

**OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA RANTAI PASOK “*VENDOR
MANAGED INVENTORY*” YANG MELIBATKAN KERUSAKAN
BAHAN BAKU DAN PRODUK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Laely I. Purnamasari

No. Mahasiswa : 10522364

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TA

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Desember 2014



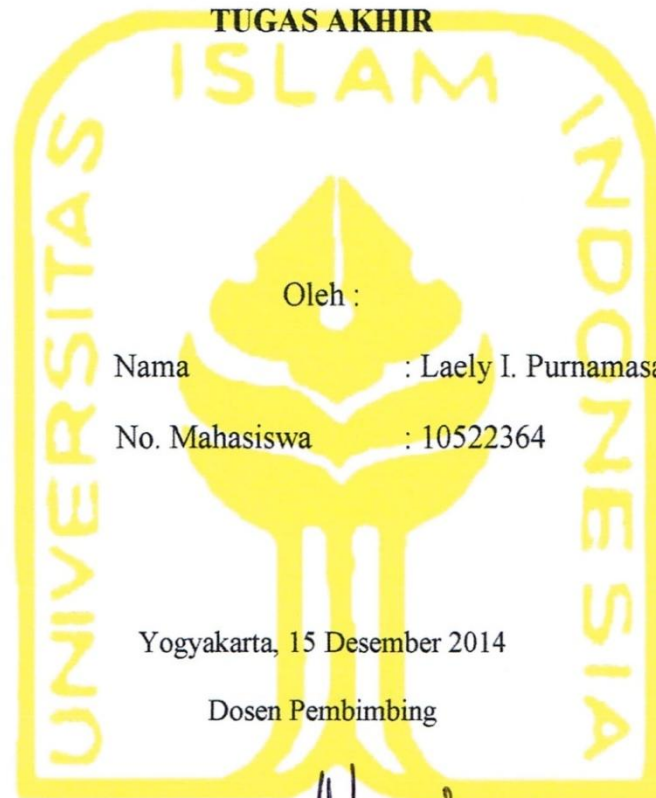
METERAI
TEMPEL
Rp. 6000
6000 DJP

Laely I. Purnamasari

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA RANTAI PASOK “*VENDOR
MANAGED INVENTORY*” YANG MELIBATKAN KERUSAKAN
BAHAN BAKU DAN PRODUK**

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama : Laely I. Purnamasari

No. Mahasiswa : 10522364

Yogyakarta, 15 Desember 2014

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Chairul Saleh', is written over the text 'Dosen Pembimbing' and extends across the bottom of the logo area.

Prof.Dr.Ir.R. Chairul Saleh, M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA RANTAI PASOK “VENDOR
MANAGED INVENTORY” YANG MELIBATKAN KERUSAKAN
BAHAN BAKU DAN PRODUK**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Laely I. Purnamasari

No. Mahasiswa : 10522364

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-I Teknik Industri

Yogyakarta, Januari 2015

Tim Penguji

Prof.Dr.Ir.R. Chairul Saleh, M.Sc.

Ketua

Taufiq Immawan, S.T, M.M.

Anggota I

Nashrullah Setiawan, S.T, M.Sc

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobil'amin...

Kupersembahkan hasil karyaku ini untuk...

Kedua orang tuaku tercinta (Ibnu Jambak dan Lutfiah)

Yang tiada henti selalu memberikan doa, dukungan, bimbingan serta motivasinya...

Untuk Bude Yah

Kakak-kakakku (Lucky, Indra, Rini, Lily, Maya dan Ahwi)

Yang selalu memberi doa dan semangat...

Untuk sahabat-sahabatku tersayang(Lila, Lily,Ayu dan Nadia)

Serta teman seperjuangan (Aci, Ninda dan Yudi)

Terimakasih atas doa, bantuan, dukungan dan semangatnya...

Semua guru-guruku yang telah memberikan ilmu yang sangat berharga dalam

hidupku dan seluruh motivator mengagumkan yang dikirim Allah untuku

Amalmu akan menjadi pahala jariyahmu kelak...

HALAMAN MOTTO

بَلِّغُوا عَنِّي وَلَوْ آيَةً

“Sampaikanlah dariku walau hanya satu ayat” (HR. Bukhari)

إِنَّ اللَّهَ يُدْخِلُ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ ۚ إِنَّ اللَّهَ يَفْعَلُ مَا يُرِيدُ

“Sesungguhnya Allah memasukkan orang-orang yg beriman & mengerjakan amal yg saleh ke dalam surga-surga yg di bawahnya mengalir sungai-sungai. Sesungguhnya Allah berbuat apa yg Dia kehendaki” (QS. Al Hajj : 14)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ ۚ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.” (QS. Al-Baqarah : 153)

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.” (Q.s. Al-Mujadalah : 11).

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya baik berupa kenikmatan maupun kesehatan lahir dan batin sehingga seluruh rangkaian Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa Kerja Praktek dan penyusunan Laporan Kerja Praktek ini tidak lepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankanlah penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktu dalam pembuatan Tugas Akhir ini
4. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung saya dalam menjalankan dan menyelesaikan laporan kerja praktek.

5. Serta semua pihak yang sudah berpartisipasi dan memberi dukungan penting dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis ketengahkan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 2014

Laely I. Purnamasari

ABSTRAK

Persaingan ekonomi saat ini bukan lagi antar perusahaan namun antar rantai pasok. Dalam hal ini bahan baku menjadi pertimbangan yang sangat penting khususnya yang memproduksi produk makanan yang mudah rusak (*deteriorating*). Bahan baku yang *deteriorating* seperti tepung terigu yang digunakan untuk menghasilkan pasta beku yang juga *deteriorating*. Penelitian ini mempelajari tentang Manajemen persediaan mengelola bahan baku dan produk yang *deteriorating* sehingga meminimalkan total biaya inventori yang ada. Asumsi –asumsi yang dipakai dalam penelitian ini permintaan *retail* adalah deterministik. Tingkat kerusakan dari bahan baku yang berupa tepung terigu adalah 0,02%. Sedangkan tingkat kerusakan produk yang dihasilkan berupa pasta beku adalah 0,03%. Variabel keputusan yang dipakai yaitu keadaan siklus pengisian umum dan frekuensi pengisian dari bahan baku. Dalam penelitian ini dipakai *single vendor dan single retail* dalam mengelola bahan baku dan produknya. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan VMI didapatkan total biaya inventori sebesar 522651 USD. Kemudian dari model yang ada dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetika (AG). Sehingga menghasilkan penurunan total biaya inventori sebesar 503387 USD. Penurunan total biaya inventori ini dapat memberikan peningkatan keuntungan *vendor* dan *retailer* sebesar 3,8%.

Kata Kunci: Vendor Managed Inventory (VMI), Algoritma Genetika, *Deteriorating*.

DAFTAR ISI

HALAMAN	
JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TA.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iError! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	5
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	8
2.1 Kajian Terdahulu	8
2.1.1 Analisis dimensi pada model VMI Joint Total Cost.....	12
2.1.2 Total biaya dari produk akhir di <i>retailer</i>	12
2.1.3 Total biaya dari produk akhir di <i>vendor</i>	13
2.1.4 Total biaya dari bahan baku pada gudang <i>vendor</i>	15
2.1.5 Total Biaya dari sistem VMI	17
2.2 Landasan Teori	18
2.2.1 Supply Chain Management.....	18

2.2.2	Persediaan	20
2.2.3	Fungsi Persediaan	21
2.2.4	Tujuan Persediaan	22
2.2.5	Sistem Inventory Tunggal.....	23
2.2.6	Sistem Inventori berjenjang	24
2.2.7	Vendor Managed Inventory	26
2.2.8	Algoritma Genetika (AG)	29
BAB III METODE PENELITIAN		39
3.1	Fokus Kajiandan Lokasi Penelitian	39
3.1.1	Total biaya dari produk akhir di <i>retailer</i>	39
3.1.2	Total biaya dari produk akhir di <i>retailer</i>	41
3.1.3	Total biaya dari produk akhir di <i>vendor</i>	43
3.1.4	Total biaya dari bahan baku pada gudang <i>vendor</i>	45
3.1.5	Total Biaya dari sistem VMI	47
3.2	Langkah Penelitian	47
3.2.1	Validasi model dengan analisis dimensi	47
3.2.2	Hubungan VMI dan Algoritma Genetika	51
3.2.3	Metode Algoritma Genetika	52
3.3	Kerangka penelitian	57
3.4	Penjelasan Diagram Alir (Langkah Penelitian)	58
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		60
4.1	Pengambilan data.....	60
4.2	Data yang digunakan	60
4.2.1	Data inventori produk di sisi <i>retail</i>	61
4.2.2	Data inventori produk di sisi <i>vendor</i>	61
4.2.3	Data inventori bahan baku pada gudang <i>vendor</i>	62
4.2.4	Data variabel keputusan.....	63
4.3	Memprogramkan model VMI dengan menggunakan <i>software</i> Excell®	64
4.4	Pengolahan data dengan <i>Joint Total Cost</i>	63
4.5	Optimasi Algoritma Genetika.....	77
4.5.1	Menentukan generasi <i>convergen</i> paling optimal	77
4.5.2	Menentukan populasi optimal dengan generasi <i>convergen</i> tetap	78

4.5.3 Menentukan persentase mutasi gen yang berbeda	80
4.5.4 Menentukan persentase mutasi populasi yang berbeda	82
4.5.5 Menentukan best fitness.....	83
4.6 Hasil optimasi Algoritma Genetika	84
BAB V PEMBAHASAN.....	86
5.1 Hasil perhitungan total biaya menggunakan model VMI JTC	86
5.2 Hasil optimasi total biaya menggunakan Algoritma Genetika	87
BAB VI PENUTUP	89
6.1 Kesimpulan	89
6.2 Saran.....	90
Daftar Pustaka	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data inventori produk di sisi retail	61
Tabel 4.2 Data produk di sisi vendor	62
Tabel 4.3 Data bahan baku pada gudang vendor	62
Tabel 4.4 Data variabel keputusan.....	63
Tabel 4.5 Pengaruh populasi terhadap generasi tetap.....	79
Tabel 4.6 persentase mutasi gen	81
Tabel 4.7 Persentase mutasi populasi	82
Tabel 4.8 Perbandingan VMI dan AG	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tingkat inventori dari produk dan bahan baku	11
Gambar 2.2 Tahapan algoritma genetika	37
Gambar 2.3 Skema pengkodean Binary Encoding	37
Gambar 2.4 Skema pengkodean Discrete decimal encoding.....	37
Gambar 2.5 Skema pengkodean Real number encoding	37
Gambar 2.6 Mutasi kromosom	38
Gambar 3.1 Hubungan VMI dan AG.....	51
Gambar 3.1 Representasi kromosom	53
Gambar 3.2 Seleksi	54
Gambar 3.3 <i>One cut point crossover</i>	55
Gambar 3.4 Mutasi	56
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian	57
Gambar 4.1 Hasil generasi convergen	78
Gambar 4.2 Hasil Populasi 90 terhadap best fitness pada generasi 200.....	80
Gambar 4.3 Hasil mutasi gen 10% pada generasi 200	81
Gambar 4.4 Mutasi populasi 80% dengan generasi 200.....	83
Gambar 4.5 Best Fitness	84

DAFTAR PERSAMAAN

<u>Pers(1)</u>	12
<u>Pers(2)</u>	12
<u>Pers(3)</u>	12
<u>Pers(4)</u>	13
<u>Pers(5)</u>	13
<u>Pers(6)</u>	13
<u>Pers(7)</u>	13
<u>Pers(8)</u>	13
<u>Pers(9)</u>	14
<u>Pers(10)</u>	14
<u>Pers(11)</u>	14
<u>Pers(12)</u>	14
<u>Pers(13)</u>	15
<u>Pers(14)</u>	15
<u>Pers(15)</u>	15
<u>Pers(16)</u>	16
<u>Pers(17)</u>	16
<u>Pers(18)</u>	16
<u>Pers(19)</u>	16
<u>Pers(20)</u>	16
<u>Pers(21)</u>	17
<u>Pers(22)</u>	17
<u>Pers(23)</u>	17
<u>Pers(24)</u>	17
<u>Pers(25)</u>	18
<u>Pers(26)</u>	41
<u>Pers(27)</u>	42
<u>Pers(28)</u>	42
<u>Pers(29)</u>	42
<u>Pers(30)</u>	42
<u>Pers(31)</u>	43
<u>Pers(32)</u>	43
<u>Pers(33)</u>	43
<u>Pers(34)</u>	43
<u>Pers(35)</u>	44
<u>Pers(36)</u>	44
<u>Pers(37)</u>	44
<u>Pers(38)</u>	44

<u>Pers(39)</u>	45
<u>Pers(40)</u>	45
<u>Pers(41)</u>	45
<u>Pers(42)</u>	45
<u>Pers(43)</u>	46
<u>Pers(44)</u>	46
<u>Pers(45)</u>	46
<u>Pers(46)</u>	46
<u>Pers(47)</u>	46
<u>Pers(48)</u>	47
<u>Pers(49)</u>	47
<u>Pers(50)</u>	47

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan mempresentasikan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan hasil penelitian dalam bentuk laporan.

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini berbagai macam produk makanan sedang meningkat pesat dengan bertambahnya populasi masyarakat di Indonesia. Meningkatnya produk makanan dapat dilihat di berbagai jenis pasar. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya perkembangan produksi dan ekonomi yang semakin membaik. Pada perkembangan produksi makanan salah satunya pasta beku perlu mendapat perhatian lebih khususnya pada penggunaan bahan bakunya yang berupa tepung terigu. Masalah lain yang harus dihadapi yaitu sifat produk dan bahan baku tersebut yang tidak tahan lama dan cenderung mudah rusak. Berdasarkan Yu et al (2012) tingkat kerusakan dari bahan baku yang berupa tepung terigu adalah 0,03%. Sedangkan tingkat kerusakan pada produk yang dihasilkan berupa pasta beku adalah 0,02%. Sehingga perusahaan tidak dapat menyimpan produk dengan waktu yang lama.

Setiap bahan baku dan produk makanan memiliki rupa, sifat fisik dan kimia yang berbeda – beda dengan tenggang waktu layak konsumsi yang berbeda pula. Hal ini menyebabkan bahan baku dan produk mudah rusak atau disebut dengan *deteriorating*. Bila disimpan dalam waktu lama sangat mempengaruhi kualitas dari bahan baku dan produk. (Huq et al, 2005). Namun selama ini banyak perusahaan tidak yang menaruh perhatian terhadap *deteriorating* padahal dapat memberikan pengaruh yang significant terhadap produk yang dihasilkan.

Agar siklus produksi berjalan, manufaktur (*vendor*) mengisi gudangnya dengan bahan baku berupa tepung terigu kemudian memproduksi sesuai permintaan *retail*. Setelah itu *vendor* akan mendistribusikan produk berupa pasta beku tersebut ke *buyer (retailer)*. Pada satu sisi *vendor* tidak mengerti berapa persediaan yang optimal bagi *retail* yang memesan produknya. *Vendor* hanya akan merespon permintaan secara pasif, tanpa mencari tahu lebih lanjut kenapa *retail* memesan sejumlah tersebut (Pujawan, 2005). Ini akan menyebabkan terjadi kerugian di salah satu pihak dan keuntungan di pihak lainnya. Kerugian yang mungkin akan dihadapi yaitu kerusakan yang terjadi pada bahan baku serta produk. Hal tersebut akan meningkatkan total biaya inventori bahan baku dan produk. Secara tidak langsung *vendor* maupun *retailer* mengalami kerugian atas hal tersebut.

Untuk menanggulangi masalah yang timbul maka digunakan model *Vendor Managed Inventory (VMI)*. Menurut Daugherty (1999) model VMI ini sering digunakan oleh perusahaan manufaktur yang memproduksi *food and beverage, electronics* serta *chemical industries*. VMI merupakan tipe rantai pasokan dimana *vendor* perusahaan

memutuskan bagaimana mengelola persediaan seluruh sistem dari bahan baku maupun produk yang memburuk (Yu et al,2012).

Penelitian terdahulu telah menyatakan tentang item *deteriorating* dengan menggunakan model VMI. Seperti pada He et al (2010) yang menggunakan model VMI untuk menanggulangi masalah pada pasar dengan musim dan geografi yang berbeda. Hal tersebut yang menjadi masalah dan dapat meningkatkan kerugian bagi perusahaan karena sifat produk memburuk.

Begitu juga pada penelitian Yu et al(2011), pada penelitiannya menyatakan bahwa sifat *deteriorating* pada produk dapat mempengaruhi harga jual dari produk. Hal tersebut dikarenakan harga yang ditawarkan oleh tiap retailer berbeda dan cenderung membuat konsumen mencari harga yang lebih murah. Dengan menggunakan VMI maka penentuan harga yang optimal dapat dilakukan begitu juga dengan kebijakan persediaan bahan baku dan produk.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, model VMI dapat digunakan untuk mengatasi masalah peningkatan total biaya inventori akibat kerusakan bahan baku dan produk. Selanjutnya dari model yang ada dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetika. Hal tersebut dikarenakan algoritma genetika dapat menyelesaikan model yang rumit dibandingkan metode optimasi lainnya (Seyed et al,2011)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Apakah penerapan model VMI JTC ini dapat meminimumkan total biaya inventori dari *single vendor* dan *single retailer* ?
2. Apakah penerapan Algoritma Genetika pada optimasi total biaya inventori dapat meningkatkan keuntungan dari *single vendor* maupun *single retailer*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menerapkan model VMI JTC untuk menentukan total biaya persediaan yang minimum dari *single vendor* dan *single retailer*.
2. Melakukan optimasi pada total biaya persediaan menggunakan model algoritma genetika (AG) untuk meningkatkan keuntungan dari *single vendor* dan *single retailer*.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian ini lebih terfokus adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di perpustakaan Universitas Islam Indonesia.
2. Penelitian difokuskan pada model VMI *Joint Total Cost*.
3. Level *vendor* dan *retailer* yang dimaksud adalah *single vendor* dan *single retailer*.
4. Pengolahan data Matematika modeling diprogram dalam software Ms. Excel 2007.
5. Optimasi dilakukan dengan *software Generator® Genetic Algorithm*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat mengisi data base keilmuan dalam bidang optimasi *vendor managed inventory* (VMI).
2. Dapat mengembangkan hasanah ilmu pengetahuan dalam ruang lingkup kajian teknik industri.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Pada tugas akhir ini akan disusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan mempresentasikan mengenai latar belakang masalah penelitian dan isu yang akan dihadapi, perumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan hasil penelitian dalam bentuk laporan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan mempresentasikan kajian literatur terdiri dari kajian penelitian terdahulu dan landasan teori. Kajian literatur ini dimaksudkan untuk memberikan dukungan terhadap keilmuan dan pencarian *state of the art* kajian.

Kajian literatur diperlukan untuk menghindari *out of date* atau kadaluarsanya penelitian dan plagiasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang dibagi menjadi beberapa sub bab seperti fokus kajian dan lokasi penelitian, model kajian yang digunakan dalam penelitian, jenis dan sumber data, cara pengambilan data, metode yang digunakan serta langkah – langkah penelitian. Selain itu, dalam bab ini juga akan menjelaskan hal – hal yang berkenan dengan model yang akan dioptimasi dengan AG.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan tentang kerangka penelitian, cara pengumpulan data dan bagaimana pengolahan datanya, analisis serta hasil yang dicapai termasuk gambar dan grafik yang diperolehnya. Pada bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab selanjutnya.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini melakukan pembasan hasil yang diperoleh selama penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan rekomendasi.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadap hasil yang telah dicapai. Selanjutnya dapat disampaikan rekomendasi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan menguraikan tentang kajian literatur yang terbagi atas dua yaitu induktif yang merupakan kajian penelitian terdahulu dan kajian deduktif yang merupakan kajian yang diperoleh dari buku. Penulisan kajian literatur ini dimaksudkan untuk menghindari tindakan plagiat dan pencarian *state of the art*.

2.1 Kajian Terdahulu

Berdasarkan kajian terdahulu menyatakan bahwa *vendor managed inventory* (VMI) merupakan sebuah pendekatan yang digunakan dalam persediaan serta pemenuhan pesanan, sehingga banyak perusahaan yang sudah menerapkan metode ini sejak tahun 1980. Berbagai penelitian mengenai metode VMI telah dilakukan salah satunya yaitu penelitian oleh Chen et al (2010) pada kajiannya mengembangkan empat kebijakan pengisian serta analisis pada sistem dinamik. Dalam metode VMI semua keputusan baik penentuan waktu resupply hingga penentuan kuantitas produk diputuskan oleh vendor, hal ini yang menjadi kajian dari Zanoni et al (2011) mengenai perjanjian konsinyasi antara *singel vendor* dan *singel buyer*. Kemudian pada Xiao dan Xu (2013) mengenai *singel vendor* dan *singel retailer* pada rantai *supply chain* pada kajiannya mengembangkan model *stackelberg game* pada *vendor managed inventory* untuk produk *deteriorating* dalam menentukan keputusan

harga dan tingkat pelayanan. Penelitian lain tentang VMI dilakukan juga oleh Setak & Daneshfar(2014) yang membentuk model untuk rantai supply pada *singel vendor* dan *singel retailer* untuk membandingkan persediaan antara manajemen VMI dan non VMI.

Pada penelitian ini digunakan model VMI JTC dari penelitian sebelumnya yaitu Yu et al (2012). Model VMI JTC disini digunakan untuk *single vendor* dan *multi retailer* dapat dilihat sebagai berikut:

Indeks:

m : Jumlah total dari retailer

i : 1..., m notasi dari retailer

Variabel keputusan :

C :Siklus pengisian umum untuk *vendor* untuk mengisi produk ke *retailer*.

n : Waktu pemesanan dari bahan baku dalam siklus pengisian umum“ C ” atau t_v dimana $n \geq 1$ adalah bilangan bulat dan t_v/n adalah siklus pengisian dari bahan baku.

Parameter input :

A : Biaya pemesanan tetap tiap bahan baku bagi *vendor*.

D_i : Permintaan dari *retailer* per unit waktu (unit/waktu).

f_{rm} : Biaya pengadaan dari bahan baku.

H_{bi} : Biaya simpan per unit produk pada sisi *retailer* “ i ” (\$/unit/waktu).

H_{vp} : Biaya simpan per unit produk pada sisi *vendor* (\$/unit/waktu).

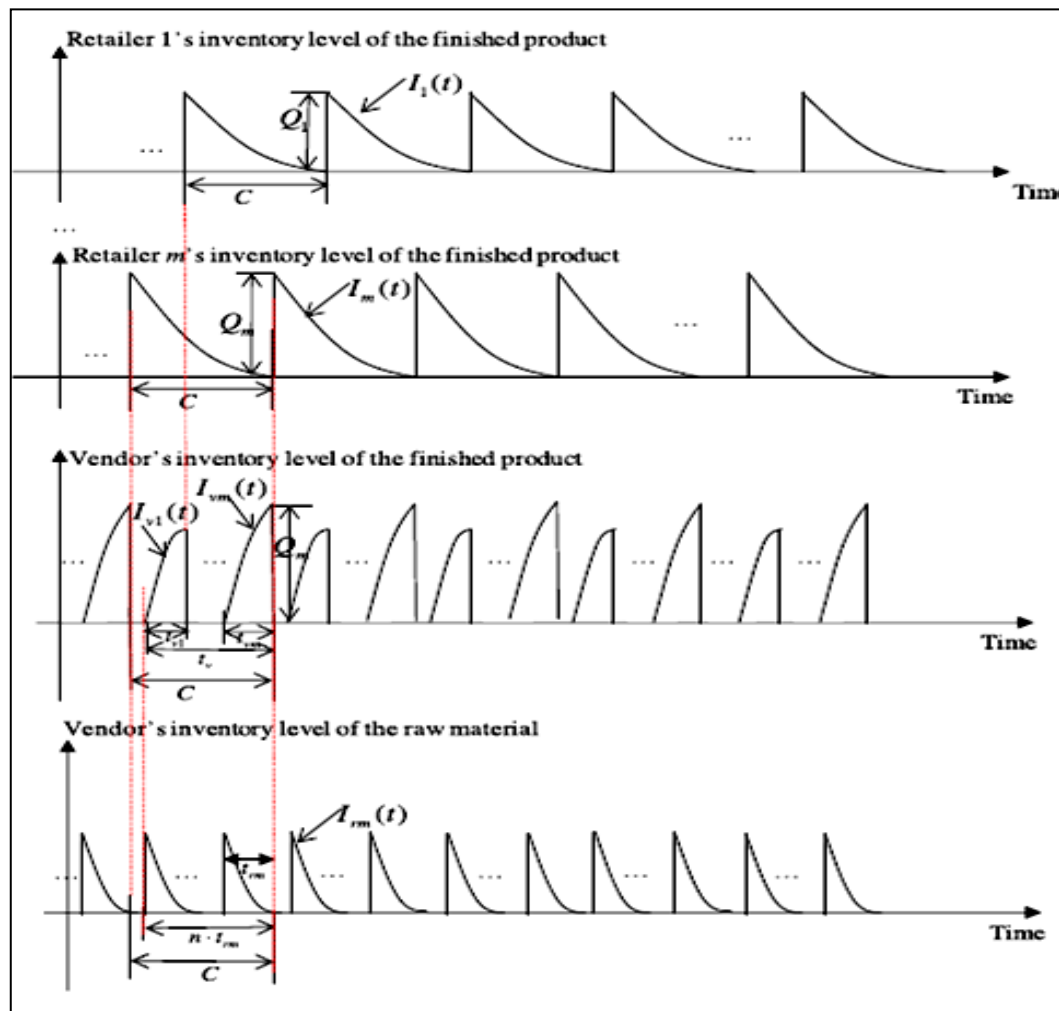
H_{rm} : Biaya simpan per unit bahan baku pada sisi *vendor* (\$/unit/waktu).

- M : Unit dari bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk.
- p_i : Biaya kerusakan (harga eceran) per unit produk pada sisi *retailer* “i”.
- p_o : Biaya kerusakan (harga eceran) per unit produk pada sisi *vendor*.
- p : Tingkat produksi *vendor*.
- S : Biaya tetap (untuk pemesanan dan manufaktur) pada sisi *vendor* per siklus pengisian ulang.
- T_i : Biaya pemesanan tiap pesanan *retail* “i”.
- θ : Tingkat kerusakan dari produk (presentase/unit/waktu).
- β : Tingkat kerusakan dari bahan baku (presentase/unit/waktu).

