan barang di dalam gudang.

Persoalannya ialah bagaimana kita menyusun barang-barang di dalam gudang sehingga dapat menjalankan produksi seefektif mungkin sehingga akan mempengaruhi:

1. Efisiensi perusahaan tersebut.
2. Pembentukan laba perusahaan.
3. Kelangsungan perusahaan.

Penyimpanan barang yang baik dapat diartikan sebagai penyusunan yang teratur dan efisien semua barang yang ada di dalam gudang sehingga dapat membantu kita dalam produksi dengan penempatan fasilitas yang baik, maka *material handling* dan *material movement* dapat ditekan sedikit mungkin sehingga menurun biaya yang berarti perusahaan lebih efisien. Oleh karena itu di dalam mengatur penyimpanan barang di dalam gudang, faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah ruangan gerak bagi material dan para pekerja ruangan untuk melakukan *service* dan *refair equipment*. Hal ini karena yang sering dilakukan dalam penyusunan barang adalah pemindahan dari tempat-tempat fasilitas gudang. Adapun kerugian-kerugian yang timbul dari penyimpanan barang yang buruk adalah: (Hidayati, 2004)

1. Barang-barang dalam gudang bergerak lambat sekali, dimana urutan proses berliku-liku karena susunan barang yang ada tidak bagus.
2. *Handling cost* tinggi, karena makin banyak perpindahan/pengangkutan barang.
3. Gudang selalu penuh dengan barang-barang yang tidak teratur.
4. Ruangan gudang, barang-barang produksi berserakan, sehingga mengganggu kelancaran produksi.

5. Servis area sempit sekali dan letaknya tidak memuaskan.
6. Barang-barang sering rusak dan hilang.
7. Sering ditemukan kegagalan dalam menyelesaikan produksi tepat pada waktu yang ditentukan.
8. Tempat penerimaan barang-barang tidak dapat segera dikosongkan, sehingga memperlambat pembongkaran barang-barang yang tiba di perusahaan tersebut.

Semua kerugian diatas akan menimbulkan biaya yang tinggi.

2.2.4 Faktor-faktor material handling yang perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan barang di gudang

Seperti telah dijelaskan bahwa penyimpanan/penyusunan barang di gudang dan *material handling* berjalan secara bersamaan. Oleh karena itu penyimpanan barang di gudang harus mencerminkan banyaknya kebutuhan atas kegiatan material handling dari satu tingkat proses ke tingkat proses berikutnya. Faktor-faktor material handling yang perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan/penyusunan barang di gudang adalah: (Hidayati,2004)

1. Disediakkannya ruang gerak yang cukup lebar untuk menempatkan dengan aman jenis-jenis barang dan dapat menampung muatan terbesar yang diharapkan serta cukup bagi tempat bergerak orang-orang yang berjalan sejajar.
2. Menyediakan tempat atau ruangan yang cukup untuk berjalannya pekerjaan, sehingga dapat dihindari *re-handling* sebelum pengolahan dilakukan.
3. Menyimpan barang agar barang tersebut tetap dalam keadaan yang baik.

4. Meniadakan kamar-kamar penyimpanan yang terpencil dan dipagari dimana mungkin, kecuali jika:
 - a. Barang-barang harus disimpan secara teliti
 - b. Barang-barang mudah hilang, rusak dan dicuri
 - c. Barang-barang tidak segera diperoleh, karena waktu pengiriman barang-barang tersebut lama.

Kamar penyimpanan yang dipagari membutuhkan sistem pemindahan yang khusus untuk penerimaan maupun pengeluaran barang dan biasanya administrasinya khusus pula.

5. Mengadakan suatu sistem pemerintahan barang-barang sisa dan barang-barang bekas yang dibuang.
6. Apabila barang tidak membutuhkan perlindungan udara, sebaiknya memakai tempat penyimpanan lapangan untuk menghemat tempat penyimpanan yang ada di dalam gudang.

2.2.5 Pengisian Gudang

Prosedur yang ideal untuk mengisi gudang adalah mendapatkan inventarisasi lengkap sebelum memulai operasi-operasi. Masing-masing produk yang akan didistribusikan melalui gudang itu dan jumlahnya masing-masing dalam persediaan dasar hendaklah ditentukan pada waktu perencanaan gudang tersebut. Masalah pengisian persediaan adalah menjadwalkan kedatangan barang ini untuk tercapainya arus barang masuk yang teratur. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi sebuah gudang sesungguhnya bergantung pada jumlah dan kuantitas dari produk yang akan ditangani tersebut, untuk sebuah gudang yang

bermuatan 6.000 atau lebih produk, mungkin diperlukan waktu 30 hari untuk menyelesaikan pengisian persediaan inisial itu.

Dalam sebuah penyimpanan, produk-produk dimuat ke dalam *pallet* penuh ke suatu daerah yang telah ditentukan lebih dahulu. Produk-produk tertentu yang termasuk ke dalam suatu daerah yang telah ditentukan itu dapat ditempatkan dimana saja dalam daerah itu, dalam daerah seleksi, dipakai suatu sistem kode yang menggunakan klasifikasi nomor dan posisi untuk setiap kali suatu pengiriman baru tiba dengan tujuan pemakaian ruang gudang secara lebih efisien pada sistem petak yang tetap, kepada masing-masing produk ditentukan suatu posisi yang permanen dalam daerah seleksi itu. Produk tersebut tetap dalam posisi ini selama volume gerakan (*movement*) tetap berada pada level yang sama. Jika volume meningkat atau menurun, produk harus dirubah penempatannya. Penempatan tetap ini lebih menguntungkan dari pada penempatan variabel, karena ia memberikan cara untuk dapat menentukan tempat produk dengan segera. Sistem yang sama pun dipakai, setiap produk yang masuk hendaklah ditentukan suatu lokasi inisialnya.

Setelah mengenali masalah penyimpanan dalam perusahaan, kemudian perlu dipertimbangkan prosedur perancangan ruangan yang dibutuhkan. Dalam hal ini semua gudang dikelompokkan sebagai gudang saja karena pengumpulan data, analisa dan proses perancangan sama untuk semua kategori.

Tujuan dari penyimpanan barang adalah (Apple,2005):

1. Penggunaan volume bangunan yang maksimum.
2. Penggunaan waktu, buruh dan perlengkapan yang efektif.
3. Kemudahan pencarian barang.
4. Pengangkutan barang yang cepat dan murah.
5. Identifikasi barang yang baik.
6. Pemeliharaan barang yang maksimum.
7. Penampilan yang rapi dan tersusun.

2.2.6 Kriteria Penyusunan Barang Dalam Gudang

Kriteria penyusunan barang dalam gudang adalah : (Apple,2005)

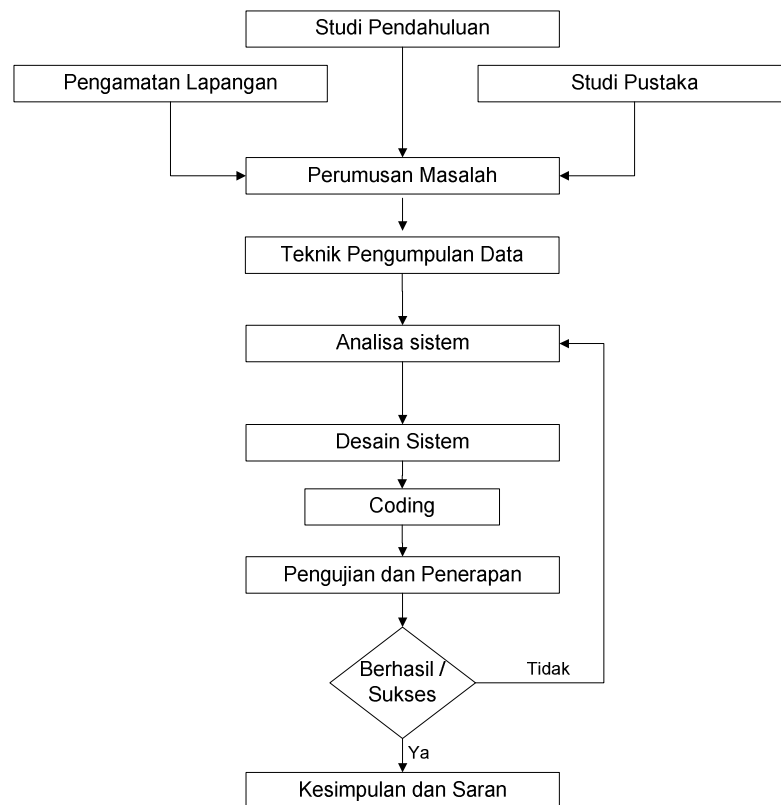
1. Jarak angkut yang minimum
2. Penggunaan ruang yang efektif
3. Keselamatan barang-barang
4. Fleksibel
5. Kemungkinan ekspansi masa depan
6. Biaya diusahakan serendah mungkin
7. Aliran material yang baik

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menguraikan seluruh kegiatan yang dilaksanakan selama kegiatan penelitian berlangsung. Deskripsi dilengkapi dengan penyajian diagram alir pelaksanaan penelitian untuk memudahkan dalam memahami tahapan penelitian.

Adapun langkah-langkah yang akan ditempuh dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan optimasi pola penyusunan
barang dalam gudang

3.1 Studi Pendahuluan

Untuk mendapatkan dan menemukan permasalahan yang akan diteliti ternyata perlu untuk dilakukan studi pendahuluan. Adapun cara melakukan studi pendahuluan adalah:

1. Menemukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan survei pustaka guna mendalami teori yang bersangkutan dengan tema yang dipilih.
2. Melakukan survei pendahuluan di lapangan dengan cara mewawancarai beberapa perusahaan untuk menanyakan cara penyusunan barang dalam gudang.

3.2 Studi Pustaka dan Pengamatan Lapangan

Pada tahap ini dilakukan studi tentang teori-teori yang berguna sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah, yaitu:

- a. Konsep dasar mengenai pola penyusunan barang dalam gudang.
- b. Konsep dasar metode yang digunakan untuk mengoptimal pola penyusunan barang dalam gudang.
- c. Konsep dasar bahasa pemrograman *Delphi7* dan *MySQL*.

Bersamaan dengan studi pustaka, dilakukan pengamatan lapangan mengenai sistem dan prosedur untuk menilai dan membandingkan investasi usaha. Pengamatan ini dilakukan untuk memahami sistem penilaian perhitungan kelayakan investasi di beberapa perusahaan-perusahaan yang ada di Pekanbaru.

3.3 Perumusan Masalah

Dari pengamatan awal dan studi pustaka yang dilakukan maka dapat dirumuskan permasalahan optimasi pola penyusunan barang dalam gudang. Perumusan masalah diuraikan dalam bentuk pertanyaan yang akan diselesaikan dengan penelitian ini.

Setelah permasalahan mengenai optimasi pola penyusunan barang dalam gudang dapat dirumuskan, maka langkah selanjutnya yang dapat diambil adalah menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang ada.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang menunjang penyusunan laporan tugas akhir ini, maka penulis melakukan pengumpulan data dengan cara:

a. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Penelitian kepustakaan dimaksudkan untuk memperoleh data sekunder dengan mengadakan penelitian literatur-literatur, buku-buku, serta bahan-bahan lain yang berkenaan dengan masalah yang akan dibahas.

b. Wawancara

Wawancara merupakan langkah-langkah untuk memperoleh data dari *user* yang dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada Pimpinan dan karyawan-karyawan yang ada di PT.Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR).

c. Observasi

Penelitian lapangan (observasi) merupakan langkah-langkah untuk memperoleh data primer yang dijadikan objek yang dianalisa, dalam hal ini pengamatan dilakukan di perusahaan, yaitu (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)).

3.5 Analisa Sistem

Analisa dilakukan terhadap sistem yang diterapkan oleh perusahaan (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)) untuk menilai suatu kelayakan pola penyusunan barang dalam gudang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan dalam hal pola penyusunan barang dalam gudang. Pada tahapan analisa sistem yang akan dilakukan adalah:

1. Analisa kebutuhan data

Analisa kebutuhan data berisi data-data yang akan dibutuhkan dalam pembuatan sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang.

2. Analisa permasalahan

Analisa permasalahan berisi bagaimana cara memahami masalah-masalah yang ada pada sistem yang sedang berjalan pada perusahaan (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)).

3. Analisa penyelesaian masalah

Analisa penyelesaian masalah berisi bagaimana cara menyelesaikan masalah yang ada pada perusahaan (Studi Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)) dengan menggunakan algoritma genetika.

