

**OPTIMALISASI JUMLAH KANBAN DALAM SISTEM JIT
MENGUNAKAN PENDEKATAN ALGORITMA GENETIKA**

(Studi Kasus di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia)

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri**



oleh :

Nama : Sundana

No. Mahasiswa : 01 522 325

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Optimalisasi Jumlah Kanban Dalam Sistem JIT Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika (Studi Kasus di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia)

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, Juli 2006

Tim Penguji

Ir. Hartomo, M.Sc

Ketua

Ir. Ali Parkhan, MT

Anggota I

Ir. R. Chairul Saleh, M. Sc., Ph.D

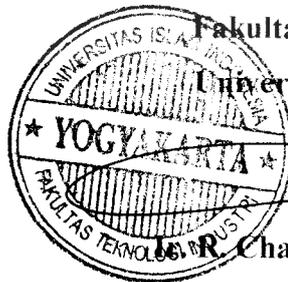
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. R. Chairul Saleh, M. Sc., Ph.D

MOTTO

“Dia-lah Allah Yang tidak ada Tuhan (yang berhak disembah) selain Dia, Yang Mengetahui yang ghaib dan yang nyata, Dia-lah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang. Dia-lah Allah Yang tidak ada Tuhan (yang berhak disembah) selain Dia, Raja, Yang Mahasuci, Yang Mahasejahtera, Yang Mengaruniakan keamanan, Yang Maha Memelihara, Yang Mahaperkasa, Yang Mahakuasa, Yang Memiliki segala keagungan, Mahasuci Allah dari apa yang mereka persekutukan. Dia-lah Allah Yang Menciptakan, Yang Mengadakan, Yang Membentuk Rupa, Yang Mempunyai Nama-nama Yang Paling Baik, Bertasbih kepada-Nya apa yang ada dilangit dan dibumi. Dan Dia-lah Yang Mahaperkasa lagi Mahabijaksana.” (Q.S. Al Hasyr : 22-24)

“Semua dari kalian masuk surga kecuali orang yang tidak mau.” Para sahabat bertanya, “Siapa yang tidak mau masuk surga, wahai Rasulullah?” Rasulullah Shallallahu Alaihi wa Sallam bersabda, “Barangsiapa taat kepadaku, ia masuk surga. Barangsiapa bermaksiat kepadaku, ia tidak mau masuk surga.” (H.R. Al-Bukhari)

2.2	KajianPustaka	8
2.2.1	Just In Time (JIT)	8
2.2.1.1	Pengertian JIT	9
2.2.1.2	Tujuan JIT	11
2.2.1.3	Syarat - Syarat Penerapan Sistem JIT	13
2.2.2	Penerapan Sistem Kendali Kanban	14
2.2.2.1	Pengertian Sistem Kanban	14
2.2.2.2	Peraturan Dasar Dalam Sistem Kanban	17
2.2.2.3	Penentuan Jumlah Kartu Kanban	18
2.2.3	Algoritma Genetika	19
2.2.3.1	Deskripsi Algoritma Genetika	19
2.2.3.2	Langkah-langkah Penerapan Algoritma Genetika	21
2.2.3.2.1	Inisialisasi Populasi Kromosom	22
2.2.3.2.2	Representasi	22
2.2.3.2.3	Seleksi	22
2.2.3.2.4	Crossover	23
2.2.3.2.5	Mutasi	23
2.2.3.2.6	Replacement	24
2.2.3.2.7	Termination	24
2.2.3.2.8	Evaluasi Fitness	25
2.2.3.3	Penentuan Model Sistem	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Studi Pustaka	27
3.2 Analisis Model	28
3.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah	34
3.4 Penentuan Objek Penelitian	34
3.5 Metode Pengumpulan Data	34
3.6 Pengolahan dan Analisa Hasil	35
3.6.1 Optimalisasi dengan Pendekatan Algoritma Genetika	35
3.6.1.1 Inialisasi Populasi Kromosom	35
3.6.1.2 Representasi	35
3.6.1.3 Seleksi	36
3.6.1.4 Crossover	36
3.6.1.5 Mutasi	38
3.6.1.6 Replacement	38
3.6.1.7 Termination	39
3.6.1.8 Evaluasi Fitness	39
3.6.2 Pembahasan	39
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	40
4.1 Tinjauan Singkat Perusahaan	40
4.2 Pengumpulan Data	45
4.2.1 Jam Kerja Tenaga Kerja	46
4.2.2 Struktur Produk	46
4.2.3 Peta Proses Operasi	48