Fungsi:

- t_{vi} : Waktu produksi untuk *vendor* memenuhi permintaan dari *retailer* “i” dalam siklus pengisian umum.
- t_v : Waktu produksi dari *vendor* di siklus pengisian umum “C” ($t_v = \sum_{i=1}^m t_{vi}$).
- t_{rm} : Waktu bahan baku di siklus pengisian umum “C”
- JTC : Total persediaan dan biaya kerusakan gabungan untuk sistem rantai pasokan per satuan waktu (\$/waktu).
- Q_i : Ukuran pesanan dari *retailer* “i” dalam siklus pengisian umum.
- TC_{bi} : Total biaya dari produk untuk *retailer* “i” per unit waktu (\$/waktu).
- TC_{vp} : Total biaya dari produk pada sisi *vendor* per unit waktu (\$/waktu).
- TC_{rm} : Total biaya dari bahan baku per unit waktu (\$/waktu).

2.1.1 Analisis dimensi pada model VMI Joint Total Cost



Gambar 2.1 Tingkat inventori dari produk dan bahan baku

Sumber: Yu et al (2012)

Berdasarkan gambar diatas, tingkat inventori dari produk dan bahan baku diatur dalam siklus pengisian umum berdasarkan order *retailer*. Siklus akan mencocokkan atau berkoordinasi dengan siklus produksi dari manufaktur (*vendor*) untuk menghindari kerusakan dari produk.

2.1.2 Total biaya dari produk di *retailer*

Dari persamaan 1 dapat dilihat bahwa inventori level untuk tiap *retailer* i , $I_i(t)$, adalah fungsi dari t di setiap siklus pengisian umum C , dan ditentukan oleh tingkat kerusakan produk serta permintaan dari setiap *retail*. Persamaan diferensial dapat ditentukan seperti berikut :

$$I_i'(t) = -\theta I_i(t) - D_i, 0 \leq t \leq C \quad \text{pers.(1)}$$

Karena umur produk sangat dipengaruhi oleh waktu maka produk tersebut memiliki jangka waktu layak konsumsi mulai dari produk tersebut masih berupabahan baku hingga menjadi produk akhir yang masuk ke siklus pengisian umum.

Dengan pembatas :

$$I_i(C)=0 \quad \text{pers. (2)}$$

Maka persamaan diferensial simultan dari persamaan (1) dan (2) diperoleh:

$$I_i(t) = \frac{D_i}{\theta} (e^{\theta(C-t)} - 1), 0 \leq t \leq C \quad \text{pers.(3)}$$

Dapat dilihat upaya *vendor* untuk menyiapkan inventori yang cukup agar *retailer* tidak akan kekurangan stok dan siklus pengisian umum tetap berjalan sesuai dengan umur produk tersebut.

Dari persamaan sebelumnya dengan menyetting $t=0$, maksimum inventori level dari *retailer* i (i.e. dari kuantitas *orderretailer*) dapat dijelaskan seperti berikut:

$$Qi = Ii(0) = \frac{Di}{\theta} (e^{\theta c} - 1) \quad \text{pers.(4)}$$

Jadi *retailer* i biaya simpan inventornya dalam sekali siklus pengisian umum C diberikan sebagai:

$$\int_0^c Hbi Ii(t) dt = \int_0^c Hbi \frac{Di}{\theta} (e^{\theta(c-t)} - 1) dt = \frac{DiHbi}{\theta^2} (e^{\theta(c-t)} - 1) - \frac{DiHbi}{\theta} \quad \text{pers.(5)}$$

Dan biaya *deteriorating* produk di *retailer* adalah

$$pi(Qi - DiC) \quad \text{pers. (6)}$$

Dalam sebuah siklus pengisian umum, kuantitas item yang ada pada *retailer* tergantung dari permintaan *retailer* itu sendiri. Setiap kuantitas dari produk yang dimiliki oleh *retailer* akan saling berkaitan dengan biaya *deteriorating* yang per unit produk yang ada di *retailer*. Sehingga total biaya per unit waktu pada *retailer* i, termasuk biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya *deteriorating* menjadi :

$$TCbi = \left[Ti + \frac{DiHbi}{\theta^2} (e^{\theta c} - 1) - \frac{DiHbi}{\theta} + pi(Qi - DiC) \right] / c$$

pers. (7)

2.1.3 Total biaya dari produk di *vendor*

Inventori level dari produk akhir dari sisi *vendor* untuk *retailer* i di setiap siklus pengisian umum C ditentukan oleh persamaan $I_{vi}(t)$ mengikuti:

$$I'vi(t) = P - \theta Ivi(t), 0 \leq t \leq t_{vi} \quad \text{pers. (8)}$$

Inventori *vendor* untuk tiap *retailer* i dipengaruhi oleh tingkat produksi *vendor* dan tingkat kerusakan produk dengan tiap produk yang diproduksi dipengaruhi oleh waktu mulai dari bahan baku hingga produk ditangan *retailer*.

Dengan pembatas:

$$I_{vi}(0)=0 \quad \text{pers. (9)}$$

Dari persamaan (8) dan (9) kita dapatkan kita dapatkan inventori level dari *retailer* i dari waktu ke waktu:

$$Ivi(t) = \frac{p}{\theta} (1 - e^{-\theta t}), 0 \leq t \leq t_{vi} \quad \text{pers. (10)}$$

Dimana t_{vi} adalah waktu produksi untuk *retailer* i di C. Oleh karena itu pemecahan $I_{vi}(t_{vi})=Q_i$, dimana Q_i diberikan oleh persamaan (4) kita dapatkan:

$$tvi = -\frac{1}{\theta} \ln \left[1 - \frac{D_i}{p} (e^{\theta C} - 1) \right] \quad \text{pers. (11)}$$

Dalam waktu siklus produksi *vendor* untuk *retailer* tiap 1 produk yang akan diproduksi, *vendor* dapat mengantisipasi kerusakan yang ada dalam sekali proses produksi sehingga waktu untuk memproduksi item bagi *retailer* akan sesuai dengan permintaan dari *retailer* tersebut.

Dan waktu produksi dari *vendor* di C untuk memenuhi permintaan dari *retailer* adalah

$$tv = \sum_{i=1}^m tvi = -\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^m \ln \left[1 - \frac{D_i}{p} (e^{\theta C} - 1) \right] \quad \text{pers. (12)}$$

Karena permintaan tiap *retailer* berbeda maka waktu produksi *vendor* disesuaikan dengan jumlah *retailer* yang ada sehingga tidak akan terjadi kerugian pada pihak *retail*. Biaya simpan dari *vendor* untuk menyimpan produk jadi di *retailer* i di C menjadi:

$$\int_0^{tvi} HvpIvi(t)dt = \int_0^{tvi} Hvp \frac{p}{\theta} (1 - e^{\theta C}) dt = \frac{Hvp}{\theta^2} (\theta tvi + e^{-\theta tvi} - 1) \text{ pers. (13)}$$

Biaya *deteriorating* untuk produk di siklus pengisian umum C dari sisi *vendor* untuk *retailer* i adalah

$$P_0(pt_{vi}-Q_i) \text{ pers. (14)}$$

Dengan meringkas persamaan 13 dan 14 dari sisi *vendor*, total biaya inventori dari produk jadi per unit waktu dapat menjadi

$$TCvp = \left[S + \sum_{i=1}^m \frac{HvpP}{\theta^2} (\theta tvi + e^{-\theta tvi} - 1) + po(p \sum_{i=1}^m tvi - \sum_{i=1}^m Qi) \right] / c \text{ pers. (15)}$$

2.1.4 Total biaya dari bahan baku pada gudang *vendor*

Pada setiap waktu produksi, t_{vi} di siklus pengisian umum C terdapat beberapa siklus pengisian dari bahan baku t_{rm} . Inventori level dari bahan bakudi setiap t_{rm} dapat ditentukan oleh persamaan diferensial:

$$I'rm(t) = -MP - \beta Irm(t), 0 \leq t \leq t_{rm} \text{ pers. (16)}$$

Inventori pada bahan baku dipengaruhi oleh waktu, setiap tingkat produksi membutuhkan sekian unit bahan baku untuk memproduksi satu unit produk dengan dipengaruhi oleh tingkat kerusakan yang akan terjadi dari bahan baku untuk tiap unit bahan baku tiap waktu.

Dengan pembatas:

$$I_{rm}(t_{rm})=0 \quad \text{pers. (17)}$$

Dari persamaan (16) dan (17) kita dapatkan inventori bahan baku:

$$I_{rm}(t) = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta(trm-t)} - 1) \quad 0 \leq t \leq t_{rm} \quad \text{pers. (18)}$$

Dimana t_{rm} dapat dijelaskan

Melihat dari persamaan 1 waktu produksi t_v kali bilangan bulat dari t_{rm} dengan $t_{rm}=tv/n$, dengan menggunakan persamaan (12) dan kita dapatkan adalah

$$trm = \frac{tv}{n} = \frac{\sum_{i=1}^m tvi}{n\beta} = -\frac{1}{n\theta} \sum_{i=1}^m \ln[1 - \frac{Di}{p} (e^{\theta c} - 1)] \quad \text{pers. (19)}$$

Dengan substitusi $t=0$ ke persamaan (18) maximum inventori level atau kuantitas order dari bahan baku dapat dijelaskan

$$Q_{rm} = I_{rm}(0) = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta trm} - 1) \quad \text{pers. (20)}$$

Kemudian vendor biaya simpan dari bahan baku dalam trm adalah

$$\int_0^{trm} H_{rm} I_{rm}(t) dt = \int_0^{trm} H_{rm} \frac{MP}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) dt$$

$$= \frac{HrmMP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) \quad \text{pers. (21)}$$

Biaya simpan vendor dari bahan baku di C seperti

$$\frac{nHrmMP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) \quad \text{pers. (22)}$$

Dalam tiap pemesanan, tingkat kerusakan dari bahan baku akan berbanding dengan waktu pemesanan dari bahan baku dalam C yang mana dipengaruhi oleh biaya simpan tiap bahan baku dari sisi vendor dengan tingkat produksi dan bahan baku yang dibutuhkan.

Biaya *deteriotation vendor* dari bahan baku di C adalah

$$nfrm(Qrm - MPtrm) \quad \text{pers. (23)}$$

kita mendapatkan total biaya inventori bahan baku dari vendor per satuan waktu adalah:

$$TCrm = \frac{n}{c} \left[A + \frac{HrmMP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) + frm(Qrm - MPtrm) \right] \quad \text{pers. (24)}$$

2.1.5 Total Biaya dari sistem VMI

Meringkas persamaan (7), (15) dan (24) kita mendapatkan model terkait, model dapat dilihat seperti berikut:

$$\text{minimize } JTC = TCrm + TCvp + \sum_{i=1}^m TCbi \quad \text{pers. (25)}$$

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Supply Chain Management

Supply chain merupakan suatu jaringan antar perusahaan yang secara bersama – sama bekerja sama dalam memproduksi serta mendistribusikan suatu produk sampai ke konsumen akhir (Pujawan, 2005). Menurut Pujawan terdapat tiga macam aliran yang ada dalam *supply chain* :

- a. Aliran barang dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*).
- b. Aliran uang dari hilir (*downstream*).ke hulu (*upstream*).
- c. Aliran informasi dari hilir (*downstream*).ke hulu (*upstream*) maupun sebaliknya.

Supply chain akan berjalan dengan baik bila ada manajemen yang dapat mengatur aktifitas didalamnya maka pada tahun 1982, manajemen yang mengatur rantai pasok mulai dikemukakan oleh beberapa ahli salah satunya yaitu Oliver dan Weber. Menurut mereka *Supply Chain Management* (SCM) merupakan metode, alat atau pendekatan yang mengelola *supply chain*. Kemudian menurut Simchi-Levi et al (2000), SCM adalah serangkaian pendekatan yang diimplementasikan dengan tujuan agar terjadi integrasi antara vendor, pamanufaktur serta gudang secara efisien sehingga produk yang dihasilkan dapat didistribusikan dengan kuantitas yang tepat dan juga tepat waktu sampai ke tangan konsumen sehingga didapat biaya yang seminimal mungkin serta *service level* yang tinggi.

Dengan demikian pada hakekatnya SCM merupakan manajemen yang mengatur aliran yang terdapat dalam rantai pasok mulai dari hulu (*upstream*) hingga hilir (*downstream*).

Aliran yang diatur dalam rantai pasok tersebut sangat berpengaruh pada proses produksi yang ada di perusahaan. Namun aliran yang terjadi sangat bergantung pada permintaan buyer sedangkan permintaan pihak buyer sendiri terkadang mengalami penurunan maupun kenaikan. Hal tersebut berakibat akan terjadi kerugian disalah satu pihak baik dipihak *vendor* maupun *buyer*. Sehingga perusahaan maupun *vendor* harus dapat mengelola *inventory* baik yang ada digudang vendor sendiri maupun digudang buyer dan akan tercapai tujuan dari SCM yaitu mendapatkan biaya yang minimal dan *service level* yang tinggi.

Menurut Rahul Altekar (2005) *Supply chain management* dapat dilihat sebagai proses yang strategis dari pengelolaan pengadaan, pergerakannya dan penyimpanan material, bagian dan *finished inventory* serta informasi yang terkait dengan organisasi dan saluran pemasarannya sehingga profitabilitas saat ini dan masa yang akan datang dapat dimaksimalkan. Untuk mewujudkannya maka aktifitas dalam SCM harus dikelola dengan baik, aktivitas yang terjadi dalam SCM tersebut menurut Klapper meliputi perencanaan (*plan*), sumber (*source*), membuat (*make*) dan pengiriman (*deliver*).

Manfaat dari mengoptimalkan Supply Chain Management, sebagai berikut :

a. Mengurangi Inventori barang

Inventori merupakan bagian paling besar dari aset perusahaan yang berkisar antara 30%-40%, dengan demikian harus dikembangkan usaha untuk menekan inventori yang meningkat sehingga biaya yang ditimbulkannya pun semakin sedikit.

b. Menjamin Kelancaran penyediaan barang

Kelancaran barang yang harus dijamin mulai dari bahan baku (dari vendor), perusahaan, *whosaler*, *retailer* hingga *finished product* sampai ke tangan konsumen akhir.

c. Menjamin Mutu

Mutu dari suatu *finished product* bukan hanya ditentukan oleh proses produksi melainkan juga ditentukan oleh mutubahan baku dan kualitas dari pendistribusiannya.

d. Mengurangi Jumlah Supplier

Dapat mengurangi ketidakseragaman, biaya negosiasi dan pelacakan (*tracking*).

e. Mengembangkan supplier partnership atau *strategic alliance*

Dengan mengadakan kerjasama dengan supplier maka perusahaan dapat menjamin kelancaran pergerakan barang dalam *supply chain*.

2.2.2 Persediaan

Persediaan (*inventory*) merupakan istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu mengenai sumber daya perusahaan atau organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Tersine, 1994). Kemudian menurut Hadley dan Within (1963) dalam manajemen persediaan “aplikasi dalam bidang bisnis” menjelaskan bahwa persediaan sebagai salah satu unsur yang paling aktif dalam operasi perusahaan yang secara kontinyu diperoleh, diubah dan kemudian dijual kembali. Persediaan ini juga diartikan sebagai sumber daya yang menganggur sebab belum digunakan karena masih menunggu proses lebih lanjut. Maksud dari proses lebih lanjut yaitu dapat berupa kegiatan produksi seperti pada

sistem manufaktur, kegiatan distribusi ataupun kegiatan konsumsi yang dilakukan oleh konsumen akhir. Sehingga persediaan lebih mengacu sebagai bahan yang diadakan dalam keadaan *idle* atau keadaan menunggu penjualan masa depan, penggunaan atau transformasi (Tersine, 1994).

Sistem persediaan ini dilakukan dengan tujuan tertentu yaitu untuk menanggulangi masalah yang terkait dengan usaha pengendalian bahan baku (bahan baku), barang dalam proses (*work in process*) dan barang jadi (*finish product*) dalam suatu aktivitas perusahaan. Namun adanya persediaan dapat menimbulkan resiko – resiko tertentu yang harus ditanggung oleh perusahaan seperti barang yang disimpan mudah rusak sebelum digunakan . Selain itu perusahaan juga harus menanggung biaya persediaan yang timbul akibat menyimpan barang persediaan (Rosnan Ginting, 2007).

2.2.3 Fungsi Persediaan

Menurut Tersine (1994) persediaan memiliki beberapa fungsi untuk mewujudkan tujuan dari persediaan tersebut. Adapun fungsi persediaan sebagai berikut :

- a. Fungsi *decoupling*, yaitu memungkinkan operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan, sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung supplier.
- b. Fungsi *economic lot sizing* yaitu melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya dalam kuantitas yang mengurangi biaya perunit.

- c. Fungsi antisipasi yaitu perusahaan yang mengalami fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data – data masa lalu. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman dan juga ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan barang – barang selama periode.

2.2.4 Tujuan Persediaan

Persediaan dapat membantu fungsi penting yang akan menambah fleksibilitas operasi dalam sebuah perusahaan. Adapun 4 alasan mengapa persediaan diperlukan dalam perusahaan (Tersine,1994):

- a. Fungsi Ganda, fungsi memisahkan proses produksi dan distribusi. Pada saat penawaran atau permintaan item persediaan tidak teratur, maka pengamanan persediaan merupakan keputusan yang terbaik. Pemisahan produksi dari permintaan ini akan menghindarkan biaya jangka pendek serta menghindari *stockout*.
- b. Mengantisipasi adanya inflasi, persediaan dapat diantisipasi perubahan dari harga dan inflasi, penempatan persediaan kas dalam bank merupakan pilihan yang tepat untuk pengembalian investasi. Di sisi lain, persediaan mungkin akan meningkat setiap saat.

- c. Menjaga adanya ketidakpastian, dalam sistem persediaan terdapat ketidakpastiaan dalam hal permintaan, penawaran dan waktu tunggu. Persediaan pengaman juga dijaga dalam persediaan untuk memproteksi adanya ketidakpastian. Jika permintaan pelanggan diketahui akan layak produksi pada tingkat yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Dalam hal ini tidak dibutuhkan persediaan *finish product* akan tetapi pada saat terjadi perubahan permintaan, maka sistem harus segera dirubah untuk menyesuaikan kebutuhan pelanggan dan untuk melayani agar pelanggan merasa puas.

- d. Mengantisipasi perubahan permintaan dan penawaran, terdapat beberapa jenis situasi yang apabila terjadi perubahan permintaan dan penawaran dapat diantisipasi yaitu pada saat harga atau kemampuan bahan baku yang diharapkan berubah. Dalam kondisi tertentu perusahaan seringkali mengantisipasi permintaan dikarenakan karyawannya dan persediaan juga dipergunakan untuk mengantisipasi permintaan atau penawaran yang berubah secara ilmiah.

2.2.5 Sistem Inventory Tunggal

Sistem inventori tunggal dicirikan dengan terdapatnya hanya satu pengelola (satu gudang dan satu fasilitas pelayanan), satu atau beberapa pemasok (*supplier*) dan satu atau beberapa pemakai (*user*). Sistem semacam ini banyak dijumpai misalnya pada sistem inventori bahan

baku dipabrik, sistem inventori obat – obatan di apotek, sistem inventori bahan makanan di pasar swalayan, dan sebagainya. Sistem inventori adalah sistem inventori yang paling sederhana , meskipun demikian ditinjau dari teori inventori mempunyai arti yang paling penting. Hal ini disebabkan karena penguasaan pengetahuan terhadap sistem inventori tunggal ini merupakan modal dasar utama untuk dapat memahami sistem inventori yang lebih kompleks (sistem inventori berjenjang).

2.2.6 Sistem Inventori berjenjang

Sistem inventori berjenjang (*multiechelon inventory system*) terdiri atas beberapa gudang dan fasilitas pelayanan, beberapa pemasok, dan beberapa pemakai dengan suatu tatanan dan mekanisme interaksi tertentu. Sesuai dengan keterkaitan antara suatu fasilitas pelayanan dengan fasilitas pelayanan yang lain sehingga sistem ini dapat dibedakan atas beberapa bentuk seperti berikut :

- a. Sistem seri (*serial sistem*), merupakan sistem inventori yang terdiri atas beberapa buah fasilitas pelayanan yang mana setiap fasilitas pelayanan tersebut memiliki satu pemasok (*Successor*) dan satu pemakai (*Predecessor*). Dalam sistem ini pemasok berperan ganda yaitu dimana salah satu sisi berlaku sebagai pemasok barang bagi struktur di bawahnya tetapi di sisi lain berfungsi ganda yaitu sebagai pemakai dari struktur di atasnya. Sistem semacam ini dapat dijumpai misalnya pada sistem inventori barang setengah jadi si suatu lini produksi. Permasalahan yang akan timbul yaitu menentukan

- besarnya inventori cadangan antartahap (*buffer stage inventory*), agar proses produksi berjalan lancar.
- b. Sistem memusat (*centralized sistem*), merupakan sistem inventori yang terdiri atas beberapa buah fasilitas pelayanan yang mana setiap fasilitas pelayanan hanya memiliki satu pemakai (*successor*), tetapi dapat memiliki beberapa pemasok (*predecessor*). Sistem ini dapat juga dijumpai pada pabrik perakitan atau sistem pasokan dari pedagang eceran misalnya.
 - c. Sistem memancar (*arborescent sistem*), merupakan sistem inventori yang terdiri atas beberapa buah fasilitas pelayanan yang mana setiap fasilitas pelayanan tersebut hanya memiliki satu pemasok (*predecessor*), tetapi dapat memiliki beberapa pemakai (*successor*). Sistem inventori semacam ini sering dijumpai pada sistem distribusi barang dari produsen ke konsumen.
 - d. Sistem campuran (*mixed sistem*), merupakan sistem inventori yang terdiri atas beberapa fasilitas pelayanan menurut tatanan yang tidak beraturan. Sistem ini bisa merupakan campuran dari ketiga bentuk sebelumnya.

Karakteristik penting yang perlu diperhatikan dalam sistem inventori berjenjang adalah adanya interaksi yang kompleks di antara ketiga komponen dasar atau antara satu fasilitas pelayanan dengan fasilitas pelayanan yang lain, sehingga kinerja (*performance*) dari suatu fasilitas pelayanan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan pengelolaan dari fasilitas pelayanan itu sendiri. Oleh karena itu untuk menyelesaikan permasalahan dalam sistem inventori berjenjang selain berdasarkan dasar – dasar pengelolaan sistem inventori tunggal

perlu dibekali juga pendekatan yang bersifat sistemik, terutama yang berkaitan dengan persoalan integrasi dan koordinasi.

2.2.7 Vendor Managed Inventory

Vendor managed inventory merupakan sebuah pendekatan untuk mengelola persediaan dan memenuhi pesanan dimana vendor bertanggung jawab dalam pengelolaan dan pengisian persediaan. Pada penerapannya model ini banyak digunakan sebagai pemecah masalah yang terjadi diantara pihak vendor dengan retailer. Salah satu isu yang biasanya akan timbul antara pihak vendor dan supplier yaitu kurangnya keuntungan antara kedua belah pihak karena adanya penumpukan inventory baik dipihak vendor maupun retailer yang dapat mengakibatkan kerugian berupa biaya simpan yang meningkat.

Selama ini *buyer – supplier relationship* (*buyer-supplier* merupakan pembeli dan pemasok) mengarah pada suatu hubungan kerjasama yang disebut dengan *win – lose outcome*. Bentuk ini dimaksudkan bahwa hanya salah satu pihak saja yang akan mendapatkan keuntungan yang besar sedangkan pihak lainnya mengalami kerugian (Burt et al 2003). Hal ini disebabkan karena biasanya kedua belah pihak merupakan perusahaan yang memiliki kepemilikan yang berbeda – beda sehingga mereka akan lebih cenderung tertarik untuk memikirkan bagaimana mendapatkan keuntungan yang maksimal bagi mereka sendiri dibandingkan memikirkan bagaimana mendapatkan keuntungan yang maksimal yang dirasakan bersama – sama. Maka interaksi antara *buyer* dan *supplier* cenderung mengarah pada karakteristik untuk menciptakan taktik manipulasi yang

dirancang untuk salah satu pihak yang mendapatkan keuntungan, sedangkan pihak lain akan mendapatkan kerugian (Burt et al 2003). Oleh karena itu sangat dibutuhkan tindakan lebih lanjut dalam mengkoordinasi aktivitas antara pihak – pihak di dalam *supply chain* sehingga perbaikan pada *bottom line* untuk pihak yang akan mendapatkan insentif saja, namun juga untuk keseleruhan item yang terdapat di dalam *supply chain*.

Namun sejak akhir 1980 otomasi VMI mulai diterapkan oleh *department store* yang ada di Amerika Serikat yaitu Wal-Mart dan Procter and Gambler sebagai solusi untuk mengelola kesulitan dalam memprediksi permintaan untuk pemakaian musiman. Dan sejak awal tahun 1990-an VMI berkembang, vendor mulai tertarik untuk membangun hubungan “*partnership*” dengan *buyer*. Anggapan “*partner*” antara kedua belah pihak membuat keuntungan besar yang dapat dirasakan oleh kedua belah pihak. Hubungan ini yang disebut dengan *win – win relationship* untuk kedua belah pihak (Burt et al 2003). Bentuk *win – win relationship* ini juga disebut dengan *Retailer – supplier relationship* (RSP). RSP adalah suatu strategi kolaborasi antara *vendor* dan *buyer* yang mana dalam hubungan ini sangat diperlukan kerjasama dan koordinasi yang baik antara pihak *vendor* dan *buyer* untuk mendapatkan keuntungan bersama (Simchi – Leviet al, 2000).