4. Analisa fungsional sistem

Analisa fungsional sistem adalah suatu analisa yang menggambarkan bagaimana masukan diproses oleh aplikasi menjadi keluaran yang diharapkan oleh pengguna sistem. Analisa fungsional memuat beberapa diagram alir data yang memperlihatkan aliran data dari luar sistem yang diproses oleh sistem (kadang melibatkan penyimpanan sistem) kemudian menghasilkan keluaran yang berguna. Analisa fungsional sistem akan membahas tentang DFD (*Data Flow Diagram*)

5. Analisa data sistem

Analisa data sistem merupakan notasi grafik untuk objek data dan hubungannya dalam sistem. Analisa data sistem akan membahas tentang *Entity Relationship Diagram (ERD)*.

3.6 Desain Sistem

Pada tahap desain sistem, dilakukan perancangan ulang dan perbaikan yang dianggap perlu setelah dilakukan analisis sistem yang ada. Tahap ini dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Perancangan *Flowchart*

Perancang *Flowchart* berisi tentang *Flowchart-flowchart* yang akan digunakan dalam sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang.

b. Perancangan database

Perancang database berisi tentang database-database yang akan digunakan dalam sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang.

c. Perancangan struktur menu

Perancangan struktur menu digunakan untuk memudahkan pemakaian sistem, diperlukan susunan daftar menu agar pengguna yang belum terbiasa dengan sistem juga dapat menggunakannya.

d. Perancangan antar muka

Perancangan antar muka dilakukan agar pengguna lebih mudah dalam mengoperasikan aplikasi sistem yang akan dibuat.

e. Perancangan lingkungan pengembang

Perancangan lingkungan pengembang digunakan untuk mengetahui perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam pembuatan sistem.

3.7 Coding

Setelah desain dikerjakan, desain yang dibuat dituangkan ke dalam bentuk program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi7* dengan *database* dari program *MySQL*. Perancangan program yang dilakukan dibuat untuk memenuhi fungsi-fungsi:

a. *Input* data

b. Penyimpanan data

c. Pengubahan data

d. Penghapusan data

e. Pengolahan data

f. Pembuatan laporan yang dibutuhkan

g. Batasan wewenang atau otorisasi yang jelas kepada pemakai program aplikasi.

3.8 Pengujian dan Penerapan

Setelah perancangan sistem selesai, maka selanjutnya dilakukan pengujian sistem, setelah selesai dan sistem bisa bekerja sesuai dengan tujuan maka selanjutnya adalah penerapan sistem tersebut untuk menggantikan sistem lama.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisi pembahasan yang menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dikemukakan pada masalah dan tujuan yang ada pada Bab I dan saran-saran baik dari dan ke pengguna sistem.

BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada perancangan sistem berbasis komputer, analisis memegang peranan yang penting dalam membuat rincian sistem baru. Analisis perangkat lunak merupakan langkah pemahaman persoalan sebelum mengambil tindakan atau keputusan penyelesaian hasil utama. Sedangkan tahap perancangan sistem adalah membuat rincian sistem hasil dari analisis menjadi bentuk perancangan agar dimengerti oleh pengguna.

Setelah mempelajari dasar-dasar teori tentang metode Algoritma Genetika dan Sistem Inventaris Gudang maka pada bab ini akan lebih difokuskan lagi pada tahap penjelasan mengenai analisis Algoritma Genetika yang akan diterapkan untuk mengoptimalkan suatu letak atau posisi barang dalam gudang dan perancangan sistem simulasi yang akan dibuat.

4.1 Analisa Sistem Lama

Analisis sistem dilakukan untuk memperoleh informasi penting dan menjadi sumber daya bagi sistem yang akan dikembangkan agar mampu mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada sistem lama.

Analisa sistem lama tentang optimasi pola penyusunan barang dalam gudang (Study Kasus Barang: PT Pekanbaru Distribusindo Raya (PDR)) adalah sebagai berikut: Pertama kali setelah barang dipesan Operator melakukan proses penyusunan barang dengan cara dipilih terlebih dahulu sesuai dengan jenisnya, kemudian dimasukkan ke dalam rak dan rak yang dipilih adalah rak yang masih

kosong atau rak yang masih ada sisa seperti barang yang akan dimasukkan. Dalam proses pemilihan rak Operator melakukan pengecekan satu per satu rak yang ada pada gudang untuk mencari rak yang masih kosong atau rak yang masih ada sisa. Setelah itu untuk proses pengambilannya Operator melakukan pengecekan satu per satu rak yang ada dalam gudang penyimpanan untuk mengetahui dimana letak barang yang akan diambil.

Data-data yang dibutuhkan dalam peroses penyimpanan barang ke gudang pada sistem lama adalah sebagai berikut :

1. Data gudang
2. Data barang
3. Data rak
4. Data palet

Dari adanya alur kerja pada sistem lama tersebut menimbulkan beberapa permasalahan, yaitu mengakibatkan waktu yang digunakan sangat lama dan peletakan barang menjadi tidak optimal, sehingga banyak terdapat ruang kosong dalam gudang penyimpanan dan pesanan yang berlebihan akan ditumpukkan ke lantai atau dimasukkan ke gudang lain. Perusahaan akan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk membayar tenaga ahli yang mengatur posisi barang dalam gudang.

4.2 Analisa Sistem Baru

Analisa pada sistem baru meliputi analisa kebutuhan data, analisa permasalahan, analisa penyelesaian masalah, analisa fungsional sistem dan analisa data sistem.

4.2.1 Kebutuhan Data

Adapun data-data yang akan dibutuhkan dalam pengembangan sistem optimasi pengisian gudang adalah berupa:

1. Model data gudang, pada model data gudang kita dapat mendefinisikan berapa panjang gudang, lebar gudang dan tinggi gudang.
2. Model data rak, pada model data rak kita dapat mendefinisikan berapa panjang rak, lebar rak dan tinggi rak,
3. Model data palet, pada model data palet kita dapat mendefinisikan berapa tinggi palet, beban yang bisa ditampung oleh palet, sementara panjang dan lebar palet sama dengan panjang dan lebar rak.
4. Model data barang, pada model data barang kita akan mendefinisikan jumlah barang, tanggal masuk barang, panjang, lebar, tinggi barang serta berat barang.
5. Model data jenis barang, pada model data jenis barang kita akan mendefinisikan jenis barang yang akan masuk ke dalam gudang dan tinggi barang berdasarkan jenisnya.

4.2.2 Analisa Permasalahan

Permasalahan yang akan diselesaikan adalah bagaimana mengoptimalkan penyusunan letak barang dalam gudang agar tidak terdapat ruang kosong yang sangat merugikan bagi perusahaan produksi. Dalam penelitian ini, untuk menyusun letak barang agar posisi barang tetap optimal maka akan digunakan suatu metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses

iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi dengan memasukkan inputan berupa spesifikasi ruang dan barang beserta probabilitas ketiga operator Algoritma Genetika, proses optimasi akan menemukan pola susunan barang berdasarkan *fitness cost* atau nilai terbaik yaitu semakin tinggi nilai *fitness cost* maka semakin sedikit ruang kosong yang tersisa.

Prioritas dari penyusunan barang dalam gudang yang menggunakan sistem rak adalah:

1. Mengoptimalkan volume palet
2. Mengoptimalkan berat palet

Hasil optimasi kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel yang bisa menunjukkan letak dari barang yang akan dimasukkan.

Kebutuhan informasi yang dibutuhkan adalah informasi tentang data-data barang yang akan disusun ke dalam gudang dan data-data palet yang ada pada rak penyimpanan barang yang masih kosong atau yang masih ada sisa untuk tempat penyimpanan barang.

4.2.3 Analisa Penyelesaian Masalah

Tahapan proses penyelesaian masalah optimasi pengisian gudang adalah urutan langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam melakukan penyelesaian masalah optimasi pengisian gudang. Secara garis besar proses-proses yang dilakukan di dalam perangkat lunak ini dimulai dari pembuatan gudang, selanjutnya adalah pembuatan rak yang diikuti dengan pembuatan palet, setelah itu baru pembuatan barang-barang dan proses penataan barang ke dalam rak-rak,

disinilah proses Algoritma Genetika akan dijalankan baru setelah itu proses lain dapat dijalankan seperti: proses penyimpanan barang ke dalam palet.

4.2.4 Analisa Algoritma Genetika Untuk Permasalahan Optimasi penyusunan Barang Dalam Gudang

Pada Tugas Akhir ini penulis mengembangkan dan menerapkan metode Algoritma Genetika. Seperti dijelaskan sebelumnya, metode Algoritma Genetika menggunakan pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi dengan memasukkan inputan berupa spesifikasi ruang dan barang beserta probabilitas ke tiga operator Algoritma Genetika.

Hal utama yang akan dilakukan dalam penyusunan letak barang dalam gudang adalah menghitung terlebih dahulu berapa ukuran barang dan berat barang serta berapa kapasitas daya tampung dari rak sebagai tempat penyimpanan barang sehingga untuk selanjutnya akan lebih mudah melakukan proses berikutnya yakni proses Algoritma Genetika, mencari rak yang merupakan posisi yang optimal untuk suatu barang. Sebelum melakukan tahapan-tahapan Algoritma Genetika terlebih dahulu akan diawali dengan perencanaan variabel-variabel yang akan dibutuhkan dalam masalah penyusunan barang dalam gudang ini adalah JI, JG, TM, TP dan PP. Penjelasan tentang variabel-variabel Algoritma Genetika terdapat pada BAB II.

4.2.4.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah Optimasi Penyusunan Barang Dalam gudang Menggunakan Algoritma Genetika

Adapun langkah-langkah dari simulasi optimasi penyusunan barang dalam gudang menggunakan metode Algoritma Genetika adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan populasi awal

Pada kasus pemilihan barang ke gudang yang menjadi individu adalah id barang yang akan dimasukkan ke dalam gudang. Selain id barang, di dalam individu juga tersimpan informasi bagaimana posisi barang ketika masuk ke dalam gudang (X,Y) dan berapa jumlah barang yang bisa dimasukkan. Satu solusi akan berisi urutan dari seluruh barang yang ada sesuai dengan jenisnya (Minuman Kaleng, minuman kotak, minuman sachet, sabun mandi kotak, sabun cair, makanan ringan, susu kaleng, susu kotak), karena itu sebelum menjalankan algoritma genetika pada perangkat lunak ini harus terlebih dahulu mengisikan barang-barang yang ada beserta dengan spesifikasinya (jenis, panjang, lebar, tinggi, berat, jumlah). Dalam hal ini populasi adalah sebuah *string* yang berisi informasi tentang id barang, posisi barang dan jumlah barang ketika akan masuk ke dalam gudang, karena jumlah panjang gen 3 karakter, maka panjang *string* adalah $3 \times n$, dengan n merupakan jumlah barang yang akan dimasukkan ke dalam rak untuk kategori tertentu. Representasi dari kromosom tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.

Kromosom 1

1	X	12	2	Y	8	3	Y	5	4	X	7
---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----

Kromosom 2

5	Y	8	6	Y	10	7	X	8	8	X	9
---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----

Gambar 4.1 Representasi Kromosom

Keterangan gambar:

X = Posisi barang dimana Panjang barang < Panjang Palet dan Lebar barang < Lebar palet.

Y = Posisi barang dimana Lebar barang < panjang palet dan panjang barang < lebar palet.

Semua barang yang akan disimpan pada palet-palet, terlebih dahulu akan disimpan pada sebuah array. Array tersebut berisikan informasi urutan barang dan posisinya ketika akan dimasukkan ke dalam palet.

1	Pemberian id barang
2	Acak id barang dari 1 sampai jumlah barang
3	Apakah id barang sejenis jika sejenis lakukan proses selanjutnya.
4	Apakah id barang ada dalam string individu jika ada kembali ke langkah 2 jika tidak langkah selanjutnya.
5	Masukkan string sementara
6	Acak posisi barang (X/Y)
7	Acak jumlah satu jenis barang dari 1 danpai jumlah barang.
8	Masukkan string individu yang berupa sebuah array.
9	Jika semua id barang, posisi barang dan jumlah barang sudah masuk, dilakukan pengecekan dalam sejumlah penempatan sementara (populasi) jika belum kembali kelangkah 2.
10	Jika belum ada dalam sejumlah penempatan sementara (populasi) maka masukkan dalam populasi jika sudah ada dalam populasi kembali kelangkah 2.
11	Apakah jumlah penempatan sementara (populasi) sudah sesuai jika sudah lakukan fitness cost jika belum kembali kelangkah 2.