Pada dasarnya terdapat tiga tipe dari *buyer – supplier relationship* yaitu *transactional*, *collaborative* dan *aliansi relationship*. Tipe *transactional* merupakan tipe yang paling dasar dari *buyer – supplier relationship*. Tipe ini cenderung hanya mementingkan atau memenangkan salah satu pihak saja. Lalu pada tipe *collaborative* dan *aliansi relationship* memiliki karakteristik utama yaitu informasi sharing yang harus didukung oleh *advanced information system* antara kedua belah pihak. Kemudian yang membedakan kedua tipe ini

yaitu penerapan institusional trust antara kedua belah pihak dalam aliansi relationship (Burt et al 2003).

Strategi RSP telah banyak diterapkan dalam industri khususnya untuk mengatur level inventori. Terdapat empat tipe dalam RSP yang telah diterapkan dalam industri yaitu *quick response* (QR), *continuous replenishment* (CR), *advanced CR* dan *Vendor Managed Inventory* (VMI) (Simchi – Levi et al, 2000). Berdasarkan keempat tipe RSP yang ada maka dalam penelitian ini hanya akan membahas mengenai *Vendor Managed Inventory* (VMI).

Menurut Gumus et al (2008), dengan menerapkan VMI maka keputusan pengisian ulang dapat dilakukan oleh vendor mewakili retailer. Dalam model ini vendor hanya memiliki wewenang untuk memonitoring status persediaan yang dimiliki oleh retailer sedangkan retailer yang akan menentukan waktu dan jumlah yang akan dipesan dan yang akan dibayar saat produk tersebut telah dimanfaatkan sehingga retailer tidak memiliki biaya simpan.

Pada sistem VMI, retailer memberikan informasi kepada *vendor* mengenai persediaannya tanpa menggunakan PO (*purchase order*) sehingga retailer tersebut tidak mengeluarkan biaya pesan. Dalam hal ini retailer memiliki tanggung jawab terhadap adanya aliran informasi yang berlanjut (*continuous flow*) yang memungkinkan *vendor* dapat merumuskan kuantitas yang real dan akurat. Kemudian *vendor* akan memonitoring persediaan retail dan melakukan evaluasi persediaan melalui titik reorder point (titik pemesanan ulang yang ditentukan oleh vendor dan retail) dari titik ROP tersebut yang akan digunakan vendor untuk menentukan kebutuhan retail tiap periodenya. ROP tersebut

ditentukan sesuai perubahan permintaan sehingga ROP bersifat dinamik. Setelah mengetahui titik persediaan dari retail maka vendor akan mengirimkan produknya bila persediaan retail mencapai ROP. Lalu vendor akan mengirimkan produknya sesuai dengan kondisi persediaan retail yang kemudian retail akan mendapatkan tagihan dari vendor. Karakteristik utama dari model VMI yaitu waktu tunggu *replenishment* yang singkat, frekuensi dan pengiriman yang tepat waktu sehingga akan menyebabkan optimasi pada rencana produksi dan transportasinya (De Toni et al, 2005).

Pada tipe partnership seperti ini retail dapat menentukan seberapa besar service level dan kebutuhan lokasi retail yang kemudian dapat menjadi bahan pertimbangan bagi vendor terkait. Disini VMI menawarkan manfaat yang kompetitif bagi retail karena akan menghasilkan ketersediaan produk yang tinggi dan service level serta monitor inventori dan ordering cost yang rendah. Manfaat lain dari VMI adalah keuntungan bagi vendor untuk mengurangi *bullwip effect* dan utilisasi yang lebih baik bagi kapasitas manufaktur.

2.2.8 Algoritma Genetika (AG)

Algoritma genetika ditemukan pertama kali di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland (1975) melalui penelitian dan kemudian dipopulerkan oleh mahasiswaanya yaitu David Goldberg (1989). Algoritma genetika ini didefinisikan sebagai metode algoritma pencarian yang didasarkan kepada mekanisme seleksi alam dan genetik alam.

Metode algoritma genetika ini terinspirasi dari teori evolusi yang ditemukan oleh Charles Darwin. Pada tahun 1959, Charles Darwin mengumumkan teorinya dengan judul “*Theory of Natural Selection*”. Dalam teori ini dinyatakan bahwa individu – individu yang

mempunyai karakteristik yang bagus mempunyai kemungkinan untuk bertahan hidup lebih tinggi dan menurunkan karakteristiknya kepada keturunan berikutnya. Sedangkan pada individu dengan karakteristik yang kurang bagus maka secara perlahan akan tersingkir dari populasi. Berdasarkan informasi genetik pada individu yang disimpan dalam *chromosome*, yang terdiri dari sekumpulan gen. Karakteristik dari setiap individu dikendalikan oleh gen – gen tersebut yang kemudian akan diwariskan kepada keturunan berikutnya ketika individu tersebut berkembang biak. Selain itu, akan terjadi mutasi yang menyebabkan terjadinya perubahan informasi pada *chromosom*. Menurut teori Darwin tersebut, nilai rata – rata karakteristik dari populasi akan meningkat setiap generasi, seiring dengan bertambahnya individu – individu yang mempunyai kriteria yang bagus, sebaliknya individu yang mempunyai kriteria yang buruk akan punah .

Algoritma genetika adalah salah satu teknik optimasi untuk menemukan solusi optimal untuk pencarian multi dimensi yang kompleks (Leuvano et al,2012). Algoritma genetika merupakan model matematik dengan menerapkan pemahaman mengenai genetika pada makhluk hidup yang digunakan pada saat pemecahan masalah (*problem solving*). Pemecahan masalah yang dilakukan oleh algoritma ini yaitu dengan cara menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik dalam suatu kumpulan gen untuk mendapatkan generasi solusi yang terbaik berikutnya sehingga lebih optimal dan maksimal atau disebut juga sebagai *fitness*. Dengan demikian generasi tersebut akan merepresentasikan perbaikan pada populasi awal. Cara pemecahan masalah tersebut secara berulang – ulang maka algoritma genetika tersebut diharapkan akan mendapatkan generasi terbaik dalam

beberapapopulasi didalamnya dan juga dapat mensimulasikan proses genetika yang terjadi pada makhluk hidup.

Untuk menggunakan algoritma genetika, solusi permasalahan yang akan dicari direpresentasikan sebagai kromosom. Suatu penyelesaian dalam sebuah kromosom biasanya digambarkan sebagai satu simbol string yang biasanya berbentuk biner namun tidak selalu demikian. Kromosom – kromosom ini akan melakukan regenerasi melalui urutan iterasi. Selama regenerasi kromosom akan dievaluasi menggunakan ukuran yang disebut sebagai nilai kekuatan (*fitness value*). Sehingga untuk membentuk generasi selanjutnya, kromosom baru yang disebut sebagai anak kromosom (*offspring*) diperoleh dengan cara mengawinkan dua kromosom dengan cara persilangan (*crossover*) atau memodifikasi melalui operator mutasi (*mutation operator*). Generasi baru yang terbentuk dipilih mengikuti nilai kekuatan atau tetap mempertahankan populasi. Sebuah kromosom disebut layak diterima sebagai penyelesaian optimal bila kromosom tersebut merupakan kromosom terkuat yang memiliki peluang tinggi. Kemudian setelah beberapa generasi maka algoritma terpusat pada kromosom yang terbaik yang dapat menggambarkan suatu hasil yang optimal atau sub optimal.

Dalam penggunaan metode algoritma genetika tidak semua kasus dapat diselesaikan. Sebaliknya kasus tersebut dapat diselesaikan hanya menggunakan metode tradisional. Salah satu contoh, dalam menyelesaikan fungsi analitis convex “berperilaku baik” yang mana variabelnya sedikit, dapat diselesaikan menggunakan metode berbasis kalkulus tanpa harus menggunakan algoritma genetika. Hal tersebut disebabkan karena metode kalkulus dapat dengan cepat menemukan solusi minimum ketika algoritma genetika masih menganalisis

dari populasi awal. Untuk kasus yang tidak terlalu rumit dapat diselesaikan dengan cepat menggunakan metode lain dibandingkan metode algoritma genetik. Jumlah besar dari populasi solusi yang merupakan keunggulan dari algoritma genetik.

Variabel dan parameter yang digunakan dalam Algoritma genetika yaitu sebagai berikut:

- a. Fungsi *fitness* (fungsi tujuan) yang dimiliki oleh masing – masing individu untuk menentukan tingkat kesesuaian individu tersebut dengan kriteria yang ingin dicapai.
- b. Populasi merupakan jumlah individu yang dilibatkan pada setiap generasi
- c. Probabilitas terjadinya persilangan (*crossover*) pada suatu generasi.
- d. Probabilitas terjadinya mutasi pada setiap individu.
- e. Jumlah generasi yang akan dibentuk dan menentukan lama penerapan algoritma genetika (Esfahani et al, 2011).

Langkah – langkah dari algoritma genetika yaitu:

- a. Membangkitkan populasi awal

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

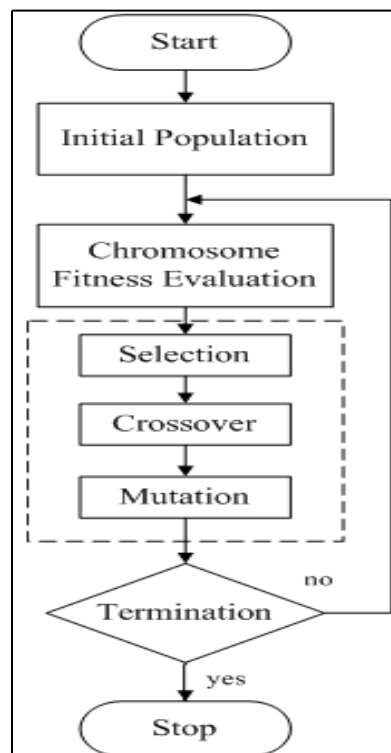
- b. Membentuk generasi baru

Dalam membentuk generasi baru, maka digunakan operator reproduksi, seleksi, crossover dan mutasi. Proses ini dilakukan secara berulang – ulang dengan tujuan agar mendapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru yang mana generasi tersebut merupakan representasi solusi baru.

c. Evaluasi evolusi

Pada tiap generasi kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut *fitness*. Nilai *fitness* suatu kromosom menggambarkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Proses ini akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai kriteria terpenuhi

Algoritma genetika memiliki tahapan dalam menyelesaikan suatu solusi permasalahan, dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tahapan algoritma genetika

Sumber: Leuvano et al (2012)

a. *Initialization*

Pada awalnya solusi individual akan secara acak dibuat dalam bentuk sebuah inisial populasi. Besar populasinya sangat tergantung pada keadaan masalah itu sendiri akan tetapi populasi biasanya mengandung sekitar ratusan bahkan ribuan solusi yang mungkin. Secara sederhana, populasi dapat dibuat secara acak dengan mengcover seluruh kemungkinan solusi (*search space*). Cara lainnya yaitu solusinya mungkin bisa di seeded pada area dimana kemungkinan besar ditemukan optimalnya.

b. Seleksi

Seiring dengan berjalannya algoritma, dari satu bagian populasi akan dipilih (*selected*) untuk membuat suatu generasi baru. Solusi individual tersebut dipilih melalui suatu *fitnessbased process*, dimana solusi pencocok (filter yang diukur oleh suatu *fitness function*). Akan menyatakan kemungkinan terpilih. Beberapa metode seleksi menggunakan nilai kecocokan tersebut dan kemudian dipilih solusi terbaik. Metode lain hanya menggunakan solusi acak dari populasi sehingga proses ini mungkin akan memakan waktu.

c. Reproduksi

Langkah selanjutnya adalah dengan membuat generasi kedua dari populasi yang ada melalui *genetic operator crossover* (persilangan) dan atau *mutation* (mutasi). Untuk membentuk setiap solusi baru dengan sebuah pasangan "*parent*" atau orang tua solusi dipilih dari kumpulan populasi yang ada sebelumnya. Dengan membuat "*child*" atau anak solusi menggunakan metoda diatas yaitu persilangan dan mutasi, sebuah solusi

baru telah dibuat dimana pada umumnya akan mewarisi bagaian dari orang tuanya. Orang tua baru dipilih lagi dan membuat suatu anak solusi lagi dan berlanjut sampai suatu populasi solusi baru dengan ukuran yang cukup terbentuk. Secara umum rata – rata nilai kecocokan (*fitness*) akan meningkatkan melalui prosedut ini karena hanya organisme terbaik yang dipilih dalam membentuk populasi selanjutnya.

d. *Termination*

Proses diatas akan terus dilakukan sampai suatu kondisi terminasi atau berhenti ditemukan. Kondisi terminasi atau berhenti yang umum digunakan yaitu: suatu solusi ditemukan yang memenuhi kriteria minimum; Generasi telah mencapai suatu tingkat tertentu; budget yang dialokasikan (misalnya waktu komputasi) telah dicapai; solusi dengan kecocokan tertinggi akan mencapai atau telah mencapai suatu batas dimana proses selanjutnya yang akan dilakukan sehingga tidak akan menghasilkan hasil yang lebih baik; inspeksi secara manual dan berkala; kombinasi dari berbagai macam cara terminasi di atas.

Ada beberapa macam teknik terminasi yaitu

1. Apabila limit iterasi telah tercapai maka proses perulangan akan berhenti.
2. Apabila nilai maksimum atau minimum yang telah didapatkan mencapai solusi yang optimum.

e. *Pengkodean*

Pengkodean merupakan teknik untuk menyatakan populasi awal sebagai calon solusi suatu masalah ke dalam suatu kromosom sebagai suatu kunci pokok persoalan ketika

menggunakan algoritma genetik. Berdasarkan jenis simbol yang digunakan sebagai nilai suatu gen, metode pengkodean dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

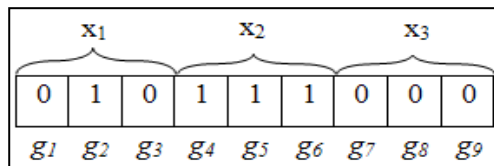
- a. Pengkodean biner merupakan cara pengkodean yang umum digunakan karena algoritma genetik digunakan pertama kali oleh Holland. Keuntungan menggunakan pengkodean ini adalah untuk sederhana untuk diciptakan dan mudah dimanipulasi. Pengkodean biner memberikan banyak kemungkinan untuk kromosom walau dengan jumlah nilai – nilai yang mungkin terjadi pada suatu gen yang sedikit (0 dan 1).
- b. Pengkodean bilangan *real* adalah suatu pengkodean bilangan dalam bentuk *real*. Masalah optimalisasi fungsi dan optimalisasi kendala lebih tepat jika diselesaikan dengan pengkodean bilangan riil karena struktur topologi ruang genotif untuk pengkodean bilangan riil identik dengan cara memakai teknik yang dapat digunakan yang berasal dari metode konvensional.
- c. Pengkodean bilangan bulat adalah metode yang mengkodekan bilangan dalam bentuk bilangan bulat. Pengkodean ini baik digunakan untuk masalah optimisasi kombinatorial.
- d. Pengkodean struktur data adalah model pengkodean yang menggunakan struktur data. Pengkodean ini digunakan untuk masalah kehidupan yang lebih kompleks seperti perencanaan jalur robot dan masalah pewarnaan graph.

Pengkodean suatu kromosom adalah langkah pertama ketika kita menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan suatu masalah. Pengkodean ini biasanya tergantung pada masalah yang dihadapi. Pengkodean ini meliputi pengkodean terhadap gen

yang terdapat dalam kromosom. Terdapat tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean yaitu dapat dilihat sebagai berikut:

a. *Binary encoding*

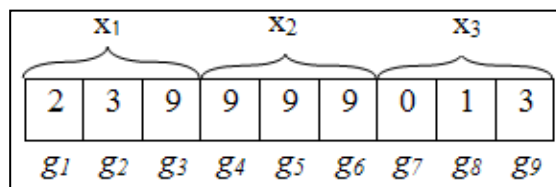
Setiap gen hanya dapat bernilai 0 atau 1



Gambar 2.3 Skema pengkodean Binary Encoding

b. *Discrete decimal encoding*

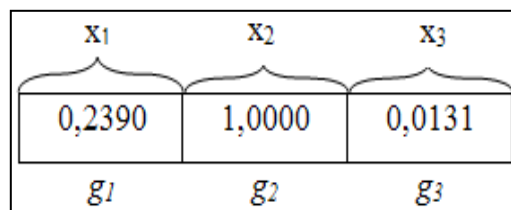
Setiap gen dapat bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval [0,9]



Gambar 2.4 Skema pengkodean Discrete decimal encoding

c. *Real number encoding*

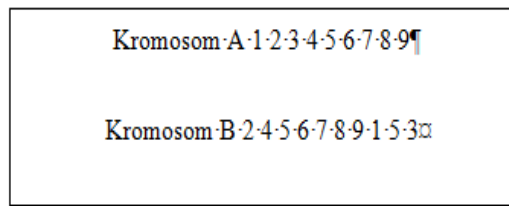
Skema ini nilai gen berada dalam interval [0,R] di mana R adalah bilangan real positif dan biasanya R=1



Gambar 2.5 Skema pengkodean *Real number encoding*

d. *Permutation encoding*

Setiap kromosom merupakan string dari sejumlah angka atau nomor yang merepresentasikan suatu posisi dalam suatu urutan.



Gambar 2.6 Mutasi kromosom

Pada gambar skema pengkodean di atas terdapat tiga variabel yaitu x_1 , x_2 dan x_3 yang dikodekan ke dalam sebuah kromosom yang terdiri dari 9 gen (untuk binary encoding dan discrete decimal encoding) yang mana setiap variabel dikodekan ke dalam 3 gen. Sedangkan pada real number encoding ketiga variabel dikodekan dalam kromosom yang terdiri dari 3 gen yang mana masing – masing variabel dikodekan ke dalam 1 gen (Chairul Saleh,2005).

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menguraikan metodologi penelitian yang memuat tentang fokus dan lokasi penelitian, data yang digunakan, alat bantu analisis data, model yang digunakan, pembangunan model dan tahap yang telah dilakukan dalam penelitian.

3.1 Fokus Kajiandan Lokasi Penelitian

Fokus kajian dalam penelitian ini adalah mempelajari model yang telah dikembangkan pada penelitian Yu *et al* (2012), yaitu “*A vendor managed inventory supply chain with deteriorating raw materials and products*” dan melakukan optimasi terhadap model yang telah dikembangkan dalam penelitian tersebut. Karena penelitian ini merupakan kajian literatur maka penelitian ini di lakukan di perpustakaan pusat UII.

3.1.1 Model VMI Joint Total Cost

Pada penelitian ini digunakan model yang telah dikembangkan oleh Yu *et al* (2012). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yu *et al* data berupa single vendor dan *multi retailer* sedangkan pada penelitian ini digunakan *single vendor* dan *single retailer*.Dapat dilihat sebagai berikut:

Variabel keputusan :

- C : Siklus pengisian umum untuk *vendor* untuk mengisi produk ke *retailer*.
- n : Waktu pemesanan dari bahan baku dalam siklus pengisian umum “ C ” atau t_v dimana $n \geq 1$ adalah bilangan bulat dan t_v/n adalah siklus pengisian dari bahan baku.

Parameter input :

- A : Biaya pemesanan tetap tiap bahan baku bagi *vendor*.
- D : Permintaan dari *retailer* per unit waktu (unit/waktu).
- f_{rm} : Biaya pengadaan dari bahan baku.
- H : Biaya simpan per unit produk pada sisi *retailer* (\$/unit/waktu).
- H_{vp} : Biaya simpan per unit produk pada sisi *vendor* (\$/unit/waktu).
- H_{rm} : Biaya simpan per unit bahan baku pada sisi *vendor* (\$/unit/waktu).
- M : Unit dari bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk.
- pe : Biaya kerusakan (harga eceran) per unit produk pada sisi *retailer*.
- po : Biaya kerusakan (harga eceran) per unit produk pada sisi *vendor*.
- P : Tingkat produksi *vendor*.
- S : Biaya tetap (untuk pemesanan dan manufaktur) pada sisi *vendor* per siklus pengisian umum.
- T : Biaya pemesanan tiap pesanan *retail*.
- θ : Tingkat kerusakan dari produk (presentase/unit/waktu).
- β : Tingkat kerusakan dari bahan baku (presentase/unit/waktu).

Fungsi:

- t_v : Waktu produksi untuk *vendor* memenuhi permintaan dari *retailer* dalam siklus pengisian umum.
- t_{vp} : Waktu produksi dari *vendor* di siklus pengisian umum "C" ($t_v = \sum_{i=1}^m t_{vi}$).
- t_{rm} : Waktu bahan baku di siklus pengisian umum "C"
- JTC : Total persediaan dan biaya kerusakan gabungan untuk sistem rantai pasokan per satuan waktu (\$/waktu).
- Q : Ukuran pesanan dari *retailer* dalam siklus pengisian umum.
- TC_b : Total biaya dari produk untuk *retailer* per unit waktu (\$/waktu).
- TC_{vp} : Total biaya dari produk pada sisi *vendor* per unit waktu (\$/waktu).
- TC_{rm} : Total biaya dari bahan baku per unit waktu (\$/waktu).

3.1.2 Total biaya dari produk di *retailer*

Dari persamaan 26 dapat dilihat bahwa inventori level untuk tiap *retailer*, $I(t)$, adalah fungsi dari t di setiap siklus pengisian umum C , dan ditentukan oleh tingkat kerusakan produk serta permintaan dari setiap retail. Persamaan diferensial dapat ditentukan seperti berikut :

$$I'(t) = -\theta I(t) - D, 0 \leq t \leq C \quad \text{pers. (26)}$$

Karena umur produk sangat dipengaruhi oleh waktu maka produk tersebut memiliki jangka waktu layak konsumsi mulai dari produk tersebut masih berupa bahan baku hingga menjadi produk akhir yang masuk ke siklus pengisian ulang.

Dengan pembatas :

$$I(C)=0 \quad \text{pers. (27)}$$

Maka persamaan diferensial simultan dari persamaan (26) dan (27) diperoleh:

$$I(t) = \frac{D}{\theta} (e^{\theta(C-t)} - 1), 0 \leq t \leq C \quad \text{pers.(28)}$$

Dapat dilihat upaya *vendor* untuk menyiapkan inventori yang cukup agar *retailer* tidak akan kekurangan stok dan siklus pengisian ulang tetap berjalan sesuai dengan umur produk tersebut.

Dari persamaan sebelumnya dengan menyetting $t=0$, maksimum inventori level dari *retailer* (i.e. dari kuantitas order *retailer*) dapat dijelaskan seperti berikut:

$$Q = \frac{D}{\theta} (e^{\theta C} - 1) \quad \text{pers.(29)}$$

Jadi *retailer* biaya simpan inventornya dalam sekali siklus pengisian umum C diberikan sebagai:

$$\int_0^C H b I(t) dt = \int_0^C H b \frac{D}{\theta} (e^{\theta(C-t)} - 1) dt = \frac{D H b}{\theta^2} (e^{\theta(C-t)} - 1) - \frac{D H b}{\theta} \quad \text{pers.(30)}$$

Dan biaya *deterioration* produk pada *retailer* adalah

$$p(Q - DC) \quad \text{pers. (31)}$$

Dalam sebuah siklus pengisian umum, kuantitas item yang ada pada *retailer* tergantung dari permintaan *retailer* itu sendiri. Setiap kuantitas dari produk yang dimiliki oleh *retailer* akan saling berkaitan dengan biaya *deteriorating* yang per unit produk yang ada di *retailer*.

Sehingga total biaya per unit waktu pada *retailer*, termasuk biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya deteriorating menjadi :

$$TCb = \left[T + \frac{DHb}{\theta^2} (e^{\theta c} - 1) - \frac{DHb}{\theta} + pe(Q - DC) \right] / c \quad \text{pers. (32)}$$

3.1.3 Total biaya dari produk di *vendor*

Inventori level dari produk akhir dari sisi *vendor* untuk *retailer* di setiap siklus C ditentukan oleh persamaan $I_v(t)$ mengikuti:

$$I'v(t) = P - \theta I_v(t), 0 \leq t \leq t_v \quad \text{pers. (33)}$$

Inventori *vendor* untuk tiap *retailer* i dipengaruhi oleh tingkat produksi *vendor* dan tingkat kerusakan produk akhir dengan tiap produk yang diproduksi dipengaruhi oleh waktu mulai dari bahan baku hingga produk ditangan *retailer*.

Dengan pembatas:

$$I_v(0)=0 \quad \text{pers. (34)}$$

Dari persamaan (33) dan (34) kita dapatkan kita dapatkan inventori level dari *retailer* dari waktu ke waktu:

$$Iv(t) = \frac{p}{\theta} (1 - e^{-\theta t}), 0 \leq t \leq t_v \quad \text{pers. (35)}$$

Dimana t_v adalah waktu produksi untuk *retailer* di C. Oleh karena itu pemecahan $I_v(t_v)=Q$, dimana Q diberikan oleh persamaan (29) kita dapatkan:

$$tv = -\frac{1}{\theta} \ln \left[1 - \frac{D}{p} (e^{\theta c} - 1) \right] \quad \text{pers. (36)}$$

Dalam waktu siklus produksi *vendor* untuk *retailer* tiap 1 produk yang akan diproduksi, *vendor* dapat mengantisipasi kerusakan yang ada dalam sekali proses produksi sehingga waktu untuk memproduksi item bagi *retailer* akan sesuai dengan permintaan dari *retailer* tersebut.

Dan waktu produksi dari *vendor* di C untuk memenuhi permintaan dari *retailer* adalah

$$tv_p = -\frac{1}{\theta} \left[1 - \frac{D}{p} (e^{\theta c} - 1) \right] \quad \text{pers. (37)}$$

Karena permintaan tiap *retailer* berbeda maka waktu produksi *vendor* disesuaikan dengan jumlah *retailer* yang ada sehingga tidak akan terjadi kerugian pada pihak *retail*. Biaya simpan dari *vendor* untuk menyimpan produk jadi di *retailer* i di C menjadi:

$$\int_0^{tv} HvpIv(t)dt = \int_0^{tv} Hvp \frac{p}{\theta} (1 - e^{\theta c}) dt = \frac{Hvp}{\theta^2} (\theta tv + e^{-\theta tv} - 1) \quad \text{pers. (38)}$$

Biaya *deteriorating* untuk produk akhir di siklus pengisian umum “C” dari sisi *vendor* untuk *retailer* adalah

$$P_0(pt_v - Q) \quad \text{pers. (39)}$$

Dengan meringkas persamaan 38 dan 39 dari sisi *vendor*, total biaya inventori dari produk jadi per unit waktu dapat menjadi

$$TCvp = \left[S + \frac{HvpP}{\theta^2} (\theta tv + e^{-\theta tv} - 1) + po(ptv - Q) \right] / c \quad \text{pers. (40)}$$

3.1.4 Total biaya dari bahan baku pada gudang *vendor*

Pada setiap waktu produksi, t_{vi} di siklus pengisian umum "C" terdapat beberapa siklus pengisian dari bahan baku t_{rm} . Inventori level dari bahan baku di setiap t_{rm} dapat ditentukan oleh persamaan diferensial:

$$I'_{rm}(t) = -MP - \beta I_{rm}(t), 0 \leq t \leq t_{rm} \quad \text{pers. (41)}$$

Inventori pada bahan baku dipengaruhi oleh waktu, setiap tingkat produksi membutuhkan sekian unit bahan baku untuk memproduksi satu unit produk dengan dipengaruhi oleh tingkat kerusakan yang akan terjadi dari bahan baku untuk tiap unit bahan baku tiap waktu.

Dengan pembatas:

$$I_{rm}(t_{rm}) = 0 \quad \text{pers. (42)}$$

Dari persamaan (41) dan (42) kita dapatkan

$$I_{rm}(t) = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta(trm-t)} - 1) 0 \leq t \leq t_{rm} \quad \text{pers. (43)}$$

Dimana t_{rm} dapat dijelaskan

Melihat dari persamaan 1 waktu produksi t_v kali bilangan bulat dari t_{rm} dengan $t_{rm} = tv/n$, dengan menggunakan persamaan (37) dan kita dapatkan adalah

$$trm = -\frac{1}{n\theta} \ln \left[1 - \frac{D}{p} (e^{\theta C} - 1) \right] \quad \text{pers. (44)}$$

Dengan substitusi $t=0$ ke persamaan (43) maksimum inventori level atau kuantitas order dari bahan baku dapat dijelaskan

$$Q_{rm} = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta trm} - 1) \quad \text{pers. (45)}$$

Kemudian *vendortotal* biaya simpan dari bahan baku dalam trm adalah

$$\begin{aligned} \int_0^{trm} H_{rm} I_{rm}(t) dt &= \int_0^{trm} H_{rm} \frac{MP}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) dt \\ &= \frac{H_{rm} MP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) \end{aligned} \quad \text{pers. (46)}$$

Biaya simpan *vendor* dari bahan baku di siklus pengisian umum “C” seperti

$$\frac{n H_{rm} MP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) \quad \text{pers. (47)}$$

Dalam tiap pemesanan, tingkat kerusakan dari bahan baku akan berbanding dengan waktu pemesanan dari bahan baku dalam C yang mana dipengaruhi oleh biaya simpan tiap bahan baku dari sisi vendor dengan tingkat produksi dan bahan baku yang dibutuhkan.

Biaya *deteriotation vendor* dari bahan baku di C adalah

$$n f_{rm} (Q_{rm} - MP trm) \quad \text{pers. (48)}$$

kita mendapatkan total biaya inventori bahan baku dari vendor per satuan waktu:

$$TC_{rm} = \frac{n}{c} \left[A + \frac{H_{rm}MP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) + frm(Q_{rm} - MP_{trm}) \right] \quad \text{pers.(49)}$$

3.1.5 Total Biaya dari sistem VMI

Meringkas persamaan (32), (40) dan (49) kita mendapatkan model terkait, model dapat dilihat seperti beriku:

$$JTC = TC_{rm} + TC_{vp} + TC_b \quad \text{pers. (50)}$$

3.2 Langkah Penelitian

Adapun langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

Langkah 1. Melakukan validasi model menggunakan analisis dimensi

Langkah 2. Melakukan verifikasi model dengan menghitung total biaya inventori dari penelitian yu et al (2012) dengan perangkat lunak excel.

Langkah 2. Melakukan optimasi model VMI dengan *Algoritma Genetic* (AG).

3.2.1 Validasi model dengan analisis dimensi

1. Validasi kuantitas inventori retail

$$Q = \frac{D}{\theta} (e^{\theta c} - 1)$$

$$Q = \frac{\text{unit/waktu}}{\% \text{unit/waktu}}$$

$$Q = \%$$

2. Validasi total biaya produk di sisi vendor

$$TCbi = \left[Ti + \frac{DiHbi}{\theta^2} (e^{\theta c} - 1) - \frac{DiHbi}{\theta} + pe(Qi - DiC) \right] / c$$

$$TCbi = \left[\frac{\$}{\text{unit}} + \frac{\frac{\text{unit}}{\text{waktu}} * \frac{\$}{\text{unit}} / \text{waktu}}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}^2} - \frac{\frac{\text{unit}}{\text{waktu}} * \frac{\$}{\text{unit}} / \text{waktu}}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}} + \$/\text{unit}(\text{unit} - \frac{\text{unit}}{\text{waktu}} * \text{waktu}) \right]$$

$$TCb = \left[\frac{\$}{\text{unit}} + \frac{\frac{\$}{\text{waktu}} * \frac{1}{\text{waktu}} * \text{Waktu}}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}} - \frac{\$/\text{waktu}}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}} \right]$$

$$TCb = \frac{\$}{\text{waktu}}$$

3. Validasi waktu produksi vendor untuk retailer

$$tvi = -\frac{1}{\theta} \left[1 - \frac{D}{p} (e^{\theta c} - 1) \right]$$

$$tvi = -\frac{1}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}} \ln \left[1 - \frac{\frac{\text{unit}}{\text{waktu}}}{\% \frac{\text{unit}}{\text{unit}} / \text{waktu}} \left(\% \frac{\text{unit}}{\text{waktu}} \right) \right]$$

$$tvi = \text{waktu}$$

4. Validasi total biaya produk di sisi vendor

$$TCvp = \left[S + \sum_i^m \frac{HvpP}{\theta^2} (\theta tvi + e^{-\theta tvi} - 1) + po(ptvi - Qi) \right] / c$$

$$TCvp = \left[\frac{\$}{unit} + \sum_i^m \frac{\frac{\$}{unit} * \frac{unit}{waktu}}{\% \frac{unit}{waktu}} \left(\% \frac{unit}{waktu} * waktu \right) + \$/unit \left(\frac{unit}{waktu} * waktu - unit \right) \right]$$

$$TCvp = \left[\frac{\$}{waktu} + \frac{\$}{waktu} * \frac{unit^2 * waktu}{\%} \left(\frac{\%^2}{\% \frac{unit}{waktu}} + 1 \right) \right]$$

$$TCvp = \frac{\$}{waktu}$$

5. Validasi waktu bahan baku

$$trm = -\frac{1}{n\theta} \sum_i^m \ln \left[1 - \frac{Di}{p} (e^{\theta c} - 1) \right]$$

$$trm = -\frac{1}{waktu * \left(\% \frac{unit}{waktu} \right)} \sum_i^m \ln \left[1 - \frac{unit/waktu}{unit/waktu} \left(\% \frac{unit}{unit} / waktu \right) \right]$$

$$trm = waktu$$

6. Validasi kuantitas bahan baku

$$Qrm = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta trm} - 1)$$

$$Qrm = \frac{unit * unit/waktu}{\% \frac{unit}{unit} / waktu}$$

$$Qrm = unit$$

7. Validasi total biaya bahan baku di gudang vendor

$$TCrm = \frac{n}{c} \left[A + \frac{HrmMP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta trm} - 1) + frm(Qrm - MPtrm) \right]$$

$$TC_{rm} = \frac{n}{c} \left[\frac{\$}{unit} + \frac{\frac{\$}{unit} * unit * \frac{unit}{waktu}}{\frac{\%}{unit} * \frac{unit}{waktu}} \left(\frac{\%}{unit} * \frac{unit}{waktu} * waktu + \left(\frac{\%}{unit} * \frac{unit}{waktu} * waktu \right) \right) \right. \\ \left. + \$/unit (unit - unit * \frac{unit}{waktu} * waktu) \right]$$

$$TC_{rm} = \$/waktu$$

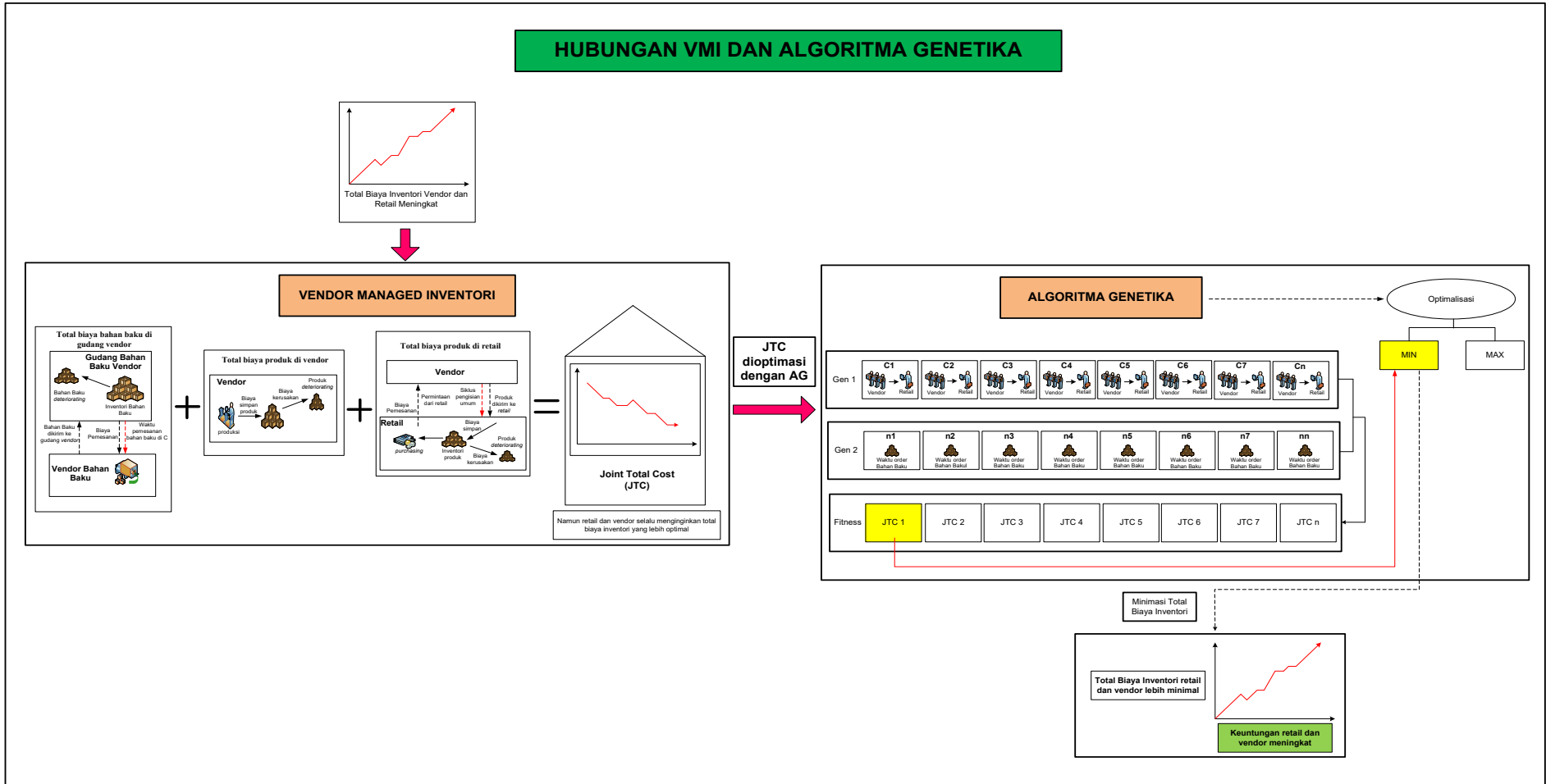
8. Total biaya keseluruhan

$$JTC = TC_{rm} + TC_{vp} + TC_b$$

$$JTC = \frac{\$}{waktu} + \frac{\$}{waktu} + \frac{\$}{waktu}$$

$$JTC = \frac{\$}{waktu}$$

3.2.2 Hubungan VMI dan Algoritma Genetika



Gambar 3.1 Hubungan VMI dan AG

Berdasarkan gambar diatas, adanya peningkatan total biaya inventori pada retail dan vendor membuat kerugian antara kedua pihak tersebut. Sehingga digunakan model VMI untuk meminimalkan biaya. Dengan menggunakan parameter dan variabel diantara pihak *vendor* dan *retail* yang berupa total bahan baku di *vendor*, total biaya produk *vendor* dan total biaya produk di retail maka total biaya yang minimum didapatkan. Namun dari hasil VMI JTC yang telah didapatkan dirasa belum optimal. Sehingga digunakan metode pencarian Algoritma Genetika untuk mencari total biaya yang lebih minimal. Untuk melakukan optimasi, digunakan variabel keputusan yang ada pada model VMI untuk dijadikan gen atau informasi. Kemudian digunakan juga hasil dari VMI JTC sebagai nilai *fitness* untuk kemudian dilakukan proses optimasi untuk mencari total biaya yang paling optimal. Dari hasil optimasi Algoritma Genetika kemudian didapat total biaya yang lebih minimum sehingga keuntungan yang didapatkan oleh retail dan vendor akan meningkat.

3.2.3 Metode Algoritma Genetika

a. Inisialisasi populasi

Langkah inisialisasi ini bertujuan untuk membentuk penyelesaian persoalan. Dari langkah ini dibentuk populasi awal secara acak atau heuristik yang mana akan mengurangi pembentukan generasi ketika mencari solusi dan untuk memulai pencarian pada daerah yang lebih luas. Pada penelitian ini menggunakan binary encoding yang mana setiap gen hanya bernilai 0 atau 1. Pengimplementasian populasi awal dapat dibentuk secara acak. Langkah awal untuk memecahkan

masalah yaitu dengan merepresentasikan kromosom yang merupakan kumpulan dari gen.

b. Representasi kromosom

Merepresentasikan permasalahan merupakan hal yang penting dalam algoritma genetika. Bila dalam merepresentasikan skema terjadi perbedaan maka akan menyebabkan perbedaan kinerja dalam hal akurasi dan waktu. Untuk mencari solusi maka dalam penelitian ini representasi kromosom akan digambarkan sebagai berikut

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Gn
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Gambar 3.2 Representasi kromosom.

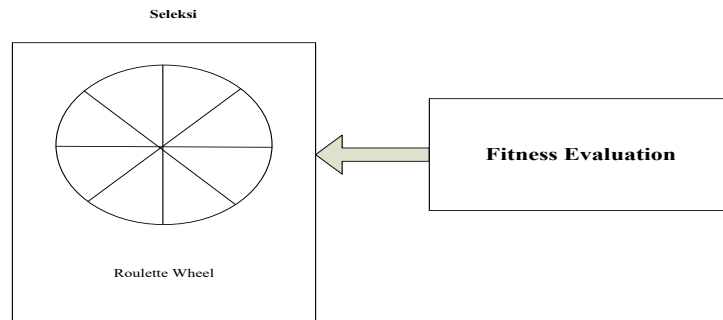
Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat bahwa representasi kromosom terdiri kumpulan gen dari G1 sampai Gn. Dimana G1 hingga Gn merupakan representasi dari variabel keputusan yaitu n_1 hingga n_7 dan $C_{0,0989}$ hingga $C_{0,1388}$. Variabel n_1 hingga n_7 merupakan waktu order bahan baku di gudang *vendor* dalam siklus pengisian ulang. Sedangkan variabel $C_{0,0989}$ hingga $C_{0,1388}$ merupakan siklus pengisian umum produk ke *retailer*.

c. Seleksi

Proses seleksi dilakukan setelah proses mutasi untuk mencari nilai minimum yang optimal. Proses seleksi merupakan proses pemilihan kromosom. Setelah kromosom terpilih maka kromosom tersebut akan menjadi kromosom awal pada generasi baru.

Proses seleksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kegiatan lingkup pencarian berikutnya untuk menemukan nilai terbaik pada waktu yang singkat.

Berikut ini adalah gambar proses seleksi:

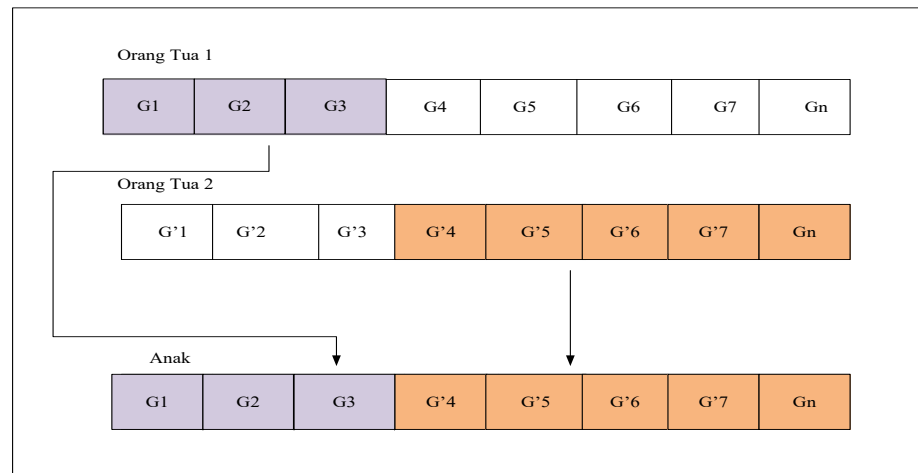


Gambar 3.3 Seleksi

Salah satu metode seleksi yang banyak dipergunakan yaitu *roulette wheel*. Metode ini menyeleksi populasi baru dengan distribusi probabilitas berdasarkan nilai *fitness*. Semakin baik nilai fitnessnya maka semakin besar kemungkinan untuk terpilih.

d. *Crossover*

Rute yang terpilih pada proses seleksi beberapa diantaranya akan dilibatkan dalam proses *crossover*. *Crossover* membangkitkan *offspring* baru dengan mengganti sebagian informasi dari orang tua (*parent*). Dengan cara memindah silangkan dua buah kromosom. *Crossover* yang digunakan yaitu *one cut point crossover*. Proses *crossover* dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

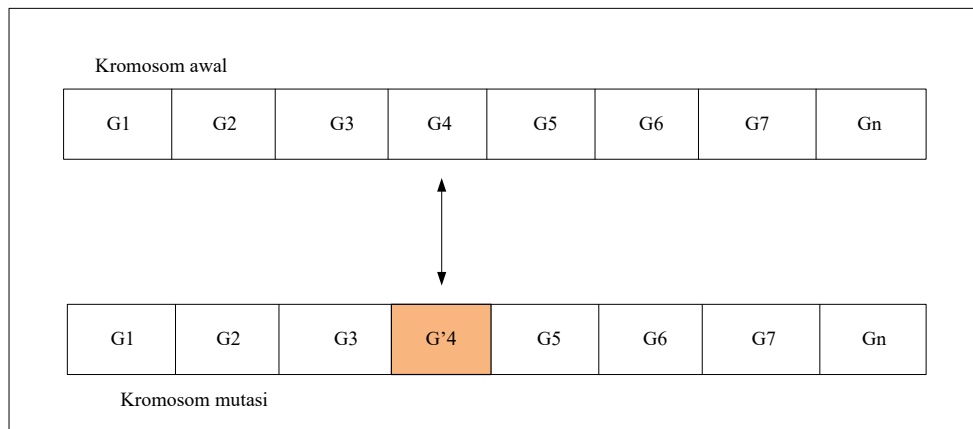


Gambar 3.4 *One cut point Crossover*

Tahap *crossover* merupakan operator dari algoritma genetika yang melibatkan orang tua untuk menghasilkan kromosom baru. Pada gambar diatas menunjukkan proses persilangan untuk mengawin pasangan kromosom sehingga menghasilkan keturunan dengan *crossover*. Dimana tipe ini menggabungkan gen dari orang tua 1 dan gen dari orang tua 2. Penentuan orang tua dilakukan secara acak dari populasi yang sudah ditentukan.

e. Mutasi

Mutasi dilakukan untuk mengubah salah satu atau lebih bagian dari kromosom. Mutasi berfungsi untuk mengganti gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal. Proses mutasi dapat dilihat sebagai berikut :



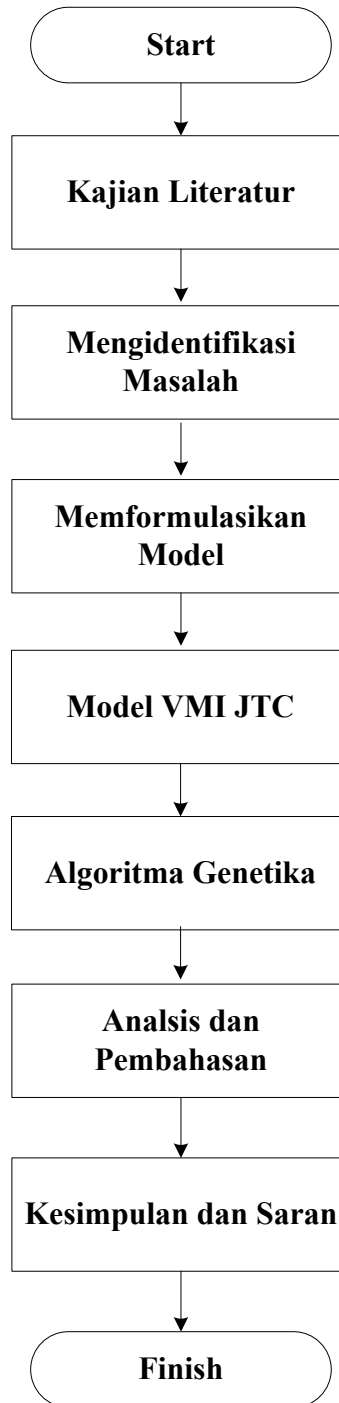
Gambar 3.5 Mutasi

Berdasarkan gambar di atas mutasi dilakukan untuk meningkatkan kinerja dalam penyelesaian silang yang melibatkan pergantian dua elemen gen yang dipilih secara acak. Mutasi merupakan proses yang dilakukan secara acak pada posisi gen tertentu pada individu yang dimutasikan. Mutasi ini akan menghasilkan nilai *fitness* yang terbaik..

f. Terminasi

Pada terminasi terjadi proses penghentian regenerasi yang berlangsung atau disebut dengan *stopping criteria*. Pada penelitian ini dilakukan proses penghentian dilakukan pada saat proses run telah menunjukkan iterasi terakhir, sehingga hasil penghentian appared menjadi dekat atau optimal. Dimulai dengan penghentian pertama yaitu 100 generasi, 50 populasi, keep best 1, kecepatan mutasi gen 10% dan kecepatan mutasi populasi 80%. Dengan demikian pendefinisian masalah yang berbeda akan memperoleh hasil yang optimal.

3.3 Kerangka Penelitian



Gambar 3.6 Diagram alir penelitian

3.4 Penjelasan Diagram Alir (Langkah Penelitian)

Dari penelitian yang dilakukan terdapat 7 langkah penelitian yang telah digambarkan pada diagram alir pada gambar 3.4, berikut penjelasan mengenai diagram alir :

1. Mengidentifikasi masalah

Pada tahap ini dijelaskan mengenai masalah yang akan diselesaikan dengan pendekatan yang berhubungan dengan keilmuan Teknik Industri.

2. Kajian literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka yang terdiri dari kajian induktif dan kajian deduktif. Kajian – kajian tersebut meliputi sejarah perkembangan penelitian mengenai topik dan ruang lingkup kajian berupa VMI (*Vendor Managed Inventory*) dan Algoritma genetika.

3. Objek penelitian

Pada tahap ini objek penelitian ditentukan dari data yang diperoleh berdasarkan penelitian sebelumnya tentang *Vendor Managed Inventory*. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengintegrasian hubungan antara vendor dan retail yang sama – sama *single* dalam mengelola biaya produk dan bahan baku.

4. Pengumpulan dan pengolahan data

Pada tahap ini pengumpulan data yang dilakukan berasal dari penelitian yang dilakukan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yu et al (2012). Kemudian dari data yang ada diolah dengan bantuan *software* Excell[®], lalu dioptimasi menggunakan *software* Generator[®] Genetic Algorithm.

5. Memformulasikan model

Pada tahap ini menjelaskan tentang penggunaan model yang telah dibangun pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Yu et al (2012)

6. Analisis dan pembahasan

Pada tahap ini menjelaskan mengenai hasil dari data yang telah diolah menggunakan *software* Excell[®], lalu dioptimasi menggunakan *software* Generator[®] Genetic Algorithm. Kemudian dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data tersebut.

7. Kesimpulan dan saran

Pada tahap ini akan menjelaskan mengenai rangkaian penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kemudian pemberian saran dengan tujuan mengembangkan dan menyempurnakan hasil penelitian ini untuk penelitian berikutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memaparkan tentang data yang dipakai dalam penelitian, pengolahan data VMI menggunakan JTC, pengolahan data menggunakan Algoritma Genetika beserta hasil yang diperoleh termasuk grafik dan gambar yang menjadi acuan pada bab berikutnya.

4.1 Pengambilan data

Dalam penelitian ini data yang dipakai berasal dari data penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yu et al (2012). Data tersebut dilakukan perhitungan menggunakan rumus *Joint Total Cost* (JTC). Dari hasil yang didapatkan kemudian dilakukan optimasi menggunakan *software* Algoritma Genetika.