Algoritma 2.1 Pembuatan Populasi Awal

2. Mencari *Fitness Cost*

Sebelum melakukan penempatan barang dilakukan dua tahap pengecekan terlebih dahulu, yaitu pencarian posisi barang dengan pengecekan luas palet yang masih kosong, apakah masih bisa ditempati barang tersebut dan pengecekan beban maksimal yang dapat ditampung oleh palet. Barang dapat masuk apabila tempat masih kosong dan beban palet belum mencapai angka maksimal.

1	Cari jumlah Volume palet yang kosong menggunakan persamaan 2.1 dikurang volume palet yang telah terisi barang menggunakan persamaan 2.2 dan cari beban maksimal palet yang masih bisa menahan berat barang yang akan dimasukkan dikurang beban barang yang telah terisi pada palet tersebut menggunakan persamaan 2.3.
2	Jika tinggi palet sesuai dengan barang maka palet masih kosong.
3	Jika masih kosong maka $JUMLAHvolume - JUMLAHvolume + 1$ Ulangi sejumlah barang
4	Ambil satu jenis barang beserta posisi dan jumlahnya dari string individu yang berupa sebuah array.
5	Cari Volume barang menggunakan persamaan 2.2 dan cari berat barang menggunakan persamaan 2.3
6	Jika $JumlahVolumePalet < VolumeBarang$
7	Maka palet = kosong
8	Jika posisi barang Horisontal X = panjang barang Y = Lebar barang

9	Jika posisi barang vertikal X = lebar barang Y = panjang barang
10	Jika tinggi palet cocok dan beban palet + beban barang belum maksimal.
11	Apakah semua barang sudah masuk jika belum kembali kelangkah 2
12	Cari fitness cost dengan menggunakan persamaan 2.4 dan persamaan 2.5

Algoritma 2.2 mencari *fitness cost*

3. Pengurutan data (*Sorting*)

Pengurutan data (*Shorting*) digunakan untuk mengetahui nilai-nilai *Fitness* tiap solusi yang terbaik yang akan dilakukan proses selanjutnya.

1	Bandinkan nilai <i>fitness</i> tiap solusi penempatan barang sementara
2	Solusi penempatan barang sementara yang memiliki nilai <i>fitness</i> yang baik dipilih untuk dilakukan proses selanjutnya.

Algoritma 2.3 Pengurutan Data (*Sorting*)

Setelah pengurutan data dilakukan *elitism*. *Elitism* adalah proses yang harus dilakukan, yang bertujuan agar solusi penempatan barang sementara yang terbaik tidak hilang.

1	Bandinkan semua nilai <i>fitness</i> setiap solusi penempatan barang sementara dari banyak solusi sementara yang ada dalam satu jenis barang.
2	Pilih solusi penempatan barang sementara yang ada dengan nilai <i>fitness</i> terbaik.
3	Salin nilai <i>fitness</i> terbaik secara langsung menjadi solusi baru dalam satu jenis barang.

Algoritma 2.4 *Elitisme*

4. Tahapan *Cross Over*

Tahapan ini akan menyilangkan id, posisi barang atau jumlah barang yang ada dalam dua solusi penempatan barang sementara untuk mendapatkan dua solusi baru. Setelah tahap ini dilakukan maka akan di dapat solusi baru yang jumlahnya dua kali lipat dari solusi lama.

Solusi 1 = 1X12 2Y8 3Y5 4X7 5X8

Solusi 2 = 2Y8 4X7 1X5 3Y9 5Y6

Dari banyak solusi yang ada, ambil id, posisi barang atau jumlah barang sepasang demi sepasang untuk disilangkan (*cross over*). Persilangan pada kasus ini dilakukan dengan memindahkan sebagian id, posisi atau jumlah pada satu solusi penempatan barang sementara dan menukarkannya dengan solusi penempatan barang sementara yang lain.

Setelah disilangkan akan dilakukan pengecekan terhadap masing-masing solusi penempatan barang sementara apakah terjadi pengulangan. Kedua solusi penempatan barang sementara yang telah disilangkan ini diperbaiki sehingga tidak ada pengulangan lagi.

1	Memilih dua solusi penempatan barang sementara untuk dilakukan proses <i>cross over</i>
2	Memilih nilai id, posisi barang atau jumlah barang pada solusi penempatan barang sementara yang pertama sebagai titik perpotongan.
3	Mengkombinasikan nilai kedua solusi penempatan barang sementara yang diambil berdasarkan perpotongan nilai id, posisi atau jumlah barang.
4	Mengambil bagian solusi penempatan barang sementara yang pertama
5	Sisanya diambil dari solusi penempatan barang sementara yang

	kedua
6	Hasil kombinasi dimasukkan sebagai solusi penempatan barang sementara yang baru

Algoritma 2.5 Tahapan *Cross Over*

5. Tahapan Mutasi (*Mutation*) yaitu pertukaran antara barang-barang yang ada pada satu solusi penempatan barang sementara dengan barang-barang yang ada pada solusi penempatan barang sementara yang lain.

1	Dari solusi penempatan barang sementara yang baru, Pilih dua buah id, posisi atau jumlah barang secara acak
2	Ambil satu id, posisi barang atau jumlah barang yang terpilih dan masukkan ke dalam tempat sementara.
3	Ambil id, posisi barang atau jumlah barang kedua masukkan ke tempat id, posisi barang atau jumlah barang pertama
4	Pindahkan id, posisi barang atau jumlah barang di dalam tempat sementara ke tempat id, posisi barang atau jumlah barang kedua
5	Solusi penempatan barang sementara yang baru yang terbentuk dimasukkan ke dalam solusi penempatan barang sementara yang baru.

Algoritma 2.6 Tahapan Mutasi

6. Perulangan Tahap

Satu solusi penempatan barang sementara yang baru telah terbentuk dengan selesainya mutasi. Solusi penempatan barang sementara yang baru tersebut akan menjadi populasi awal bagi solusi selanjutnya dan Algoritma Genetika akan mengulang tahap 2 sampai 5 secara terus menerus sampai sejumlah solusi yang mendekati penempatan optimal.

4.2.5 Contoh Persoalan

Contoh persoalan sehari-hari yang mirip dengan persoalan Algoritma Genetika ini adalah penyimpanan barang dalam gudang kecil dimana gudang memiliki rak dan rak memiliki palet-palet pada palet akan disimpan beberapa barang.

Rak memiliki ukuran panjang, lebar dan tinggi sebagai berikut:

Tabel 4.1 Tabel rak

Kode	Panjang	Lebar	Tinggi
RK-1	30cm	20cm	30cm
RK-2	10cm	5cm	30cm

Palet terletak pada rak memiliki ukuran panjang palet mengikuti panjang rak dimana palet berada, lebar palet mengikuti lebar rak dimana palet berada, tinggi palet tidak boleh lebih dari tinggi rak tempat palet berada dan beban maksimum yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tabel palet

Kode rak	Kode palet	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban maksimum
RK-1	PL-1	10cm	6cm	5cm	500g
RK-1	PL-2	10cm	10cm	10cm	500g

Dengan barang yang akan dimasukkan kepalet memiliki jenis, panjang, lebar, tinggi dan berat sebagai berikut:

Tabel 4.3 Tabel barang

Jenis	Id Barang	Kode	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat	Jumlah
Minuman kotak	1	MKLN	2cm	1cm	1cm	20g	6
Minuman kotak	2	MKLC	3cm	2cm	1cm	10g	8
Minuman kotak	3	KCKL	4cm	3cm	1cm	20g	9

Pada kasus ini akan dicari suatu pemecahan untuk mencari solusi yang optimal dengan Algoritma Genetika dimana barang tidak bisa dimasukkan dua atau lebih jenis barang dalam satu palet.

Pada contoh ini barang yang dihitung untuk diproses adalah banyaknya barang dalam satuan boks dengan ukuran panjang, lebar serta beratnya tidak melebihi kapasitas palet. Barang dihitung berdasarkan berat dan volume barang serta kapasitas dan daya tahan palet yang akan diisi. Adapun caranya adalah:

1. Pembuatan populasi awal

Pembuatan populasi awal dengan cara id barang dan posisi barang dipilih secara acak sedangkan jumlah barang dipilih secara sembarangan, misalnya ada 3 barang yang akan dimasukkan kesebuah palet dimana palet masih dalam kondisi kosong. Dalam hal ini populasi adalah sebuah *string* yang berisi informasi tentang beberapa gen, yang menjadi gen dalam id barang, posisi barang dan jumlah barang, karena jumlah panjang gen 3 karakter, maka panjang *string* adalah $3 \times n$, dengan n merupakan jumlah barang yang akan dimasukkan. Dapat dimisalkan kromosom 1 panjang *string* nya adalah $3 \times 3 = 9$ Gen. Dari tabel 4.3 dimisalkan dalam bentuk *string* dengan 3 kromosom adalah sebagai berikut:

Kromosom 1



Kromosom 2

2	X	6	3	X	6	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kromosom 3

3	X	9	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Keterangan kromosom :

Gen 1 = id barang

Gen 2 = Posisi barang

Gen 3 = jumlah barang

X = Posisi barang dimana Panjang barang < Panjang Palet dan Lebar barang < Lebar palet.

Y = Posisi barang dimana Lebar barang < panjang palet dan panjang barang < lebar palet.

2. Mencari *Fitness Cost*

Dari hasil populasi awal yang terdiri atas 3 kromosom dapat dicari nilai *Fitness Cost* nya hasilnya adalah sebagai berikut:

Kromosom 1

Jumlah volume palet yang kosong menggunakan persamaan 2.1 adalah:

$$= 10 \times 6 \times 5 = 300$$

Jumlah volume palet yang terisi barang menggunakan persamaan 2.2 adalah: 0

Karena dimisalkan palet dalam kondisi kosong maka total volume palet yang kosong dikurangi volume palet yang terisi barang adalah:

$$= 300 - 0 = 300$$

Beban maksimal palet yang masih bisa menampung barang dikurang beban barang yang telah terisi menggunakan persamaan 2.3 karena dimisalkan palet dalam kondisi kosong maka hasilnya adalah:

$$= 500 - 0 = 500$$

Total Volume barang menggunakan persamaan 2.2 adalah:

$$= 4*3*1*6 + 3*2*1*8 + 2*1*1*6 = 132$$

Total berat barang menggunakan persamaa 2.3 adalah:

$$= 6*20 + 8*10 + 6*20 = 320$$

Jika semua barang sudah masuk ke dalam populasi maka dicari *Fitness coss* nya menggunakan persamaan 2.5 adalah sebagai berikut.

Fitness coss volume adalah:

$$= \frac{132}{300} * 100\%$$

$$= 44 \%$$

Fitness Coss berat adalah:

$$= \frac{320}{500} * 100\%$$

$$= 64 \%$$

Kromosom 2

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* volume pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* volume untuk kromosom 2 adalah :

$$= 40 \%$$

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* berat pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* berat untuk kromosom 2 adalah :

$$= 60 \%$$

Kromosom 3

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* volume pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* volume pada kromosom 3 adalah :

= 56 %

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* berat pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* berat untuk kromosom 2 adalah :

= 76 %

3. Pengurutan data (*Sorting*)

Pada langkah ini kromosom yang terbaik diurutkan sebagai berikut:

Kromosom 3 nilai *Fitness Cost* volumenya adalah 56% dan nilai *Fitness Cost* Berat 76%, kromosom 1 nilai *Fitness Cost* Volumenya adalah 44 % dan niali *Fitness Cost* Beratnya 68%, dan kromosom 2 nilai *Fitness Cost* volumenya adalah 40% dan nilai *Fitness Cost* Beratnya 60%..

4. Tahapan *Cross Over*.

Berdasarkan hasil dari pengurutan data kromosom yang dilakukan proses *Cross Over* adalah kromosom 1 dan kromosom 3 dengan menukarkan jumlah barang.

Hasil *Fitness Coss* dari proses *Croos over* adalah sebagai berikut:

Kromosom 1

3	X	9	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kromosom 3

3	X	6	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* volume pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* volume pada kromosom 1 hasil *Cross Over* adalah :

= 56 %

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* berat pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* berat untuk kromosom 1 hasil *cross over* adalah :

= 76 %

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* volume pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* volume pada kromosom 3 hasil *Cross Over* adalah :

= 44 %

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* berat pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* berat untuk kromosom 3 hasil *cross over* adalah :

= 64 %

5. Mutasi

Pilih kromosom yang memiliki nilai *Fitness Cost* tertinggi untuk dilakukan proses mutasi. Misalnya kromosom 1 hasil *Cross Over* dilakukan proses mutasi dengan menukarkan posisi barang adalah sebagai berikut.