4.2 Data yang digunakan

Pada bab ini dilakukan perhitungan total biaya produk dan bahan baku dari data penelitian sebelumnya yang mana terdapat *single vendor* dan *single retailer* dalam satu siklus produksi. Berikut ini data yang dipakai dalam pengolahan data :

4.2.1 Data inventori produk di sisi *retail*

Data inventori pada tabel menjelaskan bagaimana satu *retail* menjalin kerjasama dengan satu *vendor* dalam mengelola produk yang dibelinya. Sifat produk yang dibeli oleh *retail* mudah rusak tingkat kerusakan dari produk sangat diperhatikan oleh pihak *retail* karena sangat berpengaruh terhadap biaya kerusakan yang akan dikeluarkan. Data inventori produk di sisi *retail* dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data inventori produk di retail

Parameter	value	Satuan
θ	0,02	(presentase/unit/waktu)
D	1000	(unit/waktu)
T	1000	(\$/unit)
Hb	6	(\$/unit/waktu)
pe	30	(\$/unit)

Sumber: Yu et al (2012)

4.2.2 Data inventori produk di sisi *vendor*

Data inventori produk pada tabel menjelaskan bagaimana *vendor* mengelola produknya untuk memuaskan permintaan dari *retail*. Tabel berikut menjelaskan biaya apa saja yang dikeluarkan oleh *vendor* untuk memproduksi produk yang dipesan oleh *retail*. Karena sifat produk deteriorating, maka tingkat kerusakan produk juga sangat berpengaruh terhadap biaya kerusakan produk. Data inventori produk di sisi *vendor* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data produk divendor

Parameter	value	Satuan
θ	0,02	(presentase/unit/waktu)
Hvp	4	(\$/unit/waktu)
po	20	(\$/unit)
S	1000	(\$/unit)
pe	30	(\$/unit)
P	6000	(unit/waktu)

Sumber: Yu et al (2012)

4.2.3 Data inventori bahan bakupada gudang *vendor*

Data inventori dari bahan baku pada tabel menjelaskan bagaimana *vendor* mengelola persediaan bahan baku pada gudangnya dan biaya apa saja yang dikeluarkan. Tingkat kerusakan dari bahan baku sangat diperhatikan karena berpengaruh terhadap biaya kerusakan dari bahan baku yang ada di gudang. Data inventori bahan baku pada gudang *vendor* dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel4.3 Data bahan baku pada gudang *vendor*

Parameter	value	Satuan
β	0,03	(presentase/unit/waktu)
A	5000	(\$/order)
M	1	(unit)
Hrm	8	(\$/unit/waktu)
frm	15	(\$/unit)
P	6000	(unit/waktu)

Sumber: Yu et al (2012)

4.2.4 Data variabel keputusan

Data pada tabel berikut menjelaskan mengenai variabel keputusan berupa waktu order bahan baku dan siklus pengisian umum. Data waktu order bahan baku dan siklus pengisian umum sangat berpengaruh terhadap total biaya yang dikeluarkan baik dari pihak retail maupun *vendor*. Data variabel keputusan dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data variabel keputusan

n	Satuan	C(10 ⁻²)	Satuan
1	Bilangan bulat	9,89	Bilangan real
2	Bilangan bulat	11,26	Bilangan real
3	Bilangan bulat	12,02	Bilangan real
4	Bilangan bulat	12,59	Bilangan real
5	Bilangan bulat	13,07	Bilangan real
6	Bilangan bulat	13,49	Bilangan real
7	Bilangan bulat	13,88	Bilangan real

Sumber: Yu et al (2012)

Perhitungan berikut ini akan menghitung *Joint Total Cost (JTC)* yang terdiri dari TCb (total biaya produk pada *retail*), TCvp (total biaya produk pada *vendor*) dan TCrm (total biaya bahan baku pada gudang *vendor*). Adapun proses perhitungan JTC sebagai berikut :

4.3 Memprogramkan model VMI dengan menggunakan *softwareExcel*[®].

Penggunaan model matematik VMI dengan menggunakan *softwareExcel*[®] memudahkan dalam mengolah data berupa angka – angka yang tersedia. Dalam penggunaan

softwareExcell[®] juga mempersingkat waktu pengolahan data. Model VMI yang akan diprogramkan ke dalam *softwareExcell*[®] yaitu *Joint Total Cost*(JTC). Untuk menjalankan program *softwareExcell*[®] ini yaitu dengan memasukan data yang dibutuhkan.

Untuk menjalankan *softwareExcell*[®] ini rumus dari model VMI yaitu rumus JTC dari penelitian sebelumnya dimasukan ke dalam *softwareExcell*[®] untuk kemudian data yang ada diolah menggunakan rumus yang telah dimasukan. Setelah memperoleh hasil dari model VMI maka langkah selanjutnya yaitu mengoptimasi menggunakan algoritma genetika. Optimasi hasil data tersebut menggunakan bantuan *software Generator*[®] *Genetic Algorithm*.

4.4 Pengolahan data *Joint Total Cost*.

Langkah pertama yaitu menghitung nilai total biaya produk pada pihak retail dengan rumus dari persamaan (32), sebagai berikut:

$$TCb = \left[T + \frac{DHb}{\theta^2} (e^{\theta c} - 1) - \frac{DHb}{\theta} + p(Q - DC) \right] / c \quad \text{pers(32)}$$

- a. Menghitung nilai kuantitas order dari *retailer*, yang mana didapatkan dari permintaan dan tingkat kerusakan dari produk di pihak *retail* dalam siklus pengisian umum C.

Dapat dilihat dari persamaan (29):

$$Q = \frac{D}{\theta} (e^{\theta c} - 1) \quad \text{pers(29)}$$

1. Untuk $C=0,0989$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,0989} - 1)$$
$$= 98,762 \%$$

2. Untuk $C=0,1126$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,0989} - 1)$$
$$= 112,459 \%$$

3. Untuk $C=0,1202$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,1126} - 1)$$
$$= 120,058 \%$$

4. Untuk $C=0,1259$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,1259} - 1)$$
$$= 125,759 \%$$

5. Untuk $C=0,1307$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,1307} - 1)$$
$$= 130,559 \%$$

6. Untuk $C=0,1249$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,1349} - 1)$$
$$= 134,761 \%$$

7. Untuk $C=0,1388$

$$Q = \frac{1000}{0,02} (e^{0,02*0,1388} - 1)$$

$$= 138,662 \%$$

- b. Setelah peroleh hasil kuantitas pesanan *retail*, langkah selanjutnya menghitung nilai TCb. Nilai total biaya produk pada *retail* berdasarkan biaya pemesanan, biaya simpan, biaya *deteriorating* produk serta siklus pengisian umum. Dapat dilihat sebagai berikut :

1. Untuk $C=0,0989$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,0989} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,0989)}{0,0989} \right]$$

$$= 459025,4 \text{ USD/Bulan}$$

2. Untuk $C=0,1126$

$$TCbi = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,0989} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1126)}{0,1126} \right]$$

$$= 457901,7 \text{ USD/Bulan}$$

3. Untuk $C=0,1202$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,1202} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1202)}{0,1202} \right]$$

$$= 457399,3 \text{ USD/Bulan}$$

4. Untuk $C=0,1259$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,1259} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1259)}{0,1259} \right]$$

$$= 457966,9\text{USD/Bulan}$$

5. Untuk $C=0,1307$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,1307} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1307)}{0,1307} \right]$$

$$= 456812,6\text{USD/Bulan}$$

6. Untuk $C=0,1349$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,1349} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1349)}{0,1349} \right]$$

$$= 456607 \text{ USD/Bulan}$$

7. Untuk $C=0,1388$

$$TCb = \left[\frac{1000 + \frac{1000*6}{0,02^2} (e^{0,02*0,1388} - 1) \frac{1000*6}{0,02} + 30(98,762 - 1000 * 0,1388)}{0,1388} \right]$$

$$= 456429,1\text{USD/Bulan}$$

Langkah kedua yaitu menghitung nilai total biaya produk pada *vendor* dengan rumus dari persamaan (40), sebagai berikut :

$$TCvp = \left[S + \frac{HvpP}{\theta^2} (\theta tv + e^{-\theta tv} - 1) + po(ptv - Q) \right] / c \quad \text{pers(40)}$$

- a. Untuk menghitung nilai dari total biaya produk pada *vendor* maka terlebih dahulu menghitung waktu produksi *vendor* untuk memenuhi permintaan konsumen. Dengan dipengaruhi oleh permintaan *retail*, tingkat kerusakan produk serta tingkat produksi dalam siklus pengisian umumC maka dapat dilihat berdasarkan persamaan (36) sebagai berikut:

$$tv = -\frac{1}{\theta} \ln \left[1 - \frac{Di}{p} (e^{\theta c} - 1) \right] \quad \text{pers(36)}$$

1. Untuk C=0,0989

$$\begin{aligned} tv &= -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,0989} - 1) \right] \\ &= 0,0016461 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

2. Untuk C=0,1126

$$\begin{aligned} tv &= -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1126} - 1) \right] \\ &= 0,0018743 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

3. Untuk C=0,1202

$$\begin{aligned} tv &= -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1202} - 1) \right] \\ &= 0,002001 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

4. Untuk C=0,1259

$$\begin{aligned} tv &= -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1259} - 1) \right] \\ &= 0,002096 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

5. Untuk $C=0,1307$

$$tv = -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1307} - 1) \right]$$

$$= 0,2176 \text{ Bulan}$$

6. Untuk $C=0,1349$

$$tv = -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1349} - 1) \right]$$

$$= 0,00224 \text{ Bulan}$$

7. Untuk $C=0,1388$

$$tv = -\frac{1}{0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02*0,1388} - 1) \right]$$

$$= 0,00231 \text{ Bulan}$$

b. Setelah memperoleh waktu produksi *vendor* untuk *retailer*, langkah selanjutnya menghitung nilai TC_{vp} . Persamaan total biaya produk di *vendor* berasal dari biaya tetap *vendor*, biaya simpan *vendor*, biaya *deteriorating vendor* serta siklus pengisian umum, sebagai berikut:

1. Untuk $C=0,0989$

$$TC_{vp} = \left[1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00164 + e^{-0,02*0,00164} - 1) \right]$$

$$+ 20(60000 * 0,00164 - 98,76233)] / 0,0989$$

$$= 12465,76 \text{ USD/Bulan}$$

2. Untuk $C=0,1126$

$$TC_{vp} = \left[1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00187 + e^{-0,02*0,00187} - 1) \right]$$

$$+20(60000 * 0,00187 - 112,4586)]/0,1126$$

$$= 11496,29\text{USD/Bulan}$$

3. Untuk C=0,1202

$$TCvp = [1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00200 + e^{-0,02*0,00200} - 1)$$

$$+20(60000 * 0,00200 - 120,0582)]/0,1202$$

$$= 11079,45\text{USD/Bulan}$$

4. Untuk C=0,1259

$$TCvp = [1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00209 + e^{-0,02*0,00209} - 1)$$

$$+20(60000 * 0,00209 - 125,7586)]/0,1259$$

$$= 10811,32\text{USD/Bulan}$$

5. Untuk C=0,1307

$$TCvp = [1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00217 + e^{-0,02*0,00217} - 1)$$

$$+20(60000 * 0,00217 - 130,5595)]/0,1307$$

$$= 10611,02\text{USD/Bulan}$$

6. Untuk C=0,1349

$$TCvp = [1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00224 + e^{-0,02*0,00224} - 1)$$

$$+20(60000 * 0,00224 - 134,7606)]/0,1349$$

$$= 10452,79\text{USD/Bulan}$$

7. Untuk $C=0,1388$

$$TCvp = \left[1000 + \frac{4 * 6000}{0,02^2} (0,02 * 0,00231 + e^{-0,02 * 0,00231} - 1) \right]$$

$$+ 20(60000 * 0,00221 - 138,662)] / 0,1388$$

$$= 10318,78\text{USD/Bulan}$$

Langkah ketiga yaitu menghitung nilai total biaya bahan baku pada gudang *vendor* dengan rumus dari persamaan (49), sebagai berikut :

$$TCrm = \frac{n}{c} \left[A + \frac{HrmMP}{\beta^2} (\beta trm + e^{-\beta tvi} - 1) + frm(Qrm - MPtrm) \right] \quad \text{pers(49)}$$

- a. Untuk menghitung nilai dari total biaya bahan baku pada vendor maka terlebih dahulu menghitung waktu bahan baku pada gudang *vendor*. Dengan dipengaruhi oleh waktu produksi vendor dan waktu order bahan baku dalam siklus pengisian umum C maka dapat dilihat dari persamaan (44) sebagai berikut:

$$trm = -\frac{1}{n\theta} \ln \left[1 - \frac{Di}{p} (e^{\theta C} - 1) \right] \quad \text{pers(44)}$$

1. Mencari $n=1$ dan $C=0,0989$

$$trm = -\frac{1}{1 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,0989} - 1) \right]$$

$$= 0,001646 \text{ Bulan}$$

2. Mencari $n=2$ dan $C=0,1126$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{2 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1126} - 1) \right] \\ &= 0,00937 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

3. Mencari $n=3$ dan $C=0,1202$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{3 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1202} - 1) \right] \\ &= 0,00667 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

4. Mencari $n=4$ dan $C=0,1259$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{4 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1259} - 1) \right] \\ &= 0,000524 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

5. Mencari $n=5$ dan $C=0,1307$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{5 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1307} - 1) \right] \\ &= 0,000435 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

6. Mencari $n=6$ dan $C=0,1349$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{6 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1349} - 1) \right] \\ &= 0,000374 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

7. Mencari $n=7$ dan $C=0,1388$

$$\begin{aligned} trm &= -\frac{1}{7 * 0,02} \ln \left[1 - \frac{1000}{60000} (e^{0,02 * 0,1388} - 1) \right] \\ &= 0,00033 \text{ Bulan} \end{aligned}$$

- b. Menghitung nilai dari kuantitas order bahan baku dengan dipengaruhi oleh unit bahan baku, tingkat produksi vendor serta tingkat kerusakan dari bahan baku yang dapat dilihat dari persamaan (45) sebagai berikut:

$$Q_{rm} = \frac{MP}{\beta} (e^{\beta trm} - 1) \quad \text{pers(45)}$$

1. Untuk $trm=0,001646$

$$\begin{aligned} Q_{rm} &= \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,001646} - 1) \\ &= 98,5316 \text{ unit} \end{aligned}$$

2. Untuk $trm 0,000937$

$$\begin{aligned} Q_{rm} &= \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,000937} - 1) \\ &= 56,0975 \text{ unit} \end{aligned}$$

3. Untuk $0,000667$

$$\begin{aligned} Q_{rm} &= \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,000667} - 1) \\ &= 39,9254 \text{ unit} \end{aligned}$$

4. Untuk $0,000524$

$$\begin{aligned} Q_{rm} &= \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,000524} - 1) \\ &= 31,3658 \text{ unit} \end{aligned}$$

5. Untuk $0,000435$

$$Q_{rm} = \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,000435} - 1)$$

$$= 26,05057 \text{ unit}$$

6. Untuk 0,000374

$$Q_{rm} = \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,000374} - 1)$$

$$= 22,4073 \text{ unit}$$

7. Untuk 0,00033

$$Q_{rm} = \frac{1 * 60000}{0,03} (e^{0,03 * 0,00033} - 1)$$

$$= 19,7623 \text{ unit}$$

c. Setelah memperoleh trm dan Q_{rm} , langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai TC_{rm} . Persamaan total biaya bahan baku di *vendor* berasal dari biaya tetap bahan baku, biaya simpan bahan baku, biaya kerusakan dari bahan baku, waktu order serta siklus pengisian umum. Dapat dilihat sebagai berikut:

1. Untuk $n=1$ dan $C=0,0989$

$$TC_{rm} = \frac{1}{0,0989} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,00164 + e^{-0,03 * 0,00164} - 1)$$

$$+ 15(98,531 - 1 * 60000 * 0,00164)]$$

$$= 51160,41 \text{ USD/Bulan}$$

2. Untuk $n=2$ dan $C=0,1126$

$$TC_{rm} = \frac{1}{0,1126} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,000937 + e^{-0,03 * 0,000937} - 1)$$

$$+ 15(56,0975 - 1 * 60000 * 0,000937)]$$

$$= 89411,35 \text{ USD/Bulan}$$

3. Untuk $n=3$ dan $C=0,1202$

$$TCrm = \frac{1}{0,1202} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,000667 + e^{-0,03*0,000667} - 1) \\ + 15(39,92547 - 1 * 60000 * 0,000667)] \\ = 125392,3\text{USD/Bulan}$$

4. Untuk $n=4$ dan $C=0,1259$

$$TCrm = \frac{1}{0,1259} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,000524 + e^{-0,03*0,000524} - 1) \\ + 15(31,36583 - 1 * 60000 * 0,000524)] \\ = 159456\text{USD/Bulan}$$

5. Untuk $n=5$ dan $C=0,1307$

$$TCrm = \frac{1}{0,1307} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,000435 + e^{-0,03*0,000435} - 1) \\ + 15(26,05057 - 1 * 60000 * 0,000435)] \\ = 191877,1\text{USD/Bulan}$$

6. Untuk $n=6$ dan $C=0,1349$

$$TCrm = \frac{1}{0,1349} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,000374 + e^{-0,03*0,000374} - 1) \\ + 15(22,40735 - 1 * 60000 * 0,000374)] \\ = 222986,1\text{USD/Bulan}$$

7. Untuk $n=7$ dan $C=0,1388$

$$\begin{aligned} TC_{rm} &= \frac{1}{0,1388} * [5000 + \frac{8 * 1 * 6000}{0,03^2} (0,03 * 0,00033 + e^{-0,03 * 0,00033} - 1) \\ &\quad + 15(19,76232 - 1 * 60000 * 0,00033)] \\ &= 252760,4 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

Dari hasil TC_{bi} , TC_{vp} dan TC_{rm} yang didapatkan, maka selanjutnya akan didapatkan hasil JTC dengan perhitungan JTC berdasarkan persamaan (32), (40) dan (49) sebagai berikut :

$$JTC = TC_{rm} + TC_{vp} + TC_{bi}$$

1. TC_{rm} , TC_{vp} dan TC_{bi} dengan $n=1$ dan $C=0,0989$

$$\begin{aligned} JTC &= 51160 + 12465,76 + 459025,4 \\ &= 522651,6 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

2. TC_{rm} , TC_{vp} dan TC_{bi} dengan $n=2$ dan $C=0,1126$

$$\begin{aligned} JTC &= 89411,35 + 11496,29 + 457901,7 \\ &= 558809,3 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

3. TC_{rm} , TC_{vp} dan TC_{bi} dengan $n=3$ dan $C=0,1202$

$$\begin{aligned} JTC &= 125392,3 + 11079,45 + 457399,3 \\ &= 593871 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

4. TC_{rm} , TC_{vp} dan TC_{bi} dengan $n=4$ dan $C=0,1259$

$$\begin{aligned} JTC &= 159456 + 10811,32 + 457066,9 \\ &= 627334,2 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

5. TC_{rm}, TC_{vp} dan T_{cbi} dengan n=5 dan C=0,1307

$$\begin{aligned} JTC &= 191877,1 + 10611,02 + 456812,6 \\ &= 659300,7 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

6. TC_{rm}, TC_{vp} dan T_{cbi} dengan n=6 dan C=0,1349

$$\begin{aligned} JTC &= 222986,1 + 10452,79 + 456607 \\ &= 690045,9 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

7. TC_{rm}, TC_{vp} dan T_{cbi} dengan n=7 dan C=0,1388

$$\begin{aligned} JTC &= 252760,4 + 10318,78 + 456429,1 \\ &= 719508,2 \text{USD/Bulan} \end{aligned}$$

4.5 Optimasi Algoritma Genetika

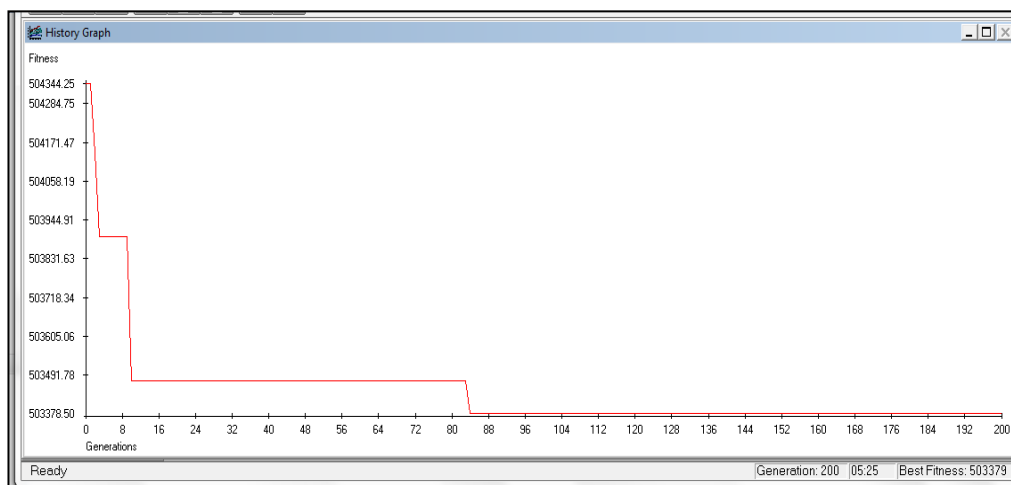
Hasil perhitungan model VMI menggunakan *softwareExcel*[®] selanjutnya akan dioptimasi menggunakan algoritma genetika. Tujuan dari mengoptimasi data tersebut yaitu untuk mendapatkan hasil yang paling optimal dengan hasil Joint Total Cost yang paling minimal. Keuntungan maksimal akan diperoleh oleh pihak *vendor* maupun *retailer* karena total biaya yang minimal. Berikut ini langkah pemecahan masalah dengan menggunakan optimasi algoritma genetika :

4.5.1 Menentukan generasi paling optimal

Pada tahap ini untuk melakukan optimasi menggunakan algoritma genetika terlebih dahulu menentukan generasi yang paling optimal atau *convergen*. Generasi *convergen* yaitu

generasi yang diperoleh ketika model tersebut menunjukkan nilai *fitness* paling optimal dengan adanya garis yang tidak lagi mengalami penurunan.

Percobaan ini menggunakan *keep best* 1, kecepatan mutasi gen sebesar 10% kecepatan mutasi populasi 80%, dan nilai populasi yang ditentukan secara acak sebesar 60 populasi. Generasi awal yang dipakai pada percobaan ini sebesar 100. Hasil dari percobaan generasi *convergen* dapat dilihat seperti berikut :



Gambar 4.1 Hasil generasi *convergen*

Berdasarkan hasil yang didapat dapat dilihat bahwa percobaan yang dilakukan hasil generasi yang paling *convergen* yaitu dengan jumlah 200 generasi. Generasi *convergen* tersebut mulai terbentuk pada titik generasi ke 85 dan terus optimal hingga mencapai titik 200. Dengan demikian generasi tersebut dapat dipakai pada percobaan selanjutnya.

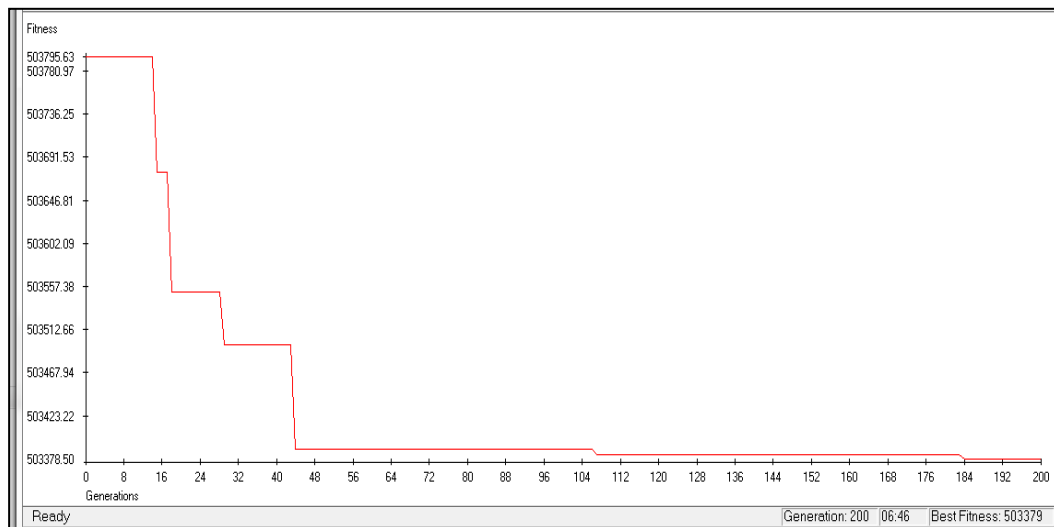
4.5.2 Menentukan populasi optimal dengan generasi *convergen* tetap

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui populasi paling optimal maka pada percobaan ini dimasukan berbagai populasi yang berbeda dengan generasi tetap yang berasal dari

percobaan sebelumnya. Pada percobaan ini digunakan *keep best* 1 kecepatan mutasi gen sebesar 10%, kecepatan mutasi sebesar populasi 80%, dan nilai populasi berbeda ditunjukkan pada tabel 4.5. Generasi yang digunakan pada percobaan ini yaitu hasil generasi percobaan sebelumnya yaitu sebesar 200.

Tabel 4.5 Pengaruh populasi terhadap generasi tetap

Populasi	Persentase Mutasi		Generasi	Best Fitness (USD)	Time Elapsed (Minute)
	Populasi (%)	Gen (%)			
10	80	10	200	503425	00:59
20	80	10	200	503381	01:33
30	80	10	200	503419	02:12
40	80	10	200	503559	02:50
50	80	10	200	503406	03:25
60	80	10	200	503385	04;51
70	80	10	200	503421	04:32
80	80	10	200	503414	05:52
90	80	10	200	503379	06:46
100	80	10	200	503432	07:14



Gambar 4.2 Hasil Populasi 90 terhadap *best fitness* pada generasi 200

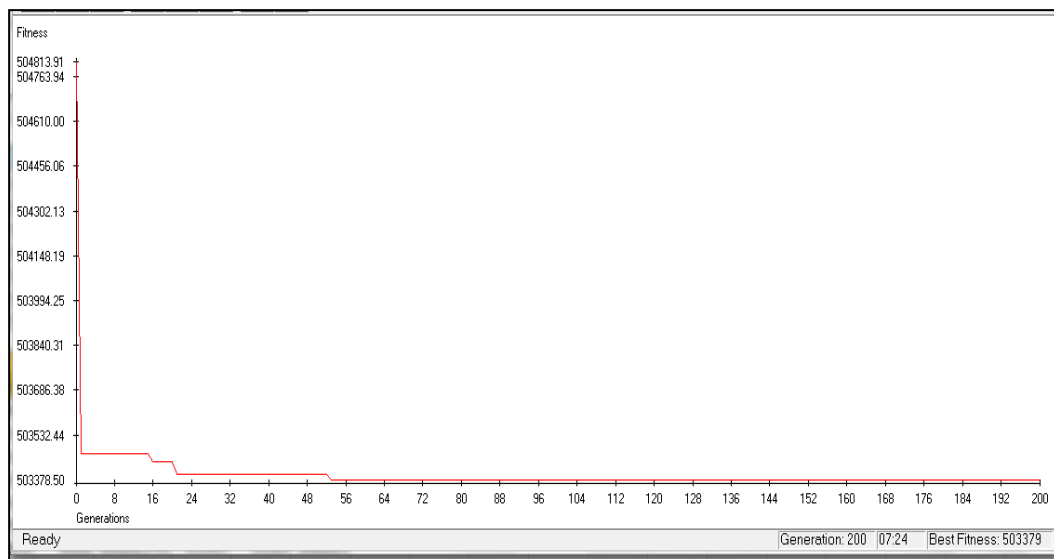
Dari hasil yang diperoleh didapatkan populasi terbaik yaitu populasi 90 yang ditampilkan pada gambar 4.2. Berdasarkan hasil percobaan yang didapatkan populasi 90 menghasilkan best fitness sebesar 503379 dengan waktu proses selama 06:46 menit.

4.5.3 Menentukan persentase mutasi gen yang berbeda

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari mutasi gen terhadap populasi. Pada percobaan ini menggunakan *keep best* 1, kecepatan mutasi populasi 80%, nilai populasi sebesar 90 dan dengan kecepatan mutasi gen yang ditampilkan pada tabel 4.6. Dengan menggunakan generasi tetap sebesar 200, maka didapatkan hasil percobaan seperti berikut :

Tabel 4.6 persentase mutasi gen

Populasi	Persentase Mutasi		Generasi	Best Fitness (USD)	Time Elapsed (Minute)
	Populasi (%)	Gen (%)			
90	80	30	200	503379	17:55
90	80	25	200	503418	13:20
90	80	20	200	503383	13:43
90	80	15	200	503440	10:30
90	80	10	200	503379	07:24
90	80	5	200	503439	04:02
90	80	1	200	503419	01:06



Gambar 4.3 Hasil mutasi gen 10% pada generasi 200

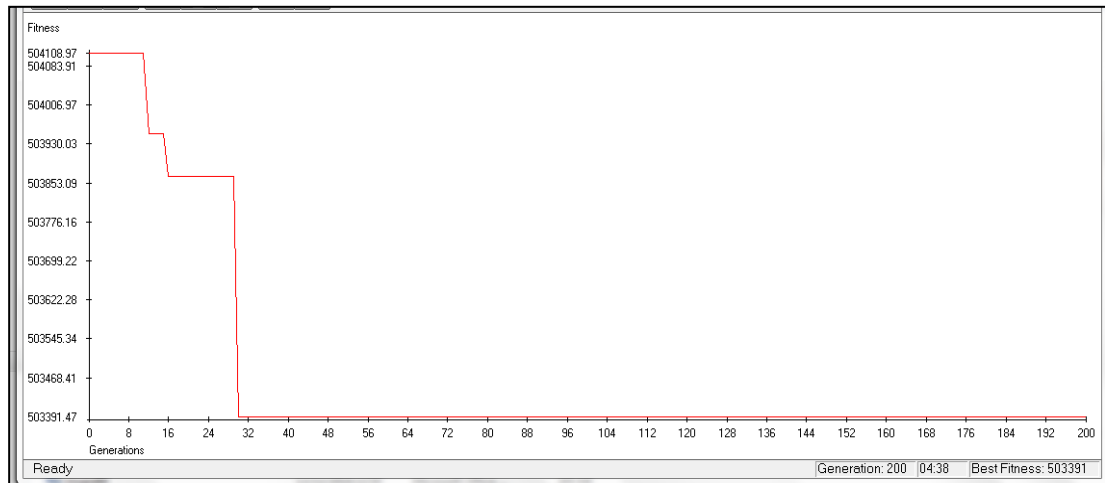
Berdasarkan hasil optimasi mutasi gen dengan generasi tetap didapatkan mutasi gen paling optimal yaitu mutasi gen 10% dengan *best fitness* 503379 dan waktu operasi selama 07:24 menit.

4.5.4 Menentukan persentase mutasi populasi yang berbeda

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari mutasi populasi yang merupakan persentase anggota populasi yang mempunyai kesempatan untuk mengalami mutasi pada setiap pembentukan generasi baru. Pada percobaan ini menggunakan *keep best* 1, kecepatan mutasi gen dari percobaan sebelumnya yaitu sebesar 10%, nilai populasi sebesar 90 dan dengan kecepatan mutasi populasi yang ditampilkan pada tabel 4.7. Dengan menggunakan generasi tetap sebesar 200, maka didapatkan hasil percobaan seperti berikut :

Tabel 4.7 Persentase mutasi populasi

Populasi	Persentase Mutasi		Generasi	Best Fitness	Time Elapsed (Minuts)
	Populasi (%)	Gen (%)			
90	10	10	200	503627	01:11
90	20	10	200	503455	01:05
90	30	10	200	503437	02:41
90	40	10	200	503409	03:36
90	50	10	200	503391	04:38
90	60	10	200	503439	05:06
90	70	10	200	503519	06:18
90	80	10	200	503436	07:09
90	90	10	200	503395	08:02
90	100	10	200	503393	08:51

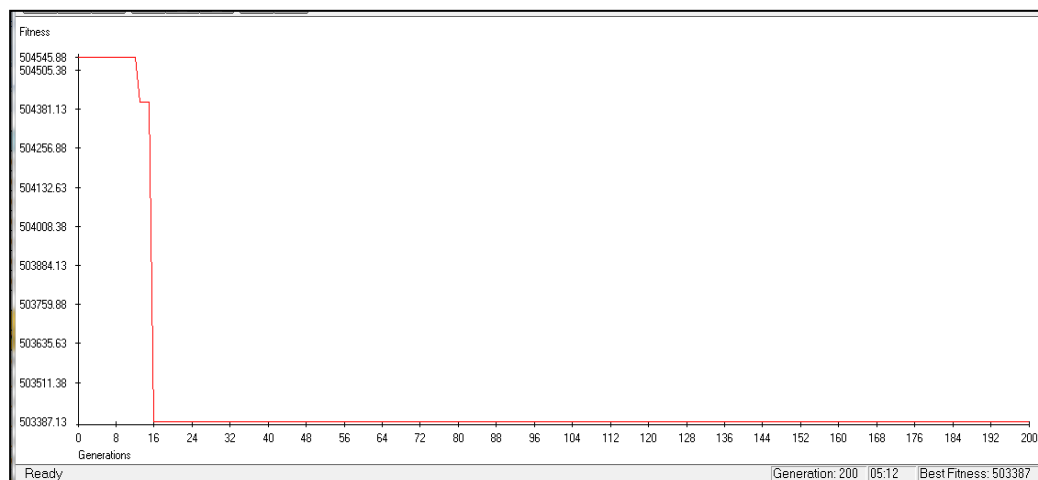


Gambar 4.4 Mutasi populasi 50% dengan generasi 200

Berdasarkan hasil optimasi mutasi populasi dengan generasi tetap didapatkan mutasi populasi paling optimal yaitu mutasi populasi sebesar 50% dengan *best fitness* 503391 dan waktu operasi selama 04:38 menit.

4.5.5 Menentukan *best fitness*

Dari 4 kali percobaan yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan *software Generator@ Genetic Algorithm*. Dengan tujuan untuk mendapatkan total biaya inventori yang minimum maka percobaan terbaik yang dihasilkan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.5 *Best Fitness*

Percobaan diatas merupakan hasil percobaan yang terbaik dari 4 kali percobaan sebelumnya. Dengan menggunakan *keep best 1*, mutasi gen 10%, mutasi populasi 50%, populasi 90 dan generasi sebesar 200. Didapatkan hasil *best fitness* sebesar 503387 pada waktu operasi 05:12 menit.

4.6 Hasil optimasi Algoritma Genetika

Pada kasus penelitian sebelumnya, untuk mendapatkan keuntungan baik dari sisi vendor maupun retail harus dilakukan tindakan untuk mendapatkan total biaya inventori yang minimal. Meminimalkan total biaya dilakukan dengan cara mengoptimasi biaya menggunakan algoritma genetika untuk memaksimalkan keuntungan di *vendor* dan *retail*. Faktor yang digunakan di dalam proses optimasi sebagai variabel keputusan yaitu n dan C sedangkan untuk *fitness* atau fungsi tujuannya yaitu JTC.

Hasil optimasi yang didapat berdasarkan beberapa percobaan yang dilakukan yaitu 503387 USD sebagai *best fitness* yang paling minimal. Hasil optimal yang telah diperoleh dapat dilihat pada tabel perbandingan antara sebelum dan sesudah dioptimalkan sebagai berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan VMI dan AG

Parameter	VMI	Optimasi AG
n	1	1
C	0,0989	0,13877
JTC	522651,6	503387

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa total biaya inventori yang setelah dioptimasi mengalami penurunan dari 522651,6 USD menjadi 503387 USD. Dengan demikian hasil optimasi yang dilakukan dapat menurunkan total biaya inventori sebesar 19264 USD. Sehingga hasil optimasi dengan algoritma genetika lebih optimal dibandingkan dengan model VMI.

BAB V

PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari bab sebelumnya. Hasil tersebut yang kemudian akan dibahas disesuaikan dengan tujuan penelitian.

5.1 Hasil perhitungan total biaya inventori menggunakan model VMI JTC

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *single vendor* dan *single retailer* dalam satu siklus produksi. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan didapat hasil TCb, TCvp dan TCrm yang berbeda sesuai dengan nilai n dan C . Untuk total biaya produk di retail didapatkan hasil yaitu 459025,4 USD; 457901,7 USD; 457399,3 USD; 457066,9 USD; 456607 USD; dan 456429,1 USD. Kemudian untuk total biaya produk di *vendor* didapatkan hasil yaitu 12465,76 USD; 11496,29 USD; 11079,45 USD; 10811,32 USD; 10611,02 USD; 10452,79 USD; dan 10318,78 USD. Pada total biaya bahan baku di gudang vendor didapatkan hasil yaitu 51160,41 USD; 90020,63 USD; 126609,8 USD; 161281,6 USD; 194311,3 USD; 226029,2 USD; dan 256412,7 USD.

Berdasarkan hasil TCb, TCvp dan TCrm maka hasil *Joint Total Cost* yang didapatkan adalah 522651,6 USD; 559418 USD; 595088,5 USD, 629159,9 USD; 661734 USD; 693089 USD; dan 723160 USD. Dari ke tujuh data JTC dapat dilihat bahwa semakin besar

nilai dari n dan C maka total biaya inventori juga semakin meningkat. Dapat dilihat bahwa *vendor* dan *retail* menghabiskan biaya untuk menyediakan produk dan bahan baku *deteriorating*.

Dengan demikian maka hasil total biaya inventori yang paling minimum dari keketujuh JTC yang diperoleh dari perhitungan tersebut yaitu JTC dengan $n=1$ dan $C=0,0989$ adalah 522651,6 USD. Berdasarkan hasil yang diperoleh semakin kecil waktu order bahan baku dan siklus pengisian umum produk maka semakin kecil total biaya inventori yang didapatkan oleh pihak *vendor* dan *retailer*.

5.2 Hasil optimasi total biaya inventori menggunakan Algoritma Genetika

Dari hasil perhitungan JTC menggunakan *softwareExcell*[®] didapatkan hasil 522651,6 USD yang merupakan hasil paling minimum berdasarkan model VMI JTC. Namun hal tersebut tidak menandakan total biaya inventori tersebut paling minimum sehingga dilakukan optimasi agar mendapatkan hasil yang lebih optimal dari hasil sebelumnya. Optimasi tersebut menggunakan algoritma genetika..

Berdasarkan keempat percobaan optimasi menggunakan Algoritma Genetika diperoleh hasil optimasi dengan nilai *fitness* terbaik yaitu sebesar 503387 dengan waktu operasi 05:12 menit. Hasil *fitness* terbaik tersebut didapat dari generasi 200, *keep best* 1, populasi 90, kecepatan mutasi gen 10% dan mutasi populasi sebesar 50%. Dari hasil *fitness* terbaik yang didapatkan dengan optimasi algoritma genetika kemudian dibandingkan dengan hasil sebelumnya dari model JTC yaitu dengan model VMI 522651,6 USD sedangkan dengan AG 503387 USD sehingga didapatkan penurunan total biaya sebesar

19264USD atau dengan persentase keuntungan sebesar 3,8%. Hal ini menandakan bahwa baik pihak *vendor* maupun *retailer* akan mendapatkan keuntungan dari total biaya inventori yang minimal dan tingkat kerusakan produk serta retailer dapat diminimalkan.

BAB VI

PENUTUP

Pada bab ini memuat tentang pernyataan yang menjawab tujuan dari permasalahan yang dibahas sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan serta saran atau rekomendasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

6.1 Kesimpulan

Dari tujuan penelitian yang telah dilakukan dan dibahas pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari penerapan model VMI JTC untuk *single vendor* dan *single retail* didapatkan hasil total biaya inventori yang paling minimum dari ke tujuh JTC yang ada yaitu 522651,6 USD.
2. Setelah total biaya inventori dengan model VMI JTC dioptimasi menggunakan algoritma genetika didapatkan penurunan sebesar 19264 USD dengan persentasi keuntungan sebesar 3,8%.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis dapat memberikan saran sebagai acuan perbaikan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

Pada penelitian berikutnya diharapkan dapat dilakukan proses optimasi dengan menggunakan metode optimasi lainnya pada data model penelitian ini sehingga dapat dilihat perbedaan selisih hasil antara model AG dan metode optimasi lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran Perhitungan model VMI menggunakan *softwareExcell*[®]

n	teta	Di	Hvp	Ti	A	po	M	beta	Hbi	Hrm	S	Pi	frm	p	C	Qi
1	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,0989	98,762
2	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1126	112,459
3	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1202	120,058
4	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1259	125,759
5	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1307	130,559
6	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1349	134,761
7	0,02	1000	4	1000	5000	20	1	0,03	6	8	1000	30	15	60000	0,1388	138,662

Sumber: Yu et al (2012)

Lampiran Tabel 1. Data *vendor* dan *retail*

g1(C)	g2(C)			g3(C)		TCBi
	$D1Hb1/teta^2 * e^{tetaC-1}$	$DiHbiC/teta$	$(D1Hb1/teta^2 * (e^{tetaC-1}) - DiHbiC/teta) / C$	$Pi(Qi-DiC)$	$Pi(Qi-DiC)/C$	
10111.22	74071.74583	29670	448955.974	-4.13017	-41.7610405	459025.4
8880.995	84343.97359	33780	449058.3801	-4.24106	-37.66479767	457901.7
8319.468	90043.64672	36060	449115.1973	-4.25413	-35.3921074	457399.3
7942.812	94318.96879	37770	449157.814	-4.24125	-33.68743888	457066.9
7651.109	97919.61715	39210	449193.7043	-4.21531	-32.25182828	456812.6
7412.898	101070.4674	40470	449225.1102	-4.18131	-30.9955938	456607
7204.611	103996.4933	41640	449254.2743	-4.14027	-29.82902749	456429.1

Lampiran Tabel 2. Perhitungan total biaya produk akhir di sisi *retail*

h1(C)	h2(C)		h3(C)				TCVP
	tv1	$\frac{HvpP}{teta^2 * tetatv + e}$	$\frac{\sigma HvpP}{teta^2 * tetatvi + e / C}$	sigma tv1	sigma Qi	$\frac{po(p \sigma tvi - \sigma Qi)}{C}$	
10111.22	0.001646066	47.27571	478.0152721	0.001646	98.762	1876.517	12465.76
8880.995	0.001874346	53.8831	478.5355429	0.001874	112.459	2136.756	11496.29
8319.468	0.00200101	57.55468	478.824274	0.002001	120.058	2281.154	11079.45
7942.812	0.002096021	60.31125	479.0408745	0.002096	125.759	2389.467	10811.32
7651.109	0.002176039	62.63449	479.2233115	0.002176	130.559	2480.687	10611.02
7412.898	0.002246061	64.66876	479.3829689	0.002246	134.761	2560.512	10452.79
7204.611	0.002311087	66.55894	479.5312458	0.002311	138.662	2634.642	10318.78

Lampiran Tabel 3. Perhitungan total biaya produk di sisi *vendor*

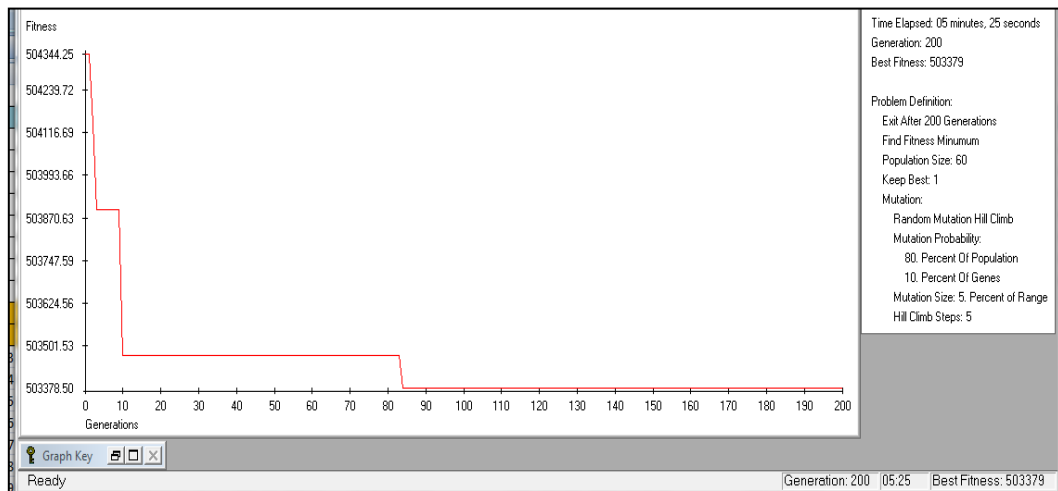
r1(C)	r2(C)				r3(C)			TCRm
	$\frac{nHrmMP}{C\beta^2}$	trm	betatrm+e	$\frac{(nHrmMP/C\beta^2)(betatrm+e)}{C}$	n/C	Qrm	$\frac{(n/C)(frm(Qrm - MPtrm))}{C}$	
50556,12	5,393E+09	0,001646	1,18594E-07	639,535	10,11122	98,53162	-35,2376	51160,41
88809,95	9,473E+09	0,000937	6,72228E-08	636,8053	17,76199	56,0975	-35,4011	89411,35
124792	1,331E+10	0,000667	4,7763E-08	635,7802	24,9584	39,92547	-35,4643	125392,3
158856,2	1,694E+10	0,000524	3,74896E-08	635,2483	31,77125	31,36583	-35,4983	159456
191277,7	2,04E+10	0,000435	3,11193E-08	634,9261	38,25555	26,05057	-35,5199	191877,1
222387	2,372E+10	0,000374	2,6757E-08	634,7111	44,47739	22,40735	-35,535	222986,1
252161,4	2,69E+10	0,00033	2,35921E-08	634,5605	50,43228	19,76232	-35,5463	252760,4

Lampiran Tabel 4. Perhitungan total biaya bahan baku di gudang *vendor*

TCB	TCVP	TCRm	JTC
459025,4	12465,75547	51160,41	5226151,6
457901,7	11496,28637	89411,35	558809,3
457399,3	11079,44559	125392,3	593871
457066,9	10811,31922	159456	627334,2
456812,6	10611,01984	191877,1	659300,7
456607	10452,79379	222986,1	690045,9
456429,1	10318,78412	252760,4	719508,2

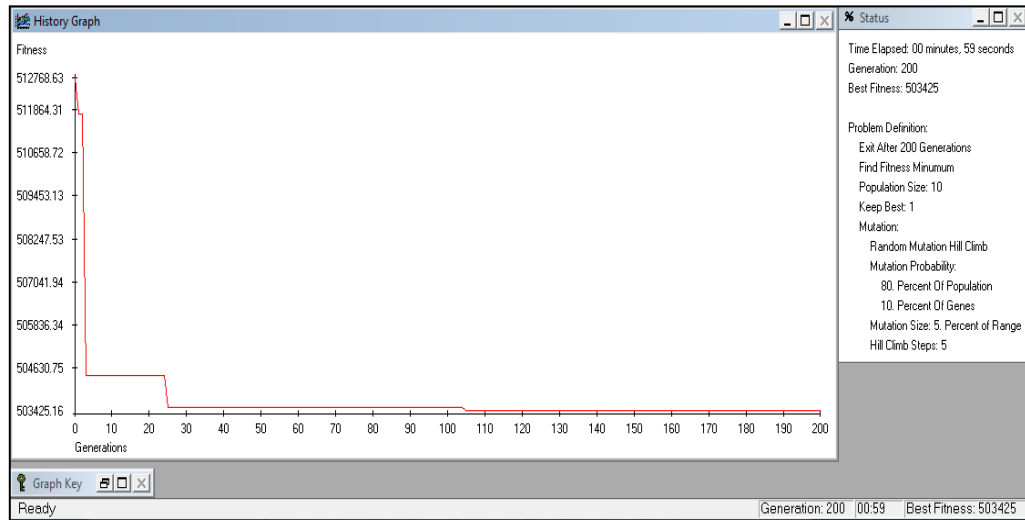
Lampiran Tabel 5. Perhitungan *Joint Total Cost*

Lampiran hasil optimasi Algoritma Genetika pada generasi konvergen terbaik

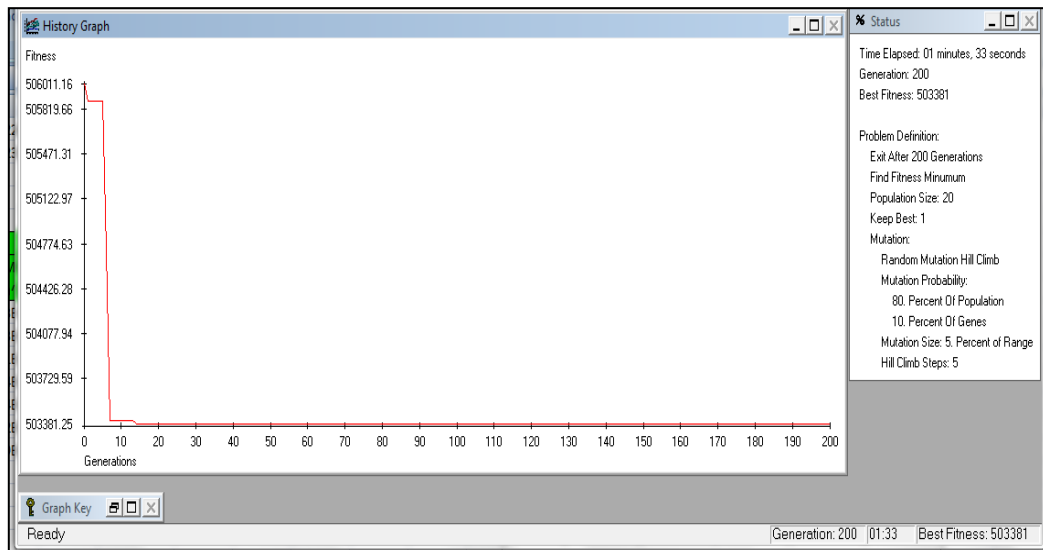


Lampiran Gambar 6. Percobaan generasi konvergen 200

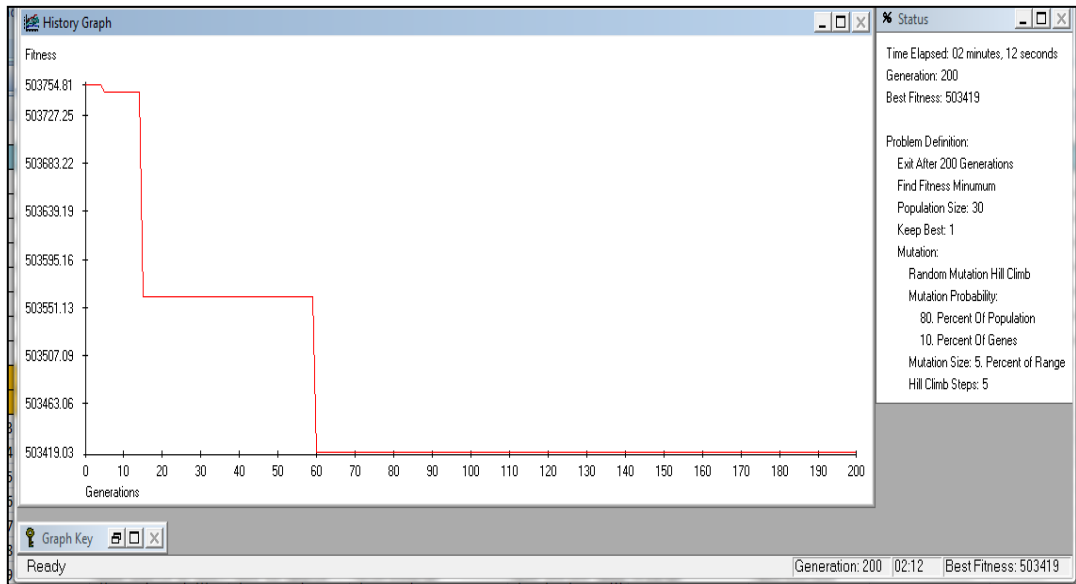
Lampiran hasil optimasi Algoritma Genetika dalam menentukan populasi terbaik