Kromosom 1 Asal

3	X	9	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kromosom 1 hasil

3	Y	9	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* volume pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* volume pada kromosom 1 hasil mutasi adalah :

= 56 %

Menggunakan langkah yang sama dengan pencari *Fitness coss* berat pada kromosom 1 di dapat hasil untuk *Fitness coss* berat untuk kromosom 1 hasil

Mutasi adalah :

= 76 %

Jadi yang lebih optimum adalah

Kromosom 1 hasil *mutasi*, karena nilai *fitness coss* nya paling tinggi.

Kromosom 1

3	Y	9	2	Y	8	1	X	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

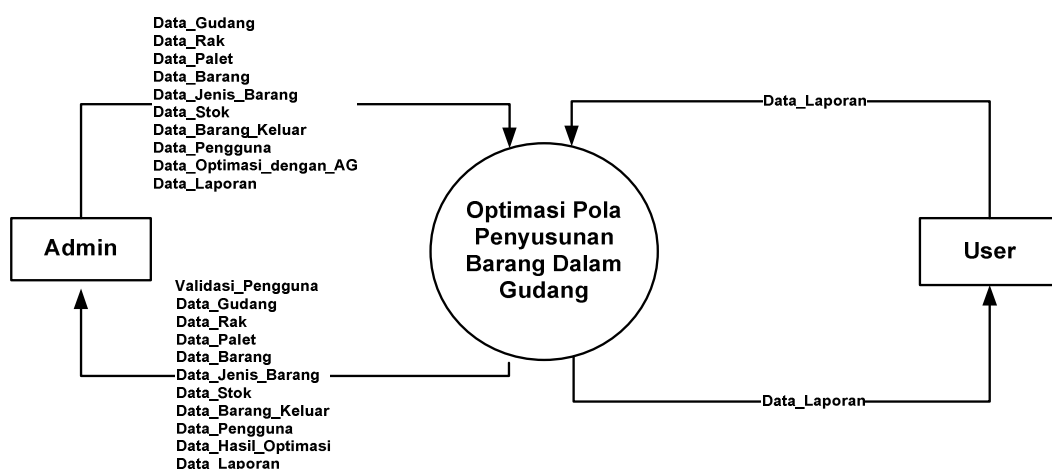
Nilai *fitness Cost* volume adalah 56 % dan *fitness cost* berat adalah 76 %

4.2.6 Analisa Fungsional Sistem

Analisa fungsional sistem adalah suatu analisa yang menggambarkan bagaimana masukan diproses oleh aplikasi menjadi keluaran yang diharapkan oleh pengguna sistem. Analisa fungsional memuat beberapa diagram alir data yang memperlihatkan aliran data dari luar sistem yang diproses oleh sistem (kadang melibatkan penyimpanan sistem) kemudian menghasilkan keluaran yang berguna.

Adapun cakupan analisa fungsional sistem disini diuraikan dalam bentuk pengolahan data, yaitu *Data Flow Diagram (DFD)* Sistem yang terdiri dari

Context Diagram (CD) dan *Data Flow Diagram* (DFD) Level 1, DFD Level 2 dan DFD Level 3. Gambar 4.2 adalah *Context Diagram* (CD) yang merupakan gambaran umum dari sistem yang akan dibangun dengan keterangan pada tabel 4.4 dan tabel 4.5. Gambar 4.3 adalah DFD level1 dari sistem dengan keterangan pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.



Gambar 4.2 *Context Diagram*

Tabel 4.4 Keterangan Proses *Context Diagram*

No	Nama proses	Masukan	Keluaran	Keterangan
1	Sistem Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang.	<ul style="list-style-type: none"> - Data_Gudang - Data_Rak - Data_Palet - Data_Barang - Data_Jenis_Barang - Data_Stok - Data_Barang_Keluar - Data_Pengguna - Data_Optimasi_dengan_AG - Data_Laporan 	<ul style="list-style-type: none"> - Validasi_Pengguna - Data_Gudang - Data_Rak - Data_Palet - Data_Barang - Data_Jenis_Barang - Data_Stok - Data_Barang_Keluar - Data_Pengguna - Data_Optimasi_dengan_AG - Data_Hasil_Optimasi - Data_Laporan 	Proses sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang

No	Nama	Keterangan
1	Validasi_pengguna	Hak akses pengguna terhadap sistem
2	Data_Pengguna	Data pengguna system
3	Data_Gudang	Data gudang
4	Data_Rak	Data rak
5	Data_Palet	Data palet
6	Data_Barang	Data barang
7	Data_Jenis_Barang	Data jenis barang
8	Data_Stok	Data stok barang yang akan masuk ke gudang
9	Data_Barang_Keluar	Data barang yang keluar dari gudang
10	Data_Optimasi_dengan_AG	Melakukan proses optimum menggunakan Algoritma Genetika.
11	Data_Hasil_Optimasi	Menampilkan hasil optimasi
12	Data_Laporan	Data laporan barang per palet dan data laporan barang keluar.



Tabel 4.6 Keterangan Proses Pada DFD Level 1 Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang

N o	Nama proses	Masukan	Keluaran	Keterangan
1	<i>Login</i>	- Data_Pengguna	- Data_Pengguna - Validasi_pengguna	Proses untuk melakukan <i>login</i> pengguna.
2	Data Master	- Data_Gudang - Data_Rak - Data_Palet - Data_Barang - Data_Jenis_Barang - Data_pengguna	- Data_Gudang - Data_Rak - Data_Palet - Data_Barang - Data_Jenis_Barang - Data_Pengguna	Proses untuk melakukan <i>update</i> pengolahan data kedalam sistem.
3	Data Transaksi	- Data_Stok - Data_Barang_Keluar - Data_barang - Data_palet		Proses untuk barang masuk dan barang keluar yang menghasilkan data barang keluar dan data stok barang.
4	Pengolahan Data Dengan AG	- Data_Optimasi_dengan_AG	- Data_Hasil_Optimasi	Proses untuk melakukan perhitungan optimasi dengan AG yang diambil dari data stok
5	Laporan	- Data_laporan	- Data_Laporan	Proses untuk melihat dan mencetak laporan yang menghasilkan laporan barang per palet dan laporan barang keluar.

Tabel 4.7 Keterangan Aliran Data Pada DFD Level 1 Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang

No	Nama	Keterangan
1	Data_Gudang	Data gudang
2	Data_Rak	Data rak
3	Data_Palet	Data palet
4	Data_Barang	Data barang
5	Data_Jenis_Barang	Data jenis barang
6	Data_Stok	Data stok barang yang masuk ke gudang
7	Data_Barang_Keluar	Data barang yang keluar dari gudang
8	Data_pengguna	Data pengguna sistem
9	Data_Optimasi_dengan_AG	Data optimasi dengan AG
10	Data_Hasil_Optimasi	Data hasil optimasi dengan AG
11	Data_laporan	Data laporan barang perpalet dan data laporan barang keluar

Penjelasan DFD selanjutnya secara rinci dapat dilihat pada lampiran B.

4.2.7 Analisa Data Sistem

Analisa data sistem merupakan notasi grafik untuk objek data dan hubungannya dalam sistem. Adapun cakupan dari analisa data sistem dapat dilihat pada *Entity Relationship Diagram (ERD)*, *Data Dictionari* (Kamus Data), *Flowchart* sistem dan *Flowchart* Algoritma Genetika dari sistem yang akan dibuat.

Gambar 4.4 merupakan gambar dari *Entity Relationship Diagram (ERD)*.

Tabel 4.8 penjelasan dari *Entity Relationship Diagram(ERD)* yang berisikan nama tabel, atribut dan keterangan masing-masing atribut.

	2. Id_Rak 3. Kode_Palet 4. Tinggi 5. Beban_max	Id rak Kode palet Tinggi palet Beban maksimum yang bisa ditampung oleh palet
tbl_barang		Tabel barang
	1. Id_Barang	Id barang
	2. Id_jenis 3. Kode 4. Nama 5. Panjang 6. Lebar 7. Tinggi 8. Berat	Id jenis barang Kode barang Nama barang Panjang barang Lebar barang Tinggi barang Berat barang
tbl_jenis		Tabel jenis barang
	1. id_jenis 2. Nama_jenis	Id jenis barang Nama jenis barang
tbl_Stok		Tabel stok barang
	1. Id_stok 2. Id_barang 3. Id_Palet 4. Tanggal_masuk 5. Jumlah 6. Ket	Id stok Id barang Id palet Tanggal masuk Jumlah barang masuk Keterangan barang
tbl_Barang_Keluar		Tabel barang keluar
	1. Id_barang_keluar 2. Id_Stok 3. Jumlah 4. Tanggal	Id barang keluar Id stok barang Jumlah barang keluar Tanggal barang keluar
tbl_Kromosom		Tabel kromosom
	1. Id_gen 2. Id_barang 3. Id_Palet 4. Id_Jenis 5. Id_Stok 6. X_Y 7. Kromosom	Id gen Id barang Id palet Id jenis Id stok barang Posisi barang pada palet Kromosom penempatan barang sementara
tbl_fitness_cost		Tabel fitness cost
	1. Id_Kromosom 2. Fitness_Cost_berat 3. Fitness_Cost_Volume	Id kromosom Fitness cost berat Fitness cost volume

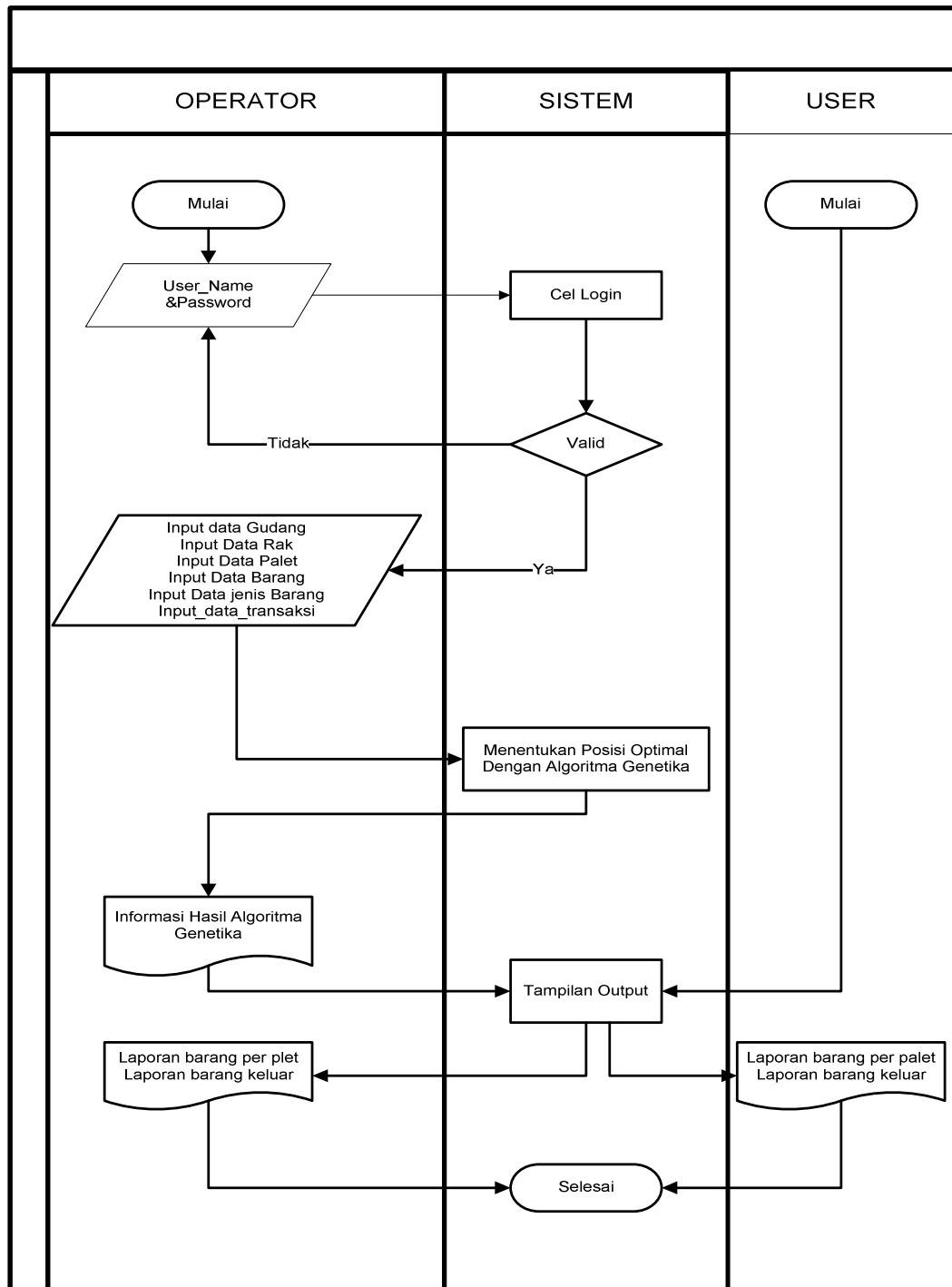
4.3 Desain Sistem

Tahap desain sistem merupakan prosedur untuk mengkonversi spesifikasi logis kedalam sebuah desain yang dapat diimplementasikan pada sistem. Tahap ini dilakukan setelah tahap analisis perangkat lunak, yang terdiri dari perancangan *Flowchart*, perancangan *database*, perancangan struktur menu, perancangan antar muka dan perancangan lingkungan pengembang.