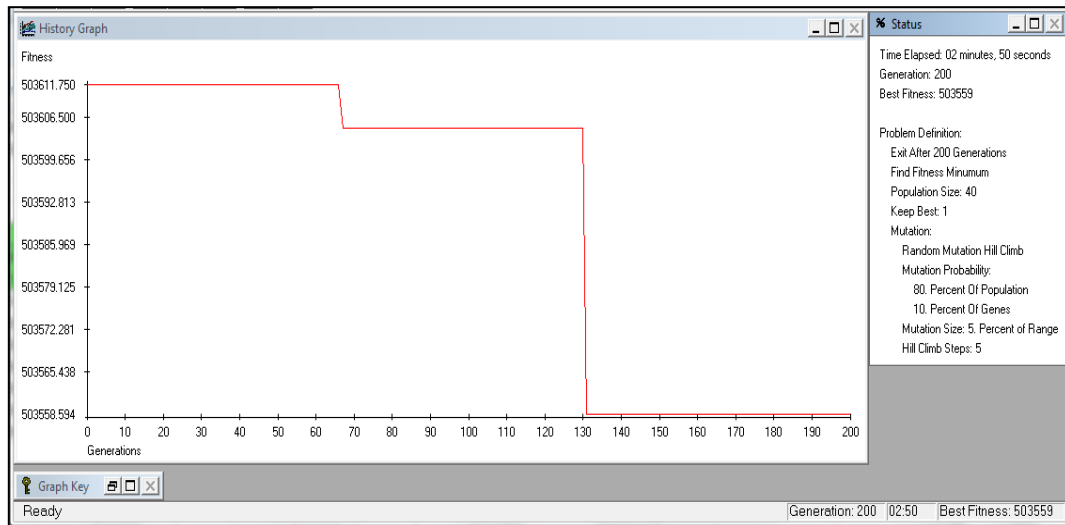
Lampiran Gambar 7. Percobaan Populasi 10 dalam menentukan populasi terbaik



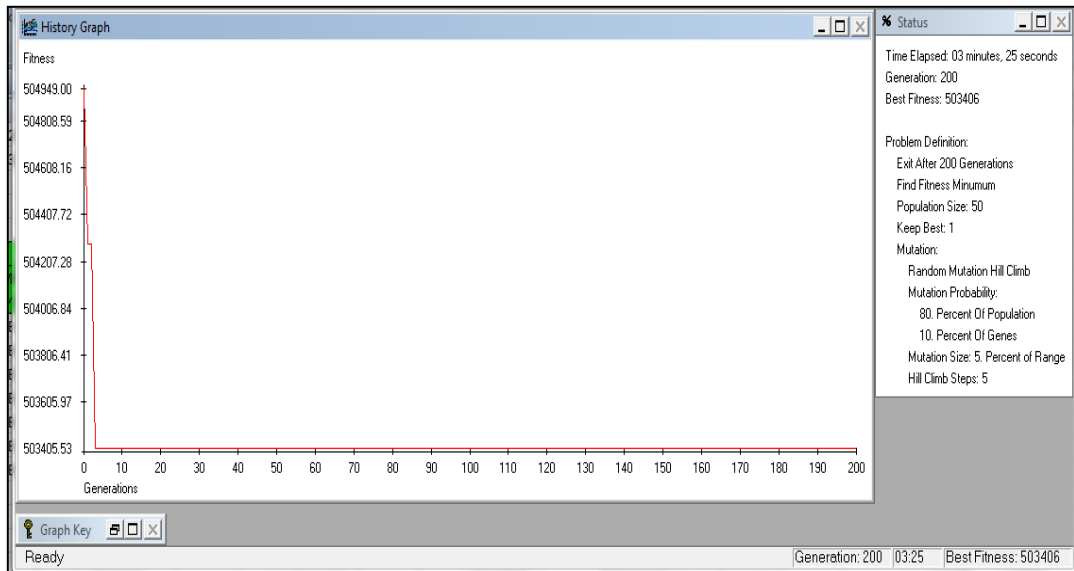
Lampiran Gambar 8. Percobaan Populasi 20 dalam menentukan populasi terbaik



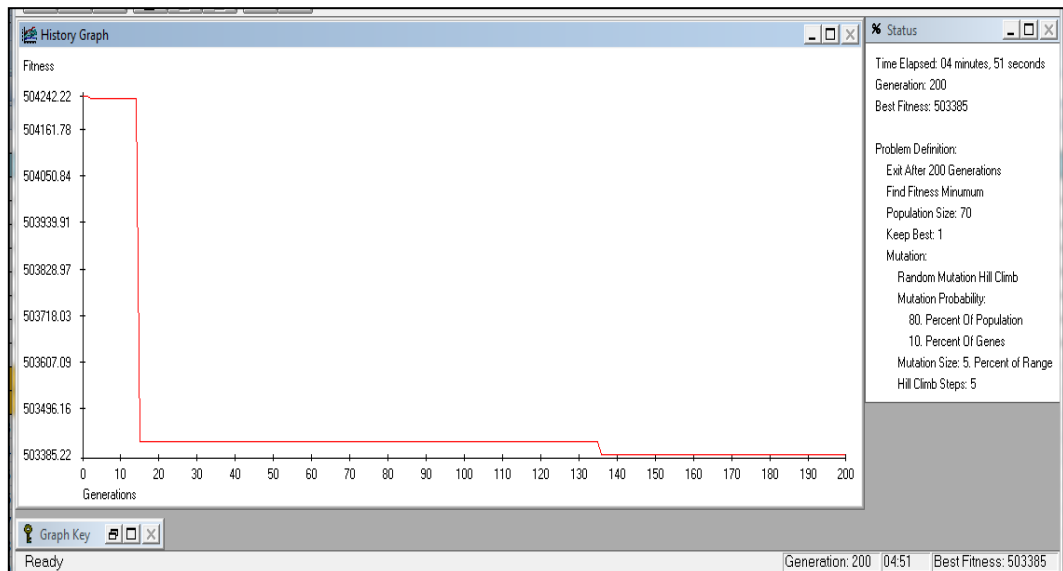
Lampiran Gambar 9. Percobaan Populasi 30 dalam menentukan populasi terbaik



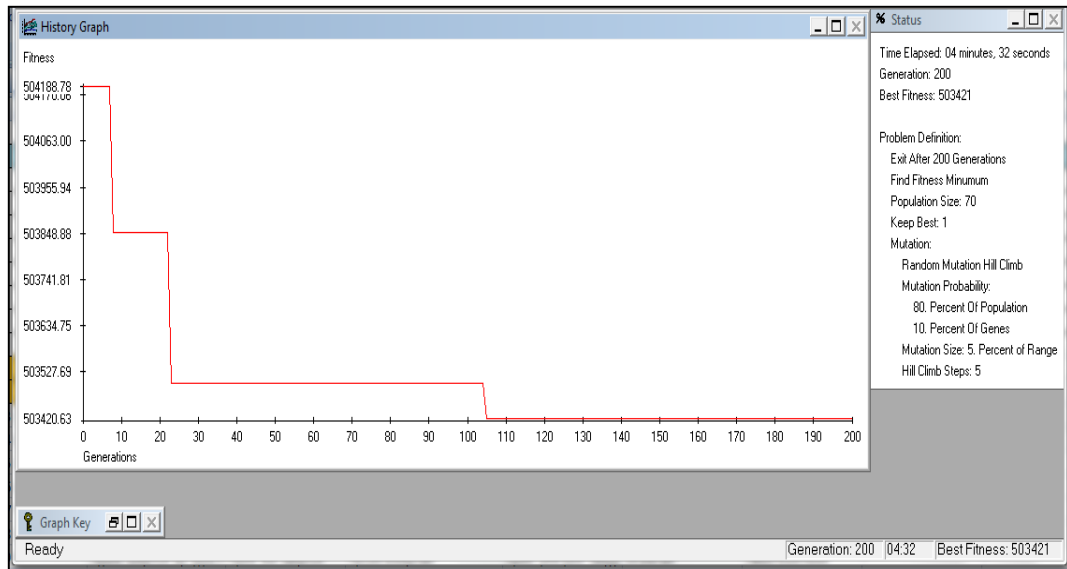
Lampiran Gambar 10. Percobaan Populasi 40 dalam menentukan populasi terbaik



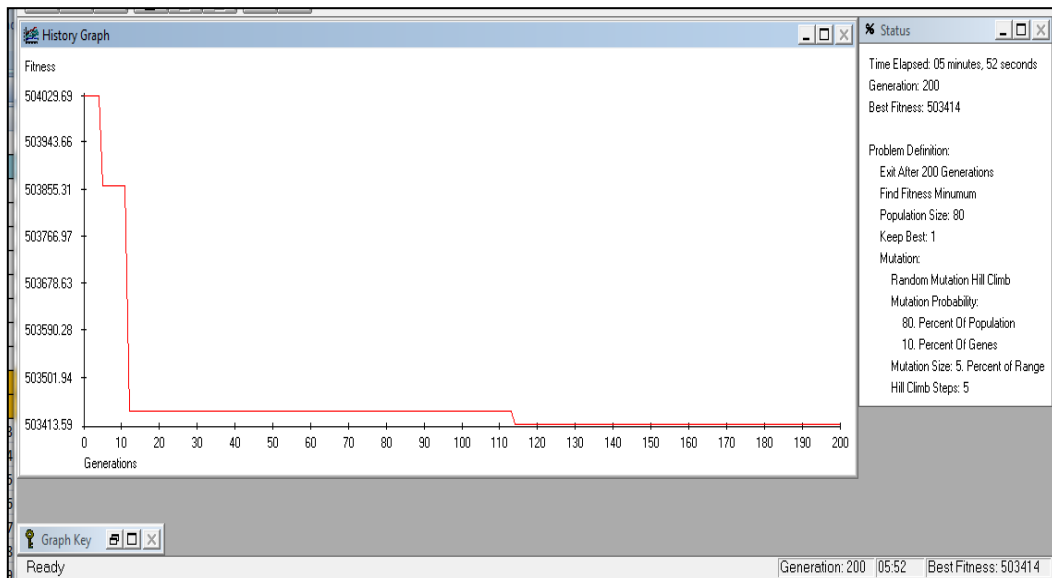
Lampiran Gambar 11. Percobaan Populasi 50 dalam menentukan populasi terbaik



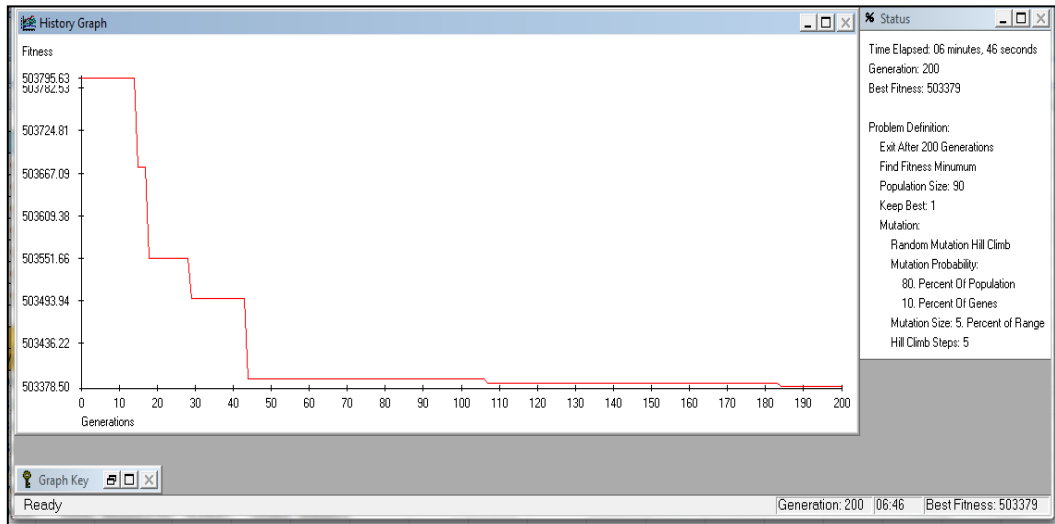
Lampiran Gambar 12. Percobaan Populasi 60 dalam menentukan populasi terbaik



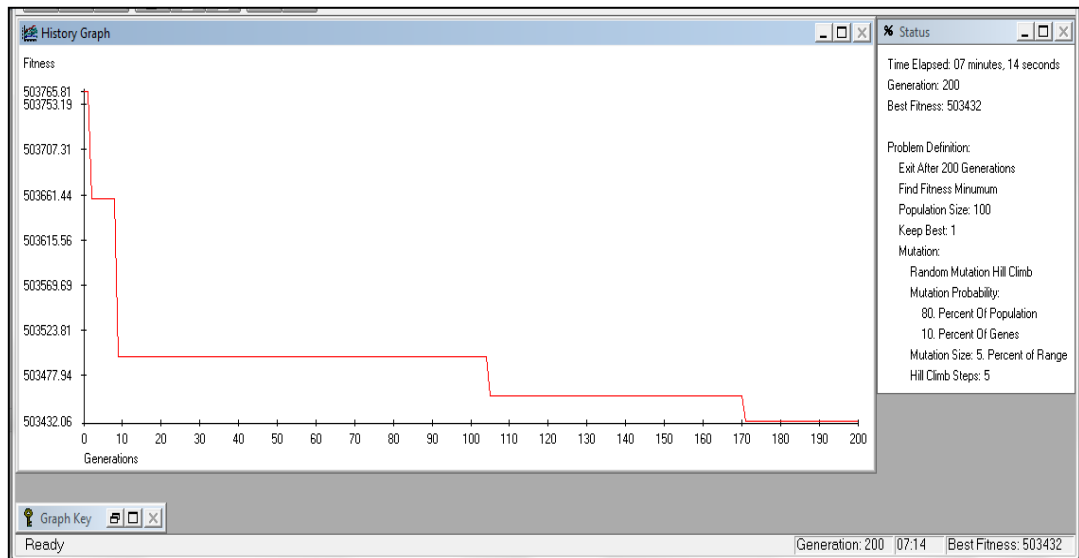
Lampiran Gambar 13. Percobaan Populasi 70 dalam menentukan populasi terbaik



Lampiran Gambar 14. Percobaan Populasi 80 dalam menentukan populasi terbaik

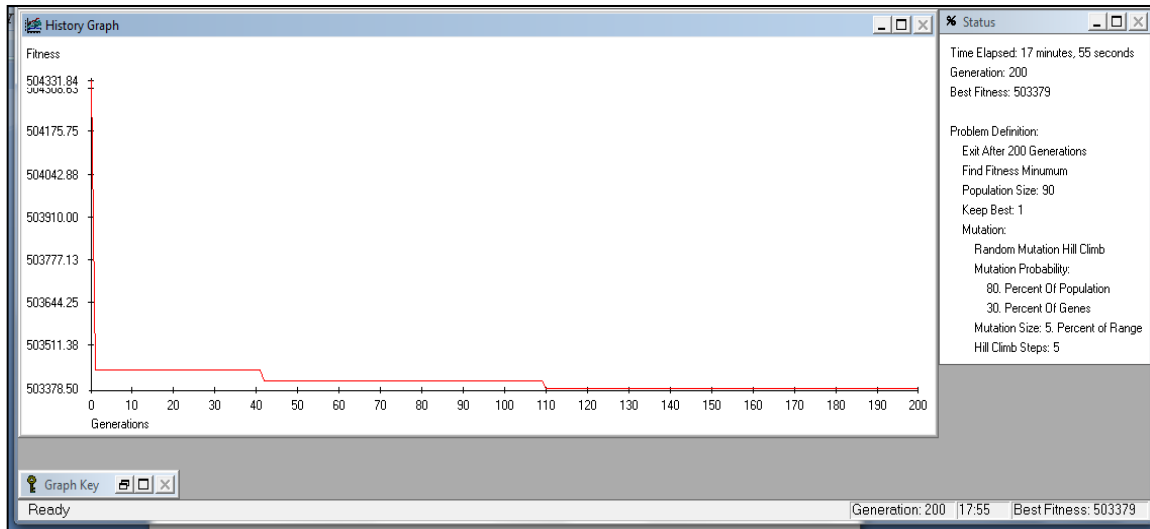


Lampiran Gambar 15. Percobaan Populasi 90 dalam menentukan populasi terbaik

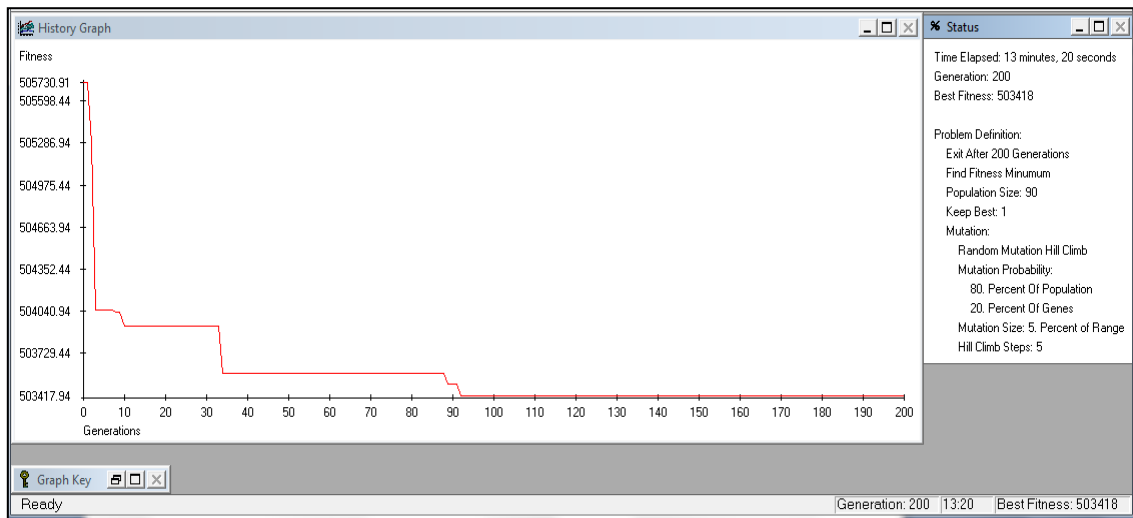


Lampiran Gambar 16. Percobaan Populasi 100 dalam menentukan populasi terbaik

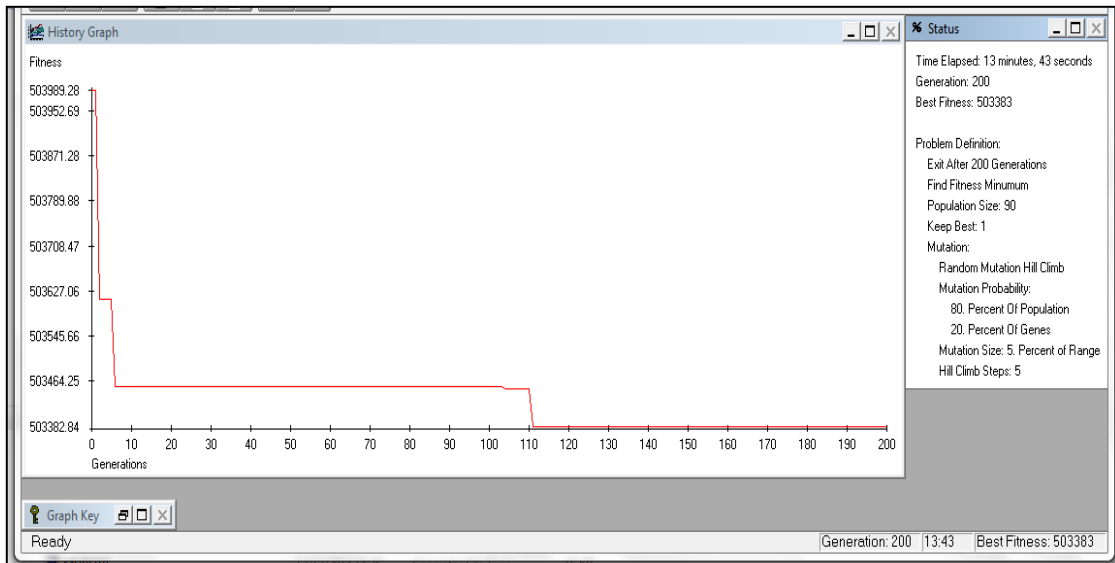
Lampiran hasil optimasi Algoritma Genetika pada kecepatan mutasi populasi terbaik



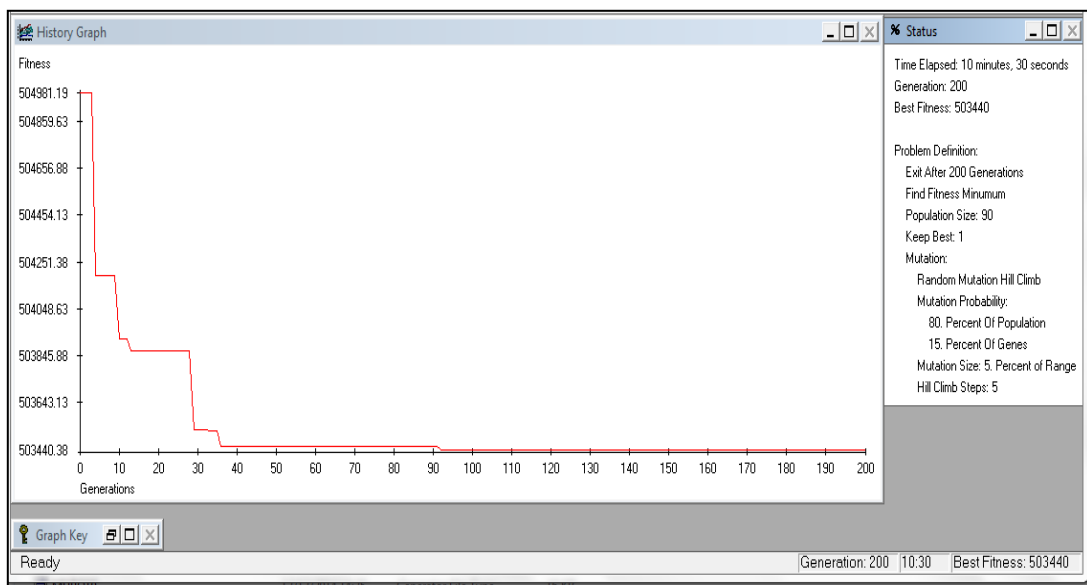
Lampiran Gambar 17. Percobaan mutasi gen 30% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik



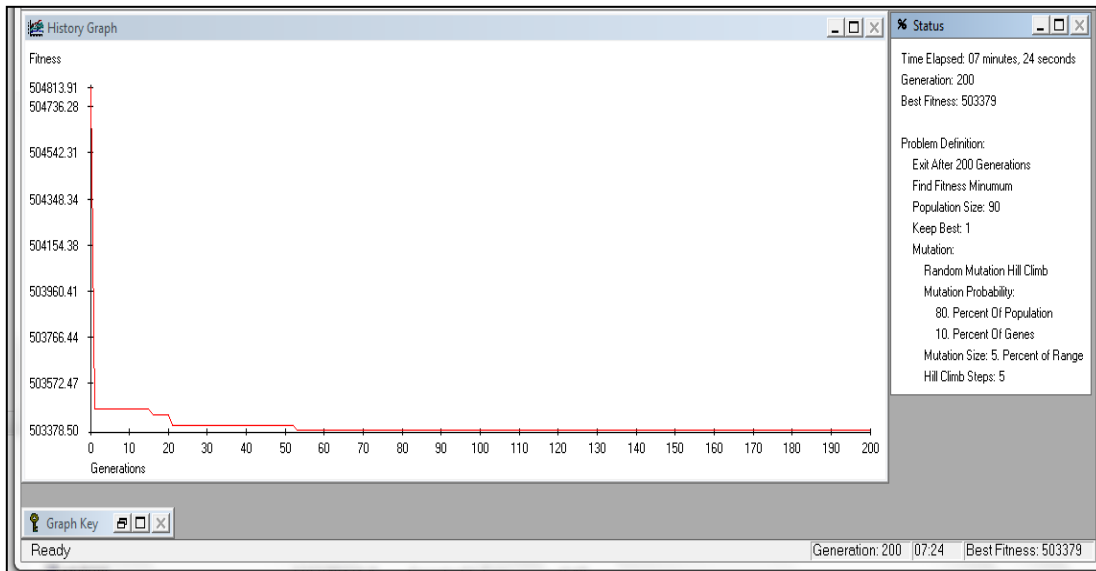
Lampiran Gambar 18. Percobaan mutasi gen 25% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik



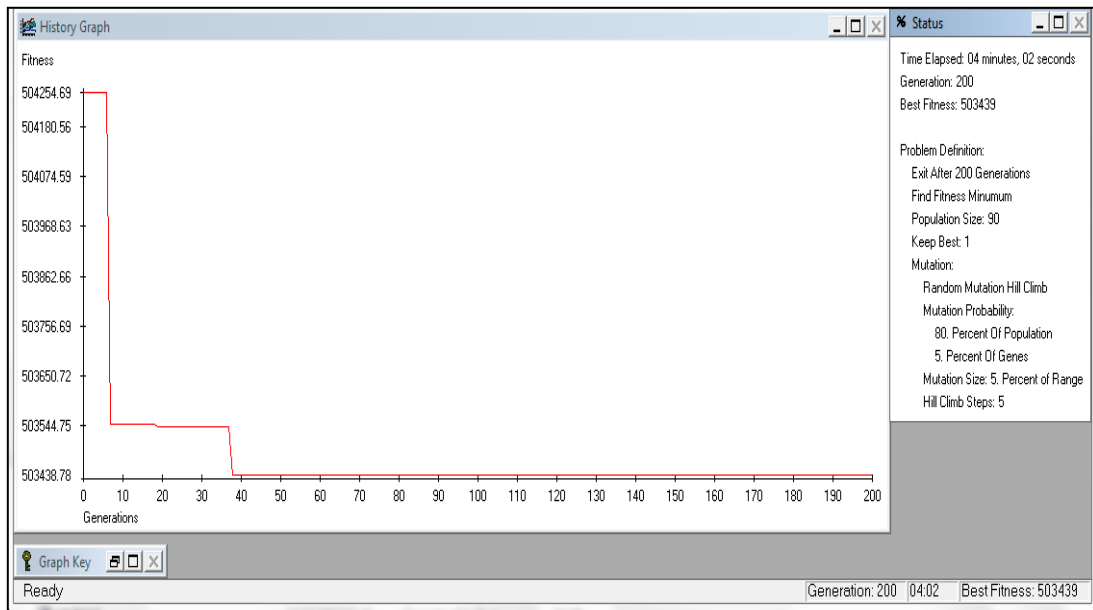
Lampiran Gambar 19. Percobaan mutasi gen 20% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik