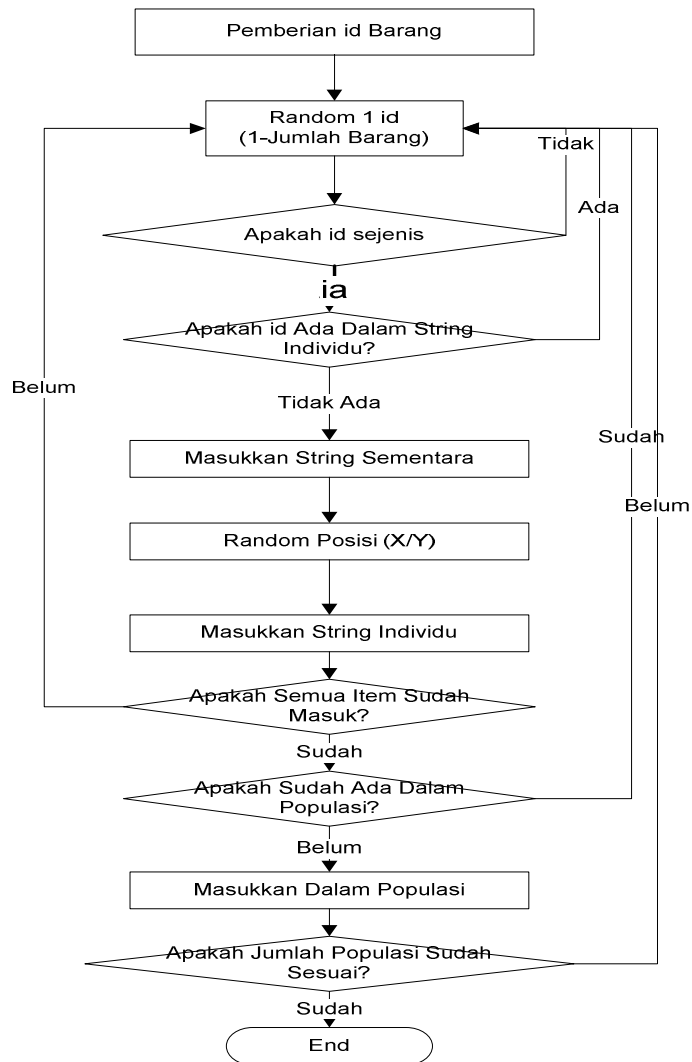
4.3.1 Perancangan *Flowchart*

Perancangan *Flowchart* dilakukan untuk memudahkan dalam pembuatan *coding* program.

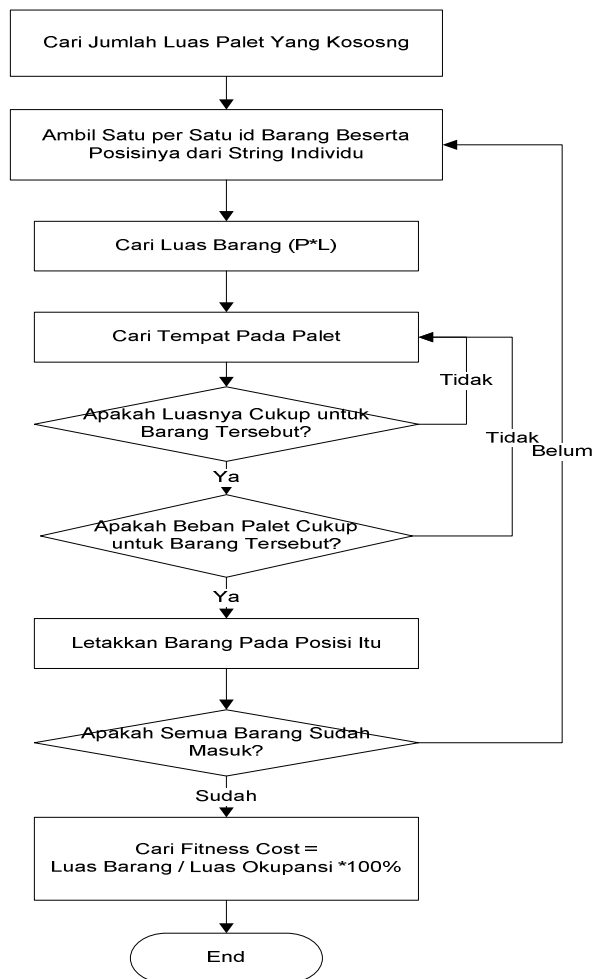
Gambar 4.5 adalah *flowchart* dari sistem yang akan dibuat dan gambar 4.6 sampai gambar 4.10 adalah *flowchart* dari algoritma genetika tentang sistem yang akan dibuat.



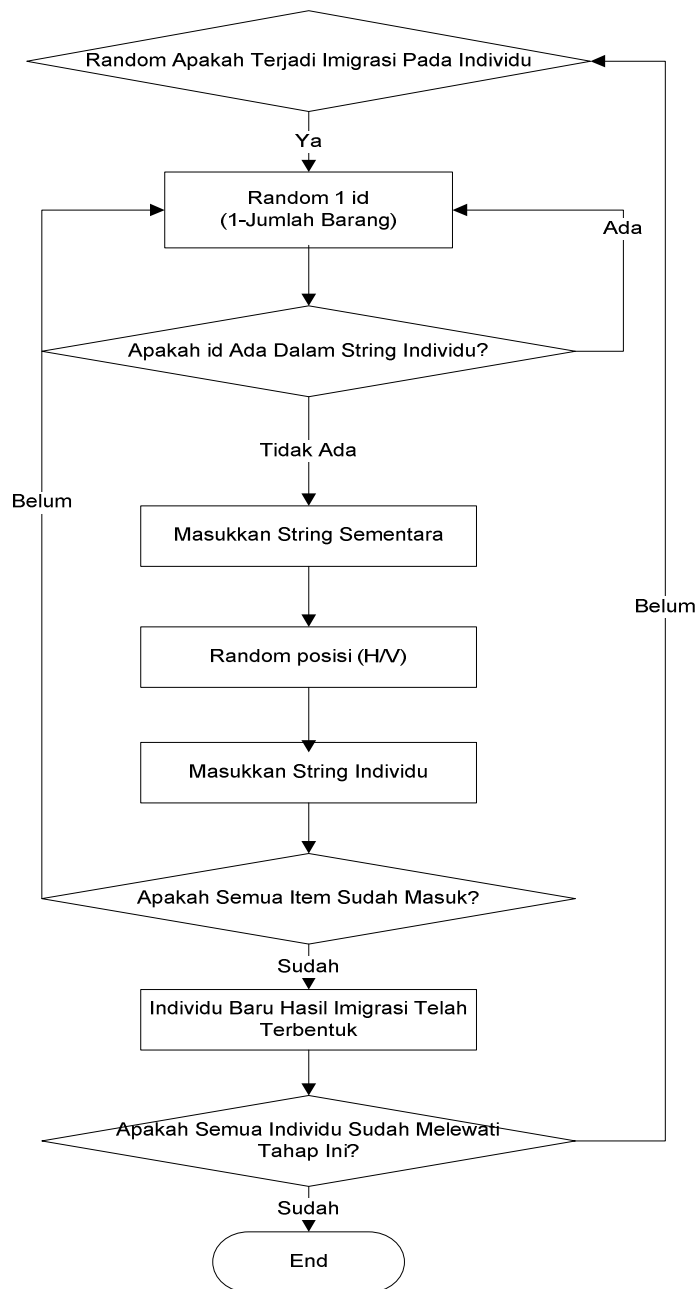
Gambar 4.5 *Flowchart* Optimasi penyusunan Barang Dalam Gudang



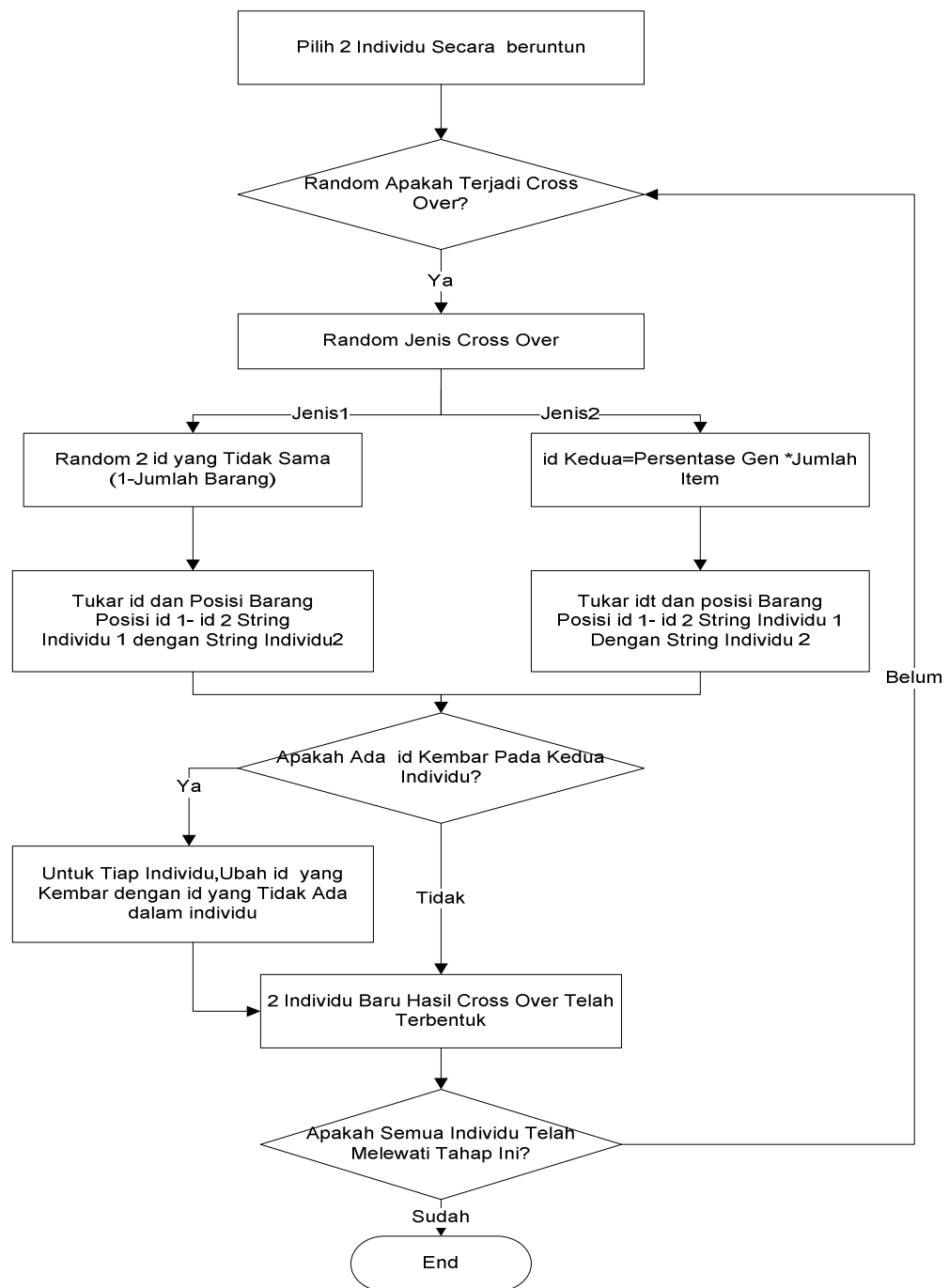
Gambar 4.6 Flowchart Algoritma Genetika Pembuatan Populasi Awal



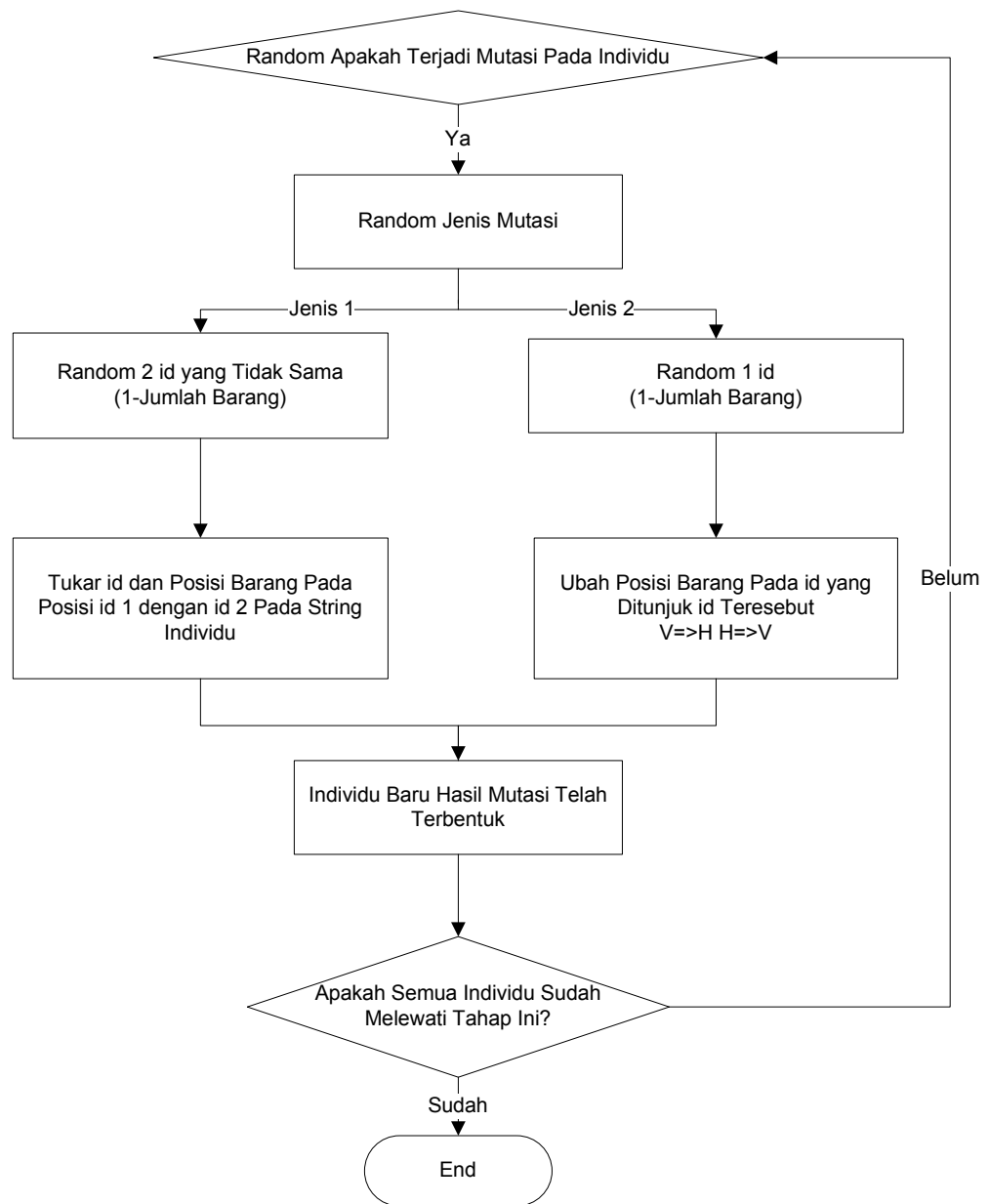
Gambar 4.7 Flowchar Algoritma Genetika Pencarian Fitness Cost



Gambar 4.8 Flowchart Algoritma Genetika Proses Imigrasi



Gambar 4.9 Flowchart Algoritma Genetika Proses Cross Over



Gambar 4.10 Flowchart Algoritma Genetika Proses Mutasi

4.3.2 Perancangan *database*

Perancangan *database* dilakukan untuk mengetahui tabel-tabel apa saja yang digunakan dalam sistem ini. Dalam hal ini penulis memilih untuk menggunakan *database Navicat MySQL 7.2* karena *database* ini merupakan salah satu *database* yang bisa menyimpan *file-file* yang lebih besar atau yang lebih banyak.

Tabel 4.9 sampai tabel 4.16 merupakan perancangan *database* dari sistem yang akan dibuat.

Tabel tb-User

Identifikasi / Nama : tb_user

Deskripsi isi : Tabel user

Jenis : Tabel referensi

Volume : \pm 20 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_user

Tabel 4.9 Struktur Tabel tb_user

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_user#	int	11	Unsigned	Not null	Id pengguna
Nama user	varchar	50		Null	Nama pengguna
Password	varchar	20		Null	Password pengguna

Tabel tbl_gudang

Identifikasi / Nama : tbl_gudang

Deskripsi isi : Tabel gudang

Jenis : Tabel gudang

Volume : \pm 50 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_Gudang

Tabel 4.10 Struktur Tabel tbl_gudang

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_Gudang#	Int	11	Unsigned	Not null	Id gudang
Kode_Gudang	Varchar	10		Null	Kode gudang
Nama_Gudang	Varchar	50		Null	Nama gudang
Panjang	Int	11		Null	Panjang gudang
Lebar	Int	11		Null	Lebar gudang
Tinggi	Int	11		Null	Tinggi gudang

Tabel tbl_rak

Identifikasi / Nama : tbl_rak

Deskripsi isi : Tabel rak

Jenis : Tabel rak

Volume : \pm 100 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_Rak

Tabel 4.11 Struktur tabel tbl_rak

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_Rak#	Int	11	Unsigned	Not null	Id rak
Id_gudang#	Int	11		Not null	Id gudang
Kode_Rak	varchar	10		Null	Kode rak
Panjang	Int	11		Null	Panjang rak
Lebar	Int	11		Null	Lebar rak
Tinggi	Int	11		Null	Tinggi rak

Tabel tbl_palet

Identifikasi / Nama : tbl_palet

Deskripsi isi : Tabel palet

Jenis : Tabel palet

Volume : \pm 500 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_Palet

Tabel 4.12 Struktur Tabel tbl_palet

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_Palet#	Int	11	Unsigned	Not null	Id gudang
Id_rak#	Int	11		Not null	Id rak
Kode_Palet	Varchar	10		Null	Nama gudang
Tinggi	Int	11		Null	Panjang gudang
Beban_Max	Int	11		Null	Lebar gudang

Tabel tbl_barang

Identifikasi / Nama : tbl_barang

Deskripsi isi : Tabel barang

Jenis : Tabel barang

Volume : \pm 1000 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_Barang

Tabel 4.13 Struktur Tabel tbl_barang

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_Barang#	Int	11	Unsigned	Not null	Id barang
Id_jenis#	Int	11		Not null	Id jenis
Kode	Varchar	11		Null	Kode barang
Nama	Varchar	50		Null	Nama barang
Panjang	Int	11		Null	Panjang barang
Lebar	Int	11		Null	Lebar barang
Tinggi	Int	11		Null	Tinggi barang
Berat	Fload	11		Null	Berat barang

Tabel tbl_jenis_barang

Identifikasi / Nama : tbl_jenis

Deskripsi isi : Tabel referensi dari jenis barang

Jenis : Tabel referensi

Volume : \pm 100 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_Jenis

Tabel 4.14 Struktur Tabel tbl_jenis_barang

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskription
Id_Jenis#	int	11	Unsigned	Not null	Id jenis barang
Nama_Jenis	Varchar	50		Null	Nama jenis barang

Tabel tbl_stok

Identifikasi / Nama : tbl_stok

Deskripsi isi : Tabel referensi dari stok

Jenis : Tabel referensi

Volume : \pm 1000 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_stok

Tabel 4.15 Struktur Tabel tbl_stok

Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskripsi
Id_stok#	Int	11	Unsigned	Not null	Id stok barang
Id_barang#	Int	11		Not null	Id barang
Id_palet#	Int	11		Not null	Id palet
Tanggal_Masuk	Date	10		Null	Tanggal masuk barang
Jumlah	Int	3		Null	Posisi barang pada palet
Keterangan	Int	2		Null	Kondisi barang

Tabel tbl_barang_keluar

Identifikasi / Nama : tbl_barang_keluar

Deskripsi isi : Tabel referensi dari barang keluar

Jenis : Tabel referensi

Volume : \pm 1000 record

Laju : Konstan

Primary key : Id_barang_keluar

Tabel 4.16 Struktur Tabel tbl_barang_keluar

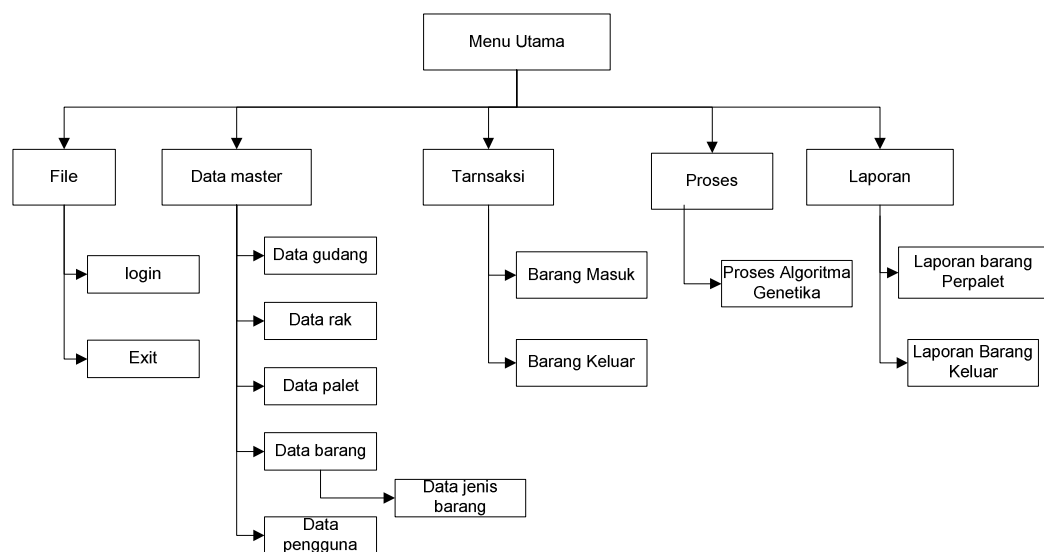
Field	Type	Length	Attributes	Allow Null	Deskripsi
Id_barang_keluar#	int	11	Unsigned	Not null	Id stok barang
Id_stok#	Int	11		Not null	Id barang
Jumlah	Int	11		Null	Jumlah barang yang akan dikeluarkan
Tanggal	Date	10		Null	Tanggal keluar barang

4.3.3 Perancangan Struktur Menu

Untuk memudahkan pemakaian sistem, diperlukan susunan daftar menu agar pengguna yang belum terbiasa dengan sistem juga dapat menggunakannya.

Melalui struktur menu ini, sistem diimplementasikan agar pengguna dapat berkomunikasi dengan sistem yang dirancang. Pengguna akan dihadapkan pada berbagai menu yang ditampilkan. Dalam menentukan pilihannya, pengguna dapat menggunakan tombol tertentu yang akan menghasilkan respon dari sistem.

Gambar 4.11 berikut merupakan struktur menu dari sistem yang dirancang, tabel 4.17 adalah deskripsi struktur menu sistem :



Gambar 4.11 Struktur Menu Sistem

Tabel 4.17 Deskripsi Struktur Menu Sistem

No	Menu	Menu Item	Fungsi
1	File	Login	Membuka tampilan awal
2	File	Exit	Keluar dari sistem.
3	Data master	Gudang	Melakukan update data gudang.
4	Data master	Rak	Melakukan update data rak
5	Data master	Palet	Melakukan update data palet
6	Data master	Barang	Melakukan update data barang
7	Data master	Pengguna	Melakukan update data pengguna
8	Data barang	Jenis barang	Melakukan update data jenis barang
9	Transaksi	Barang masuk	Proses barang masuk
10	Transaksi	Barang keluar	Proses barang keluar
11	Proses	Proses Algoritma Genetika	Proses Algoritma genetika untuk mengoptimasikan pengisian gudang.
12	Laporan	Laporan barang perpalet	Melihat dan mencetak Laporan barang perpalet
13	Laporan	Laporan barang keluar	Melihat dan mencetak Laporan barang keluar

4.3.4 Perancangan Antar Muka

Perancangan antar muka dilakukan agar pengguna lebih mudah dalam mengoperasikan aplikasi yang akan dirancang. Dalam hal ini penulis memilih untuk menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi7 karena aplikasi ini merupakan salah satu bahasa pemrograman yang berbasis window dan mudah digunakan dalam mendesain suatu aplikasi program. Pada bagian ini yang ditampilkan hanya perancangan menu utama, sedangkan untuk perancangan sub menu lainnya dapat dilihat pada lampiran B.