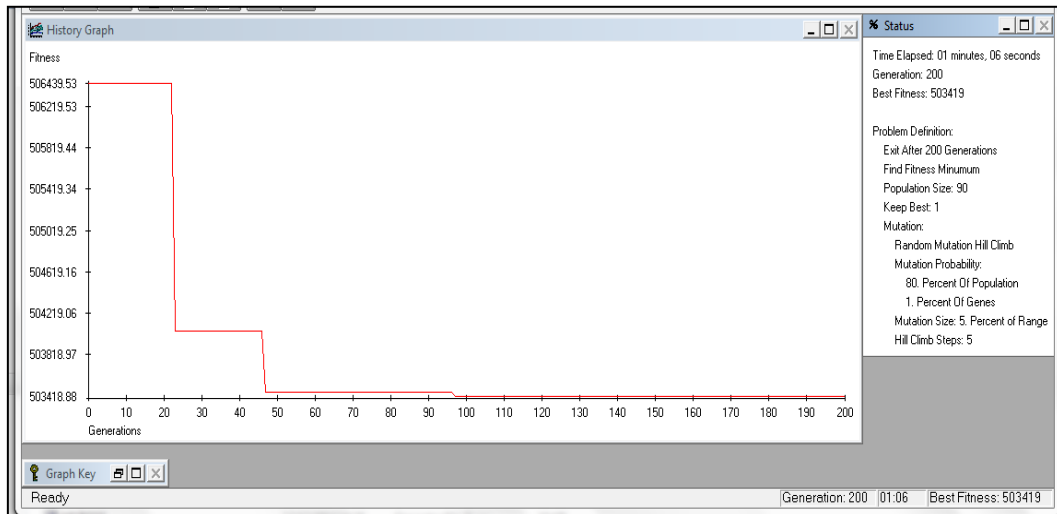
Lampiran Gambar 20. Percobaan mutasi gen 15% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik



Lampiran Gambar 21. Percobaan mutasi gen 10% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik

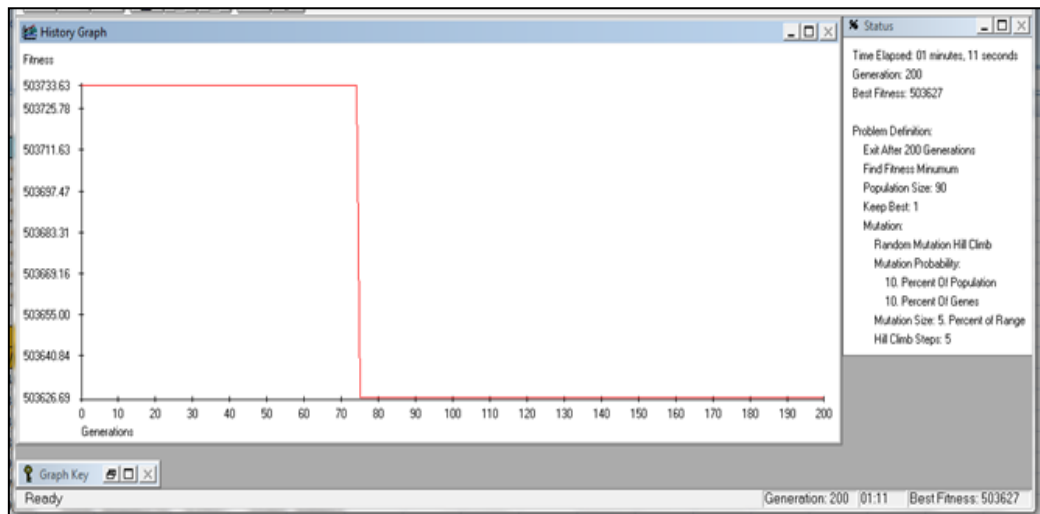


Lampiran Gambar 22. Percobaan mutasi gen 5% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik

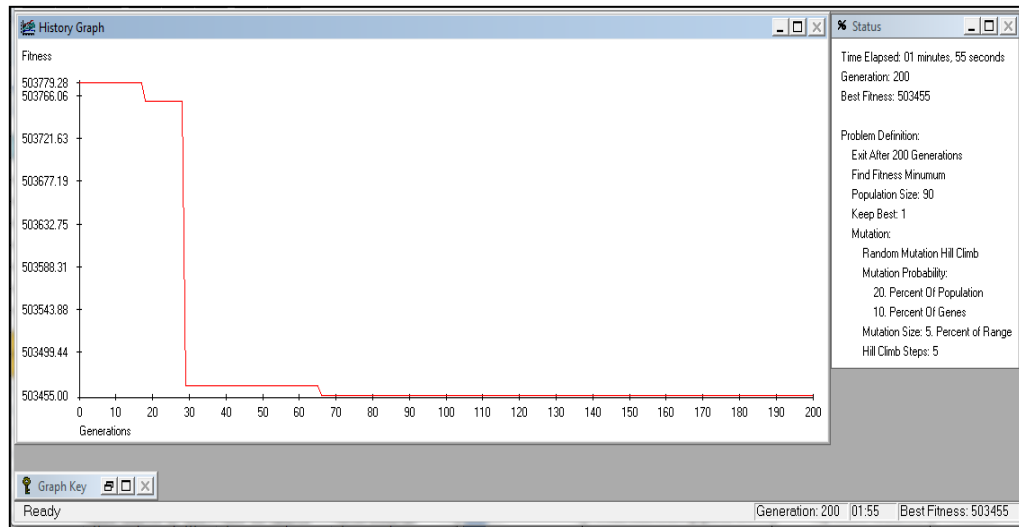


Lampiran Gambar 23. Percobaan mutasi gen 1% dalam menentukan kecepatan mutasi gen terbaik

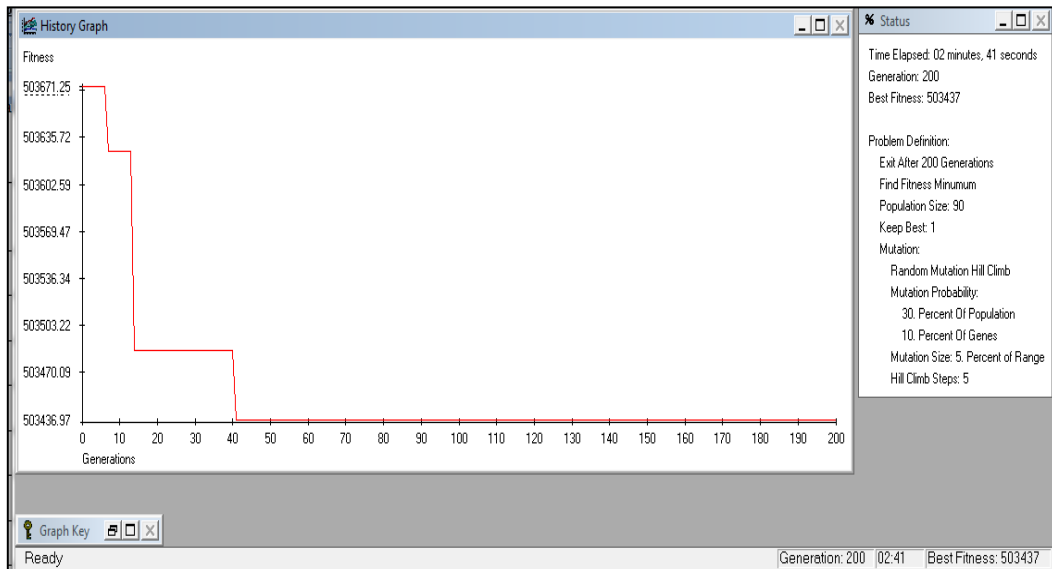
Lampiran hasil optimasi Algoritma Genetika pada kecepatan mutasi populasi terbaik



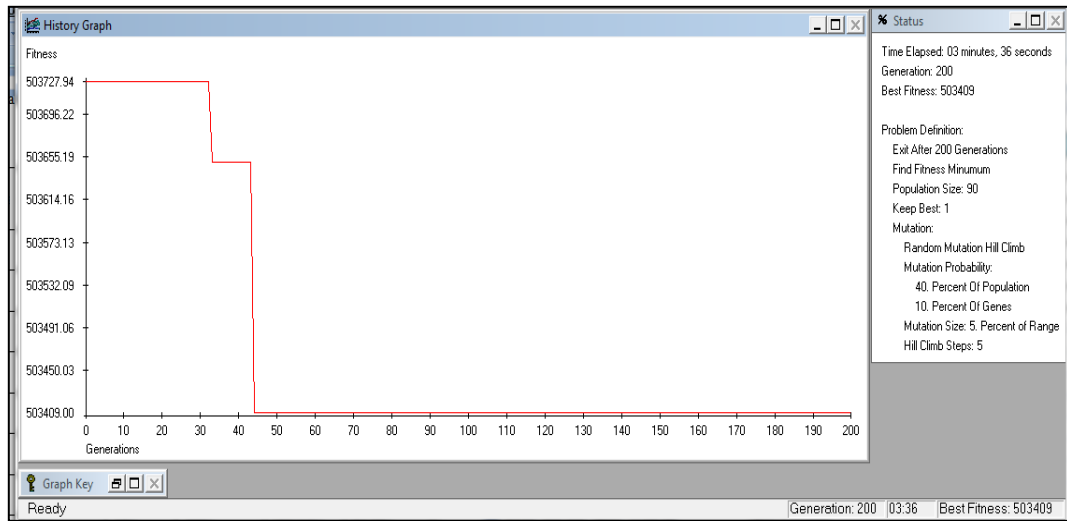
Lampiran Gambar 24. Percobaan mutasi populasi 10% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



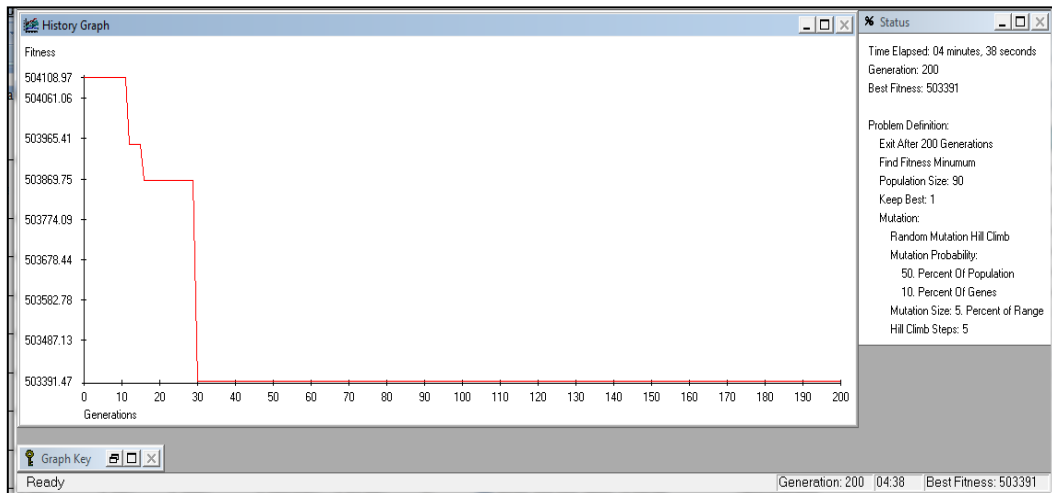
Lampiran Gambar 25. Percobaan mutasi populasi 20% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



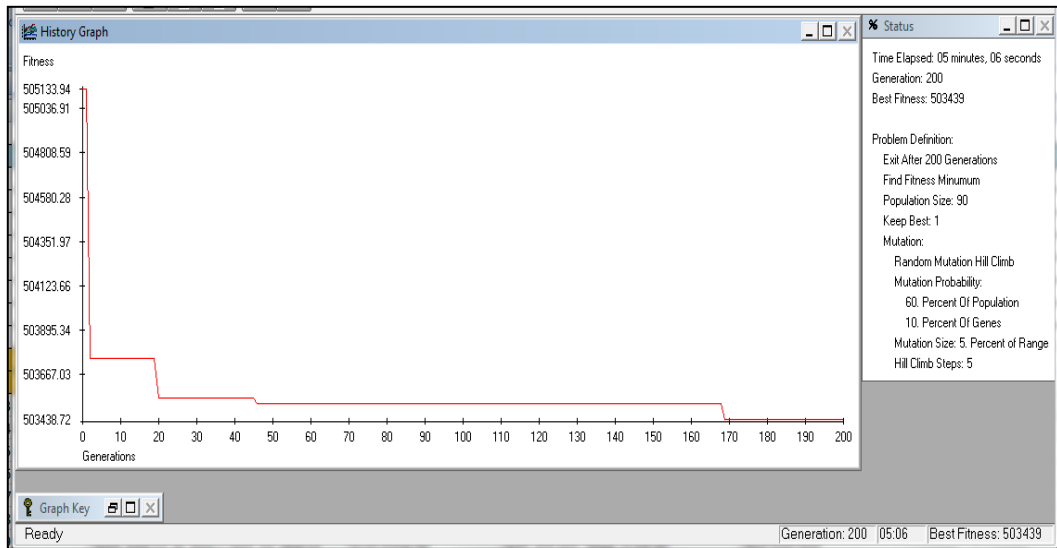
Lampiran Gambar 26. Percobaan mutasi populasi 30% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



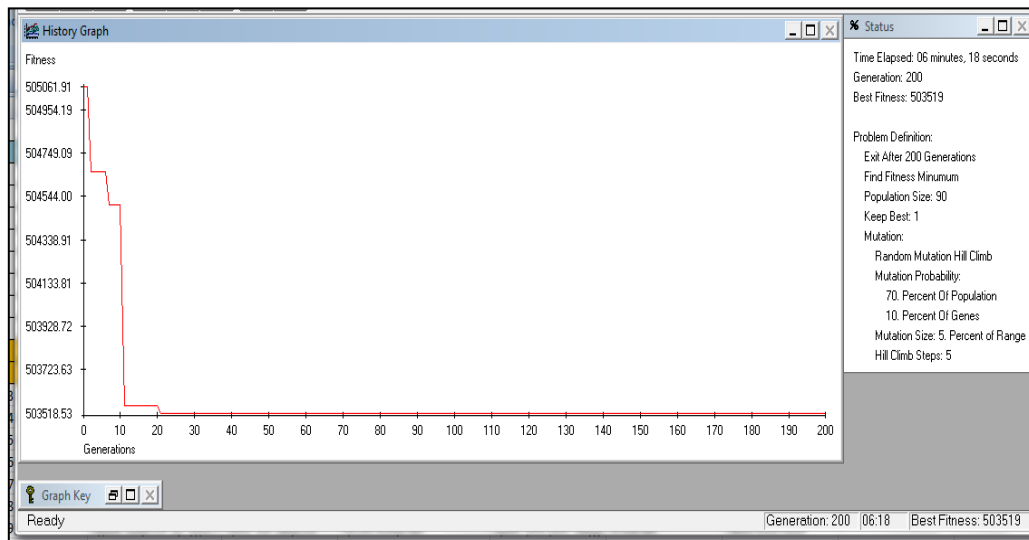
Lampiran Gambar 27. Percobaan mutasi populasi 40% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



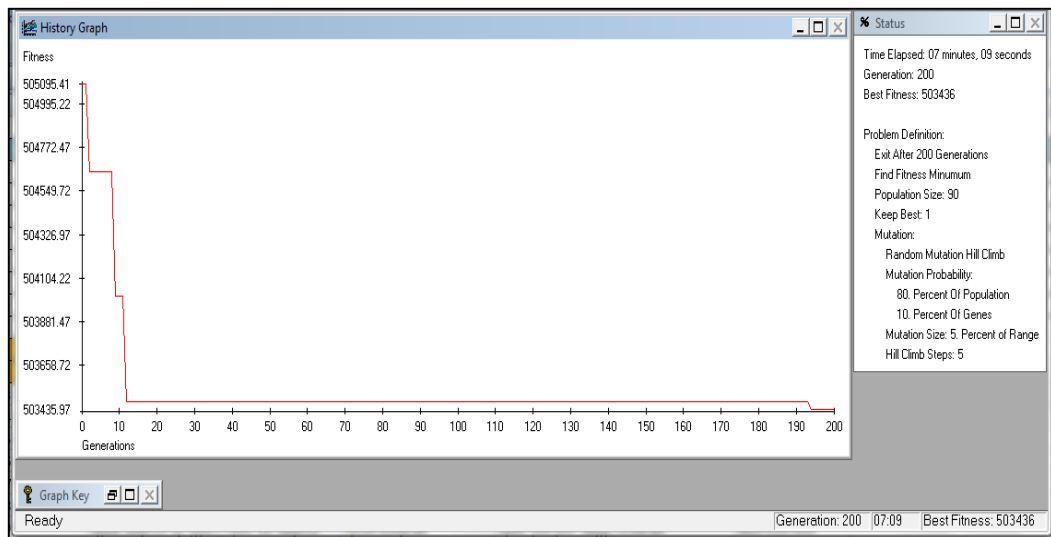
Lampiran Gambar 28. Percobaan mutasi populasi 50% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



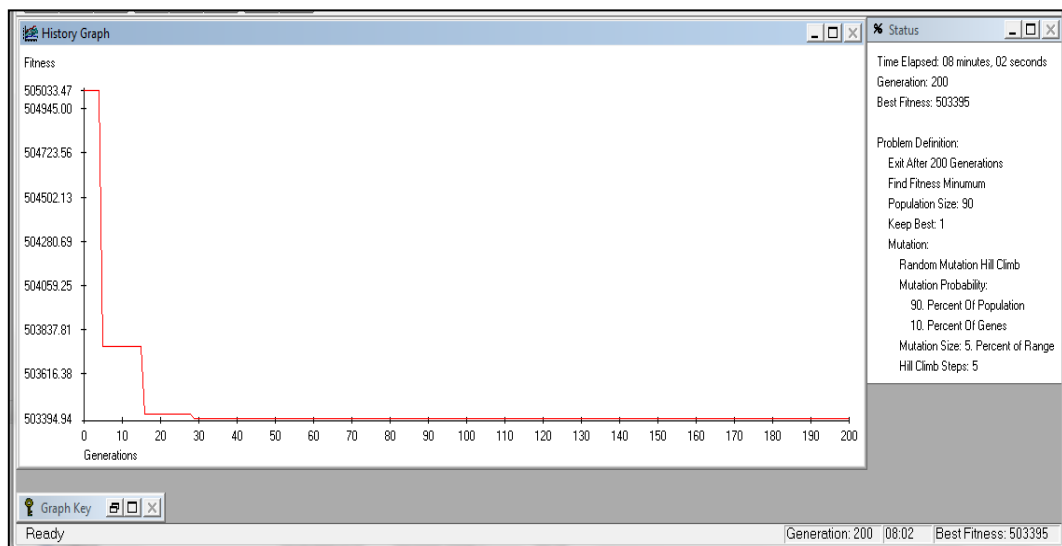
Lampiran Gambar 29. Percobaan mutasi populasi 60% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



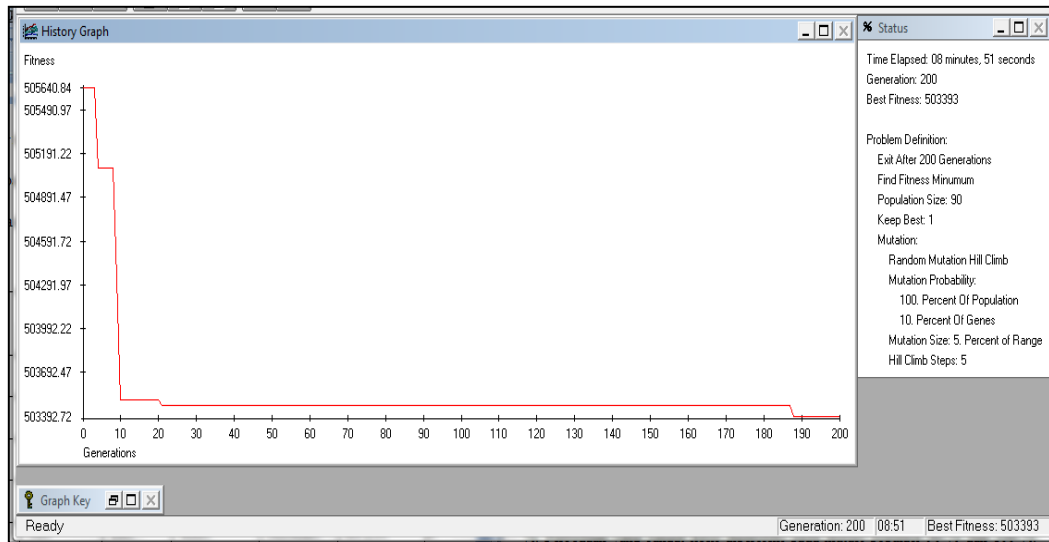
Lampiran Gambar 30. Percobaan mutasi populasi 70% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



Lampiran Gambar 31. Percobaan mutasi populasi 80% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



Lampiran Gambar 32. Percobaan mutasi populasi 90% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik



Lampiran Gambar 33. Percobaan mutasi populasi 100% dalam menentukan kecepatan mutasi populasi terbaik

DAFTAR PUSTAKA

- Altekar, R., 2005. *Supply chain management: concepts and cases*. Prentice Hall Of India (PHI) Learning Publications.
- Burt, D.N., Dobler, D.W., dan Starling, S.L., 2003. *World class supply management: the key to supply chain management*, seventh ed. McGraw-Hill Irwin, Boston, MA.
- Chairul Saleh, 2005. Determination of common due date on single machineschedule with sequence dependent set-up time using genetic algorithm. *National Proceedings Seminar Industrial Technique*, 24-25 June 2005. ISSN:1412 – 338X.
- Daugherty, P., dan Autry, C., 1999. The relationship between resource commitment and program performance. *Journal of Transportation Management*.
- De Toni, A. F., dan Zamolo, E., 2005. From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: a case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 63-79.
- Esfahani, S.M., Biazaran, M., dan Gharakhani, M., 2011. A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer–retailer supply chains. *European Journal of Operational Research*, 211(2), 263-273.
- Goyal, S. K., dan Gunasekaran, A. 1995. An integrated production-inventorymarketing model for deteriorating items. *Computers & Industrial Engineering*, 28(4), 755–762.
- Gumus, Mehmet., Jewkes, Elizabeht M., dan Bookbinder, James. H., 2008. Impact of consignment inventory and vendor managed inventory for a two party supply chain. *International Journal of production economics*, 113 (2008) 502–517.
- Hadley, G., dan Whitin, T., 1963. *Analysis of inventory systems*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Huq, F., Asnani, S., Jones, V., dan Cutright., 2005, ‘Modelling the influence of multiple expiration dates on revenue generation in the supply chain’, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 35, No. 3, pp. 152-160.
- Jen Ming Chen., I Chen Lin., dan Liang Cheng., 2010. Channel coordination under consignment and vendor-managed inventory in a distribution system. *Transportation Research*, Part E 46 831–843.
- Leuvano, A. C., Jafar, F. A., dan Muhamad, M. R., 2012. Development of genetic algorithm on multi vendor integrated procurement production system shared transportation and just in time delivery system. *International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering*, 15-16 october 2012.
- Pujawan, N, 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya, Penerbit: Guna Widya.

- Rosnan Ginting, 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Anjas Sarwadi KSW.,2004. Algoritma genetika untuk penyelesaian masalah vehicle routing.*Jurnal matematika dan komputer*,Vol. 7. No. 2, 1 - 10, Agustus 2004, ISSN : 1410-8518.
- Setak, M., dan Daneshfar, L., 2014. An inventory for deteriorating item using vendor managed inventory policy. *IJE Transactions, a Basics*Vol. 27, No. 7, (July 2014) 1081-1090.
- SeyedEsfahani, M. M., Biazaran, M., dan Gharakhani, M., 2011. A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer–retailer supply chains. *European Journal of Operational Research*, 211(2), 263-273.
- Tsay, A.A. and Agrawal, N. “Channel conflict and coordination in the Ecommerce age”, *Production and Operations Management*, 13(1), pp. 93–110(2004).
- Simchi-Levi, D., P. Kaminsky., dan E. Simchi-Levi., 2000. Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies. *Homeewood, IL and Boston*.
- Tersine, R.J., 1994, *Principles of Inventory And Materials Management*, 4-ed, Prentice Hall, Englewoodcliffs, New jersey 4-ed, Prentice Hall, Englewoodcliffs, New Jersey.
- Woo, Y.Y., Hsu, S.L., dan Wu, S.S., 2001. An integrated inventory model for a single vendor and multiple buyers with ordering cost reduction. *International Journal of Production Economics* 73 (3), 203–215.
- Xiao, T., dan Xu, T., 2013. Coordinating price and service level decisions for a supply chain with deteriorating item under vendor managed inventory. *International Journal of Production Economics*, vol. 145, issue 2, pages 743-752.
- Yong He., Shou Yang Wang., dan K. K. Lai., 2010. An Optimal Production inventory model for deteriorating items with mutiple market demand. *European Journal Of Operational Research*, 203 593-600.
- Yugang Yu., H. Chen., dan F. Chu., 2010. Large scale stochastic inventory routing problems with split delivery and service level constraints. *Annals of Operations Research*, 10.1007/s10479-010-0772-4, in press.
- Yugang Yu., George Q. Huang., Zhaofu Hong., dan Xiandong Zhang., 2011. An integrated pricing and deteriorating model and a hybrid algorithm for a VMI (Vendor-Managed-Inventory) supply chain. *IEEE Transactions On Automation Science And Engineering*, vol. 8, No. 4, October 2011.
- Yugang Yu., GQ Huang., dan Liang Liang., 2009. Stackelberg game theory model for optimizing advertising, pricing and inventory policies in vendor managed inventory (VMI) supply chains, *Comput. Ind. Eng.*, vol. 57, no. 1, pp. 368–382.

- Yugang Yu., ZhengWang., dan LiangLiang., 2012. A vendor managed inventory supply chain with deteriorating raw materials and products. *Journal of Production Economics*, 136 (2012) 266–274.
- Zanoni, Simone., Jaber, Mohamad. Y., dan Lucio E, Zavanella., 2011. Vendor managed inventory (VMI) with consignment considering learning and forgetting effects. *International Journal Production Economics*, 10.1016/j.ijpe.2011.08.018.