1. Menu Utama

Menu utama merupakan halaman utama dari aplikasi yang terdiri dari dua *user* dengan hak akses yang berbeda, yaitu :

a. *Admin*

Tampilan menu admin terdiri dari menu data master, menu laporan, menu proses, menu transaksi. *Admin* memiliki beberapa peran, antara lain :

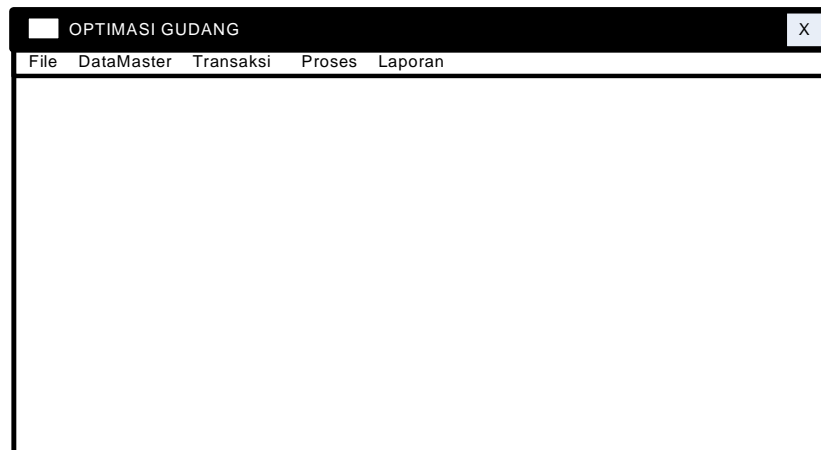
- i. Melakukan *login* untuk dapat mengakses menu data master, yaitu mengelola data gudang, data rak, data palet, data barang, data pengguna, proses penyusunan barang menggunakan algoritma genetika, data barang masuk dan data barang keluar.
- ii. Melihat dan mencetak laporan data barang per palet dan laporan barang keluar.

b. *User*

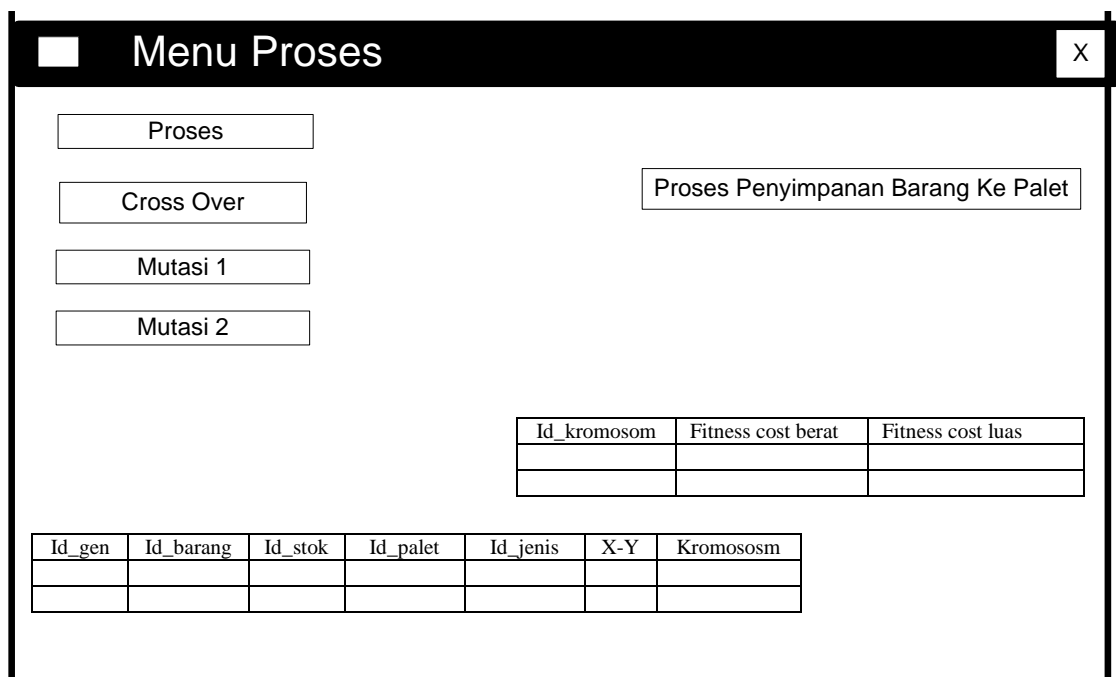
Tampilan menu *user* terdiri dari menu laporan dan menu sedangkan menu data master, menu proses, menu barang keluar tidak dapat diakses karena harus melalui tahap *login* pengguna yang memiliki hak akses terhadap sistem. Peran *user* adalah melihat laporan data barang per palet dan laporan barang keluar berdasarkan *inputan* yang telah dilakukan oleh *admin*.

Gambar 4.12 dan gambar 4.13 berikut ini adalah *form* utama *Admin* dan *form* proses Penyimpanan barang yang tidak sejenis kedalam satu palet dalam sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang menggunakan Algoritma genetika, tabel 4.18 dan tabel 4.19 adalah spesifikasi *function key* / *objek* tampilan

menu utama dan menu proses penyimpanan barang ke dalam gudang yang tidak sejenis :



Gambar 4.12 *Form Utama*



Gambar 4.13 Perancangan Tampilan Menu Proses Penyimpanan Barang Yang sejenis ke dalam satu palet

Tabel 4.18 Spesifikasi *Function Key* / Objek Tampilan Menu Utama

Nama Objek	Jenis	Keterangan
File	MenuBar	Menu untuk pilihan akses pertama kali masuk ke dalam sistem.
Data Master	MenuBar	Menu untuk pilihan akses pengolahan data (data gudang, data rak, data palet, data barang, data pengguna)
Transaksi	MenuBar	Form untuk melakukan transaksi barang masuk dan barang keluar
Proses	MenuBar	Form untuk melakukan proses penyimpanan barang ke dalam palet menggunakan Algoritma Genetika..
Laporan	MenuBar	Form untuk melihat laporan barang perpalet, barang masuk dan barang keluar.

Tabel 4.19 Spesifikasi *Function Key* / Objek Tampilan Menu Proses Penyimpanan Barang Yang Tidak Sejenis Ke dalam Satu Palet

Nama Objek	Jenis	Keterangan
Proses	MenuBar	Form untuk melakukan proses penyimpanan barang ke dalam palet menggunakan Algoritma Genetika..

4.3.5 Perancangan Lingkungan Pengembang

Perancangan lingkungan pengembang meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

4.3.5.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan untuk melakukan pengembangan sistem adalah :

1. *Processor* : Intel Pentium 4 2.00 Ghz
2. *Memory* : 512 MB
3. *Harddisk* : 40 GB

4.3.5.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan digunakan untuk melakukan pengembangan sistem adalah :

1. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP
2. Bahasa Pemograman : Borland Delphi7.
3. Database : Navicat MySQL 7.2

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi Sistem

Implementasi dikembangkan berdasarkan hasil analisa dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Tahap ini menandakan bahwa sistem siap untuk dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga akan diketahui apakah hasil yang diperoleh dari sistem sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

5.1.1 Alasan Pemilihan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan penulis dalam sistem optimasi pola penyusunan barang dalam gudang ini adalah Borland Delphi7, Navicat MySQL 7.2.8 dari adanya beberapa pertimbangan berikut :

1. Borlan Delphi7 dan Navicat MySQL adalah software yang open source (gratis), yaitu dapat digunakan dengan sistem operasi Windows dan mudah digunakan dalam mendesain suatu aplikasi program.
2. Borland Delphi7 dan Navicat MySQL merupakan salah satu bahasa pemrograman yang berbasis windows.
3. Navicat MySQL mampu menangani data yang besar.
4. Penggunaan database Navicat MySQL lebih user friendly.

5.1.2 Batasan Implementasi

Batasan implementasi dalam pengembangan perangkat lunak ini adalah :

1. Implementasi dilakukan dengan menggunakan Borland Delphi7 sebagai bahasa pemrograman dengan *database* Navicat MySQL 7.2.8 yang dijalankan pada sistem operasi Microsoft Windows XP.

2. Pengolahan data pada sistem hanya dapat dilakukan oleh pengguna yang memiliki hak akses sebagai admin melalui *login*, sedangkan pengguna yang tidak memiliki hak akses sebagai admin hanya dapat mengakses menu laporan.
3. Hasil akhir berupa data barang perpalet yang telah optimal.

5.1.3 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi sistem ada dua, yaitu lingkungan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- a. *Processor* : Intel Pentium 4 2.00 Ghz
- b. *Memori* : 512 MB
- c. *Hardisk* : 40 GB

2. Perangkat Lunak (*software*)

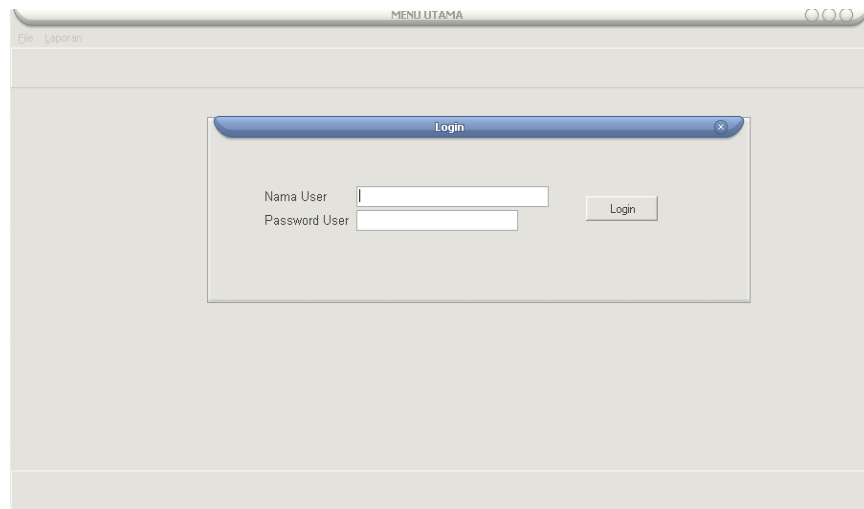
Perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. *Sistem Operasi* : Microsoft Windows XP
- b. *Bahasa Pemrograman* : Borland Delphi7
- c. *Database* : Navicat MySQL 7.2.

5.1.4 Hasil Implementasi

5.1.4.1 Login

Login yaitu *form* untuk validasi data pengguna yang berstatus sebagai Admin.



Gambar 5.1 Menu *Login* Admin

5.1.4.2 Menu Proses

Proses optimasi dengan AG pertama sekali dimulai dari pembuatan gudang, selanjutnya adalah pembuatan rak yang diikuti dengan pembuatan palet, setelah itu baru pembuatan barang-barang dan proses penataan barang ke dalam rak-rak, disinilah proses Algoritma Genetika akan dijalankan baru setelah itu proses lain dapat dijalankan seperti: proses penyimpanan barang ke dalam palet.

Kode	Nama Gudang	Panjang	Lebar	Tinggi
GD-1	Gudang 1	300	20	10
GD-2	Gudang 2	100	10	123

Gambar 5.2 Menu Proses Pembuatan Data Gudang

INPUT DATA RAK

Gudang

Kode Rak

Panjang m

Lebar m

Tinggi m

Tambah

Simpan

Ubah

Hapus

Keluar

kode_rak	panjang	lebar	tinggi	kode_gudang	nama_gudang
Rak 1	15	10	20	GD-1	Gudang 1
Rak 2	16	15	25	GD-1	Gudang 1

Gambar 5.3 Menu Proses Pembuatan Data Rak

INPUT DATA PALET

Kode Rak

Kode Palet

Tinggi

Beban Maksimum

Tambah

Simpan

Ubah

Hapus

Keluar

kode_palet	tinggi	kode_rak	kode_gudang	nama_gudang
Palet 1	5	Rak 1	GD-1	Gudang 1
Palet 2	10	Rak 1	GD-1	Gudang 1

Gambar 5.4 Menu Proses Pembuatan Data Palet

INPUT DATA BARANG

Kode Barang:

Nama Barang:

Jenis Barang:

Panjang: m

Lebar: m

Tinggi: m

Berat:

Tambah
Simpan
Ubah
Hapus
Keluar

nama_jenis	kode	nama	panjang	lebar	tinggi	berat
Minuman Kotak	MKLN	Jas Jus Melon	2	1	1	20
Minuman Kotak	MKLC	Jas Jus Orange	3	2	1	10
Minuman Kotak	KCKL	Jas Jus Apele	4	3	1	20

Gambar 5.5 Menu Proses Pembuatan Master Data Barang

Form12

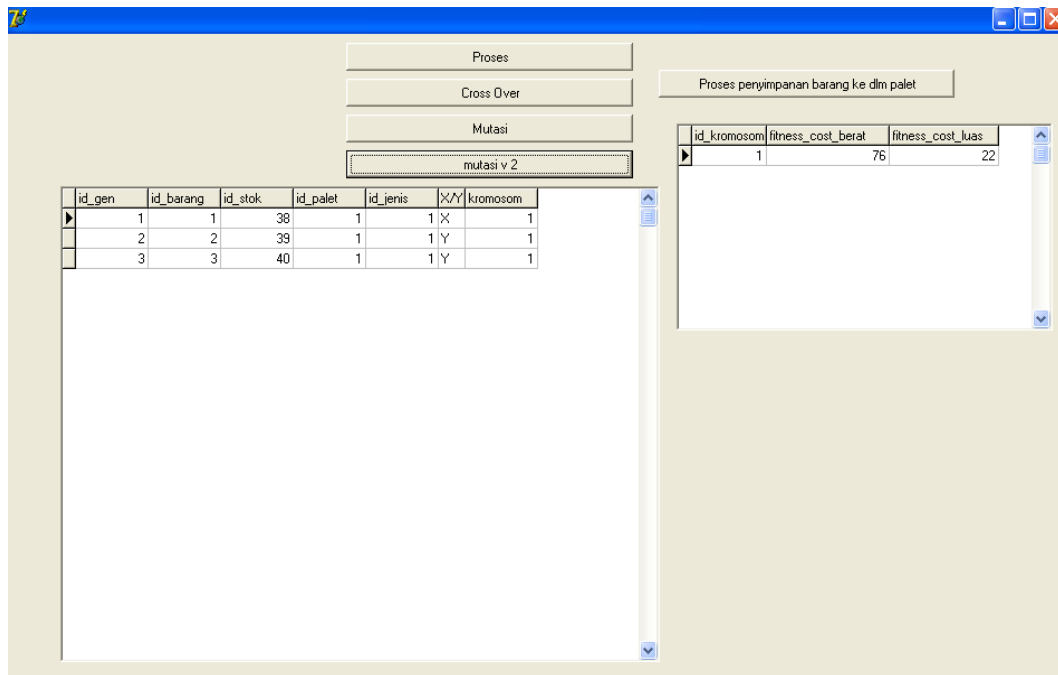
Tanggal:

id_barang	kode	nama_barang	jumlah
3	KCKL	Jas Jus Apele	9

Memo1
insert into tbl_stok
(id_barang,tgl_masuk,jumla
h,ket) values
(1,"2010-03-14",6,"A")
insert into tbl_stok
(id_barang,tgl_masuk,jumla
h,ket) values
(2,"2010-03-14",8,"A")
insert into tbl_stok
(id_barang,tgl_masuk,jumla
h,ket) values
(3,"2010-03-14",9,"A")

Simpan Batal Tutup

Gambar 5.6 Menu Proses Data Barang Masuk



Gambar 5.7 Menu Proses AG

Menu yang lainnya dapat dilihat pada lampiran D.

5.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem yang dibuat sesuai dengan hasil analisa dan perancangan dan menghasilkan satu kesimpulan. Sebelum sistem diimplementasikan, terlebih dahulu harus dipastikan program bebas dari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi.

5.2.1 Pengujian Modul Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang

Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan perangkat lunak dan perangkat keras sesuai dengan lingkungan implementasi. Tabel 4.1 sampai tabel 4.4 merupakan butir pengujian modul optimasi pola penyusunan barang dalam gudang.

Tabel 5.1 Tabel butir uji modul pengujian login Admin

Deskripsi	Prekon disi	Prosedur Pengujian	Masu Kan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesim pulan
Pengujia n login	Tampilan layar menu utama aplikasi	1.Masukan username dan password	Data usern am e dan passwor d benar	Data berhasil disimpan muncul pesan “ <i>Password Valid</i> ” klik tombol OK	Layar yang ditampil kan sesuai dengan yang diharapk an	Data berhasil disimpa n tidak ada instruksi error	Di terima
		2.Klik tombol Login untuk masuk ke menu utama	Data username atau password salah	Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”		Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”	Di terima
		3.Tampil menu utama	Data username dan password kosong	Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”		Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”	Di terima
			Data username atau password kosong	Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”		Muncul pesan “ <i>Password tidak Valid</i> ”	Di terima

Tabel 5.2 Identifikasi Butir Pengujian Proses Pembuatan Data Gudang

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tambah data gudang	Tampilan layar menu data gudang	Menekan salah satu tombol yang ada di menu tampilan antara lain: tambah, simpan, ubah, hapus, keluar.	Clik tombol "Tambah" masukkan data: Kode, Nama, Panjang, Lebar, Tinggi. Clik tombol "Simpan"	Tampilan layar data gudang yang telah ditambah.	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Data berhasil ditambah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan di ubah kemudian Clik tombol "Ubah" ubah data sesuai dengan yang diinginkan Clik tombol "Simpan"	Tampilan layar data gudang yang telah diubah.		Data berhasil diubah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan di hapus kemudian Clik tombol "Hapus"	Tampilan layar data gudang yang telah dihapus.		Data berhasil dihapus tidak ada instruksi error	Di terima

			Clik tombol ”Keluar”	Tampilan layer keluar dari data gudang		Berhasil keluar dari data gudang tidak ada instruksi error	Di terima
--	--	--	-------------------------	---	--	--	--------------

Tabel 5.3 Identifikasi Butir Pengujian Proses Pembuatan Data Rak

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tambah data rak	Tampilan layar menu data rak	Menekan salah satu tombol yang ada dimenu tampilan antara lain: tambah, simpan, ubah, hapus, keluar.	Clik tombol ”Tambah” masukkan data: Kode Gudang, Kode Rak, Panjang, Lebar, Tinggi. Clik tombol ”Simpan”	Tampilan layar data rak yang telah ditambah.	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Data berhasil ditambah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan diubah kemudian Clik tombol ”Ubah” ubah data sesuai dengan yang diinginkan Clik tombol ”Simpan”	Tampilan layar data rak yang telah diubah.		Data berhasil diubah tidak ada instruksi error	Di terima

			Memilih data yang akan di hapus kemudian Klik tombol "Hapus"	Tampilan layar data rak yang telah dihapus.		Data berhasil dihapus tidak ada instruksi error	Di terima
			Klik tombol "Keluar"	Tampilan layer keluar dari data rak		Berhasil keluar dari data rak tidak ada instruksi error	Di terima

Tabel 5.4 Identifikasi Butir Pengujian Proses Pembuatan Data Palet

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tambah data palet	Tampilan layar menu data palet	Menekan salah satu tombol yang ada dimenu tampilan antara lain: tambah, simpan,	Clik tombol "Tambah" masukkan data: Kode rak, Kode palet, Tinggi, beban maksimum. Klik tombol "Simpan"	Tampilan layar data palet yang telah ditambah.	Layar yang ditampilk an sesuai dengan yang diharapk an	Data berhasil ditambah tidak ada instruksi error	Di terima

		ubah, hapus, keluar.	Memilih data yang akan di ubah kemudian Klik tombol "Ubah" ubah data sesuai dengan yang diinginkan Klik tombol "Simpan"	Tampilan layar data palet yang telah diubah.		Data berhasil diubah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan di hapus kemudian Klik tombol "Hapus"	Tampilan layar data palet yang telah dihapus.		Data berhasil dihapus tidak ada instruksi error	Di terima
			Klik tombol "Keluar"	Tampilan layer keluar dari data palet		Berhasil keluar dari data palet tidak ada instruksi error	Di terima

Tabel 5.5 Identifikasi Butir Pengujian Proses Pembuatan Data Master Barang

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tambah data barang	Tampilan layar menu data barang	Menekan salah satu tombol yang ada dimenu tampilan antara lain: tambah, simpan, ubah, hapus, keluar.	Clik tombol "Tambah" masukkan data: Kode Barang, Nama Barang, Jenis Barang, Panjang, Lebar, Tinggi, Berat. Clik tombol "Simpan"	Tampilan layar data barang yang telah ditambah.	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Data berhasil ditambah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan diubah kemudian Clik tombol "Ubah" ubah data sesuai dengan yang diinginkan Clik tombol "Simpan"	Tampilan layar data barang yang telah diubah.		Data berhasil diubah tidak ada instruksi error	Di terima
			Memilih data yang akan dihapus kemudian Clik tombol "Hapus"	Tampilan layar data barang yang telah dihapus.		Data berhasil dihapus tidak ada instruksi error	Di terima

			Clik tombol ”Keluar”	Tampilan layer keluar dari data barang		Berhasil keluar dari data barang tidak ada instruksi error	Di terima
--	--	--	-------------------------	---	--	--	--------------

Tabel 5.6 Identifikasi Butir Pengujian Proses Barang Masuk

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian proses barang masuk	Tampilan layar menu proses barang masuk	Memilih tanggal dan kode barang yang akan dimasukkan.	Mengisikan data barang masuk yaitu ”tanggal” klik ”kode” pilih barang yang akan dimasukkan maka id barang dan mana barang akan terisi. Isikan ”jumlah” sesuai dengan jumlah barang masuk. Clik tombol simpan. Jika ingin batal maka clik tombol batal, jika ingin keluar dari	Data barang masuk.	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Data barang masuk dapat dilihat, disimpan, di Print. tidak ada instruksi error	Di terima

			menu barang masuk klik tombol keluar. .				
--	--	--	---	--	--	--	--

Tabel 5.7 Tabel butir uji modul pengujian proses Algoritma Genetika

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang Diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian proses Algoritma Genetika	Tampilan layar menu proses	Menekan tombol "Proses"	Clik tombol "klik tombol Proses". Jika ingin melakukan proses mutasi klik tombol "proses Mutasi"	Tampilan layar persentase fitness cost berat dan fitness cost luas.	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Data fitness cost tertinggi dapat disimpan ke palet.	Diterima

Butir pengujian yang lainnya dapat dilihat pada lampiran E.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis, perancangan, implementasi dan pengujian pada “Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang Menggunakan Metode Algoritma Genetika” maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Menggunakan Algoritma genetika bisa menentukan posisi barang dalam gudang yang menggunakan sistem rak.
2. Barang akan disimpan secara optimal pada rak yang terpilih sehingga akan lebih banyak pesanan dapat dilakukan.

6.2 Saran

Beberapa hal yang dapat diungkapkan sebagai saran untuk perbaikan dan pengembangan sistem di masa yang akan datang mengenai “Optimasi Pola Penyusunan Barang Dalam Gudang Menggunakan Metode Algoritma Genetika” adalah sebagai berikut:

1. Disarankan menggunakan Algoritma genetika multi kriteria karena masalah optimasi penyusunan barang dalam gudang ini mempunyai banyak kriteria.
2. Sistem ini menampilkan data hasil optimasi penyusunan barang dalam gudang dalam bentuk 2 dimensi maka untuk memudahkan pencari barang dapat ditampilkan dalam bentuk diagram 3 dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Desiani, Anita, dan Arhami, Muhammad, *Konsep Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta, ANDI, 2006
- Kusumadewi, Sri, *Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2003
- Obitko, Marek, *Genetic Algorithm*, <http://cs.felk.cvut.cz/>, 1998
- Darrell, Whitley, *A Genetic Algorithm Tutorial*, http://samizdat.mines.edu/ga_tutorial/
- M.Apple, James, *Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Bandung, ITB, 2005
- Nurmalasari, Dini, *Penggunaan Algoritma Genetik Untuk Pemilihan Jalur Terpendek Pada (Travelling Salesmen Problem) (Skripsi)*, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SUSKA Riau, 2004
- Hidayati, Rini, *Optimasi Pengisian Gudang Dengan Menggunakan Metode Greedy-Knapsack (Studi Kasus Barang: Spare Part Sepeda Motor), (Skripsi)*, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SUSKA Riau, 2004
- Lim, Resmana, dan Gunadi, Kartika, *Optimasi Pengambilan dan Penataan Ulang Barang di Gudang dengan Penerapan Stack Menggunakan Metode Genetic Algorithm*, (Jurnal Informatika), Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, 2004
- Gunadi, Kartika, dan Kristanto, Julistiono, Iwan, *Optimasi Pola Penyusunan Barang dalam Ruang Tiga Dimensi Menggunakan Metode Genetic Algorithms*, (Jurnal Informatika), Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, 2004.
- Suyanto, *Algoritma Genetika dalam Matlab*, Yogyakarta, ANDI, 2005
- Pressman, Rogers, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Yogyakarta, ANDI, 2002