4.2.4	Data Waktu Transfer	48
4.2.5	Kapasitas Kontainer	49
4.2.6	Data Alokasi Biaya	49
4.3	Pengolahan Data	49
4.3.1	Permintaan produk	49
4.3.2	Jumlah Kebutuhan Part	50
4.3.3	Ukuran Lot Kanban	51
4.3.4	Lead Time	52
4.3.5	Rata-rata Waktu Siklus (RWS)	54
4.3.6	Jumlah Kanban (JK)	55
4.3.7	Makespan	55
4.3.8	Analisa Biaya	55
4.3.8.1	Biaya Waktu Tunggu (BWT)	55
4.3.8.2	Biaya Kanban (BK)	56
4.3.8.3	Total Cost (TC)	56
4.3.9	Penentuan Jumlah Kanban Optimal dengan Pendekatan Algoritma Genetika	57
4.3.9.1	Pengasetan Nilai Fungsi Suaian Awal	57
4.3.9.2	Pencarian Oleh Algoritma Genetika	57
4.3.9.3	Input Data Untuk Generator	57
4.3.9.4	Cara Kerja Generator	58
4.3.9.5	Hasil Pencarian Oleh Algoritma Genetika	58
BAB V PEMBAHASAN		61

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	63
4.2.1 Kesimpulan	63
4.2.1 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



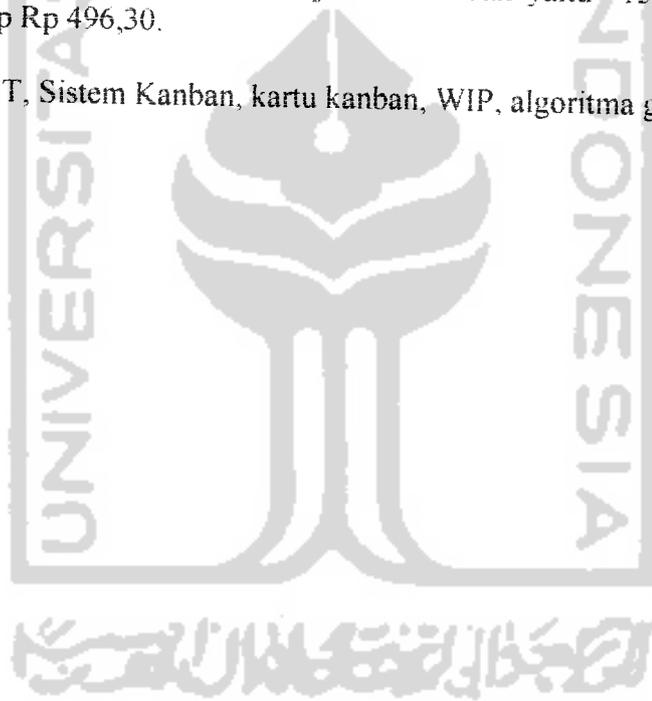
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Produksi JIT	12
Gambar 2.2	Diagram Alir Syarat-Syarat Penerapan JIT	14
Gambar 2.3	Aliran Proses Sebelum dan Proses Sesudah	16
Gambar 2.4	Aliran Material dan Penyusunan Jadwal dalam Sistem Dorong dan Tarik	16
Gambar 2.5	Operasi Crossover	23
Gambar 2.6	Operasi Mutasi	24
Gambar 2.7	Stuktur Umum Algoritma Genetika	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Kerangka Penelitian	27
Gambar 3.2	Sistem Pengendalian Manufaktur Kaban	28
Gambar 3.3	Layout Lantai Produksi di Laboratorium Sistem Produksi	32
Gambar 3.3	Crossover	37
Gambar 3.4	Mutasi	38
Gambar 4.2	Grafik Performansi Algoritma Genetika	59

Abstraksi

Sistem produksi *Just In Time* (JIT) yang pada dasarnya bermaksud menghasilkan produk yang diperlukan, dalam jumlah yang diperlukan dan pada waktu yang diperlukan memberikan jaminan kualitas yang tinggi pada produknya. Untuk mencapai produksi JIT maka diperlukan alat pengendali produksi yaitu Sistem Kanban yang akan mengontrol seluruh kinerja didalam sistem dengan menggunakan kartu kanban. Jumlah kartu kanban yang digunakan menjadi tolak ukur didalam pengendalian produksi untuk mengukur produktivitas dalam hal peningkatan jumlah dan kualitas produk yang dihasilkan dengan penurunan *Work In Proses* (WIP) sebagai upaya menurunkan biaya produksi. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika yang dijalankan menggunakan software *Generator Algoritma Genetik* mampu memberikan solusi yang baik dalam menentukan jumlah kanban yaitu 139 unit kanban dengan jumlah biaya Rp Rp 496,30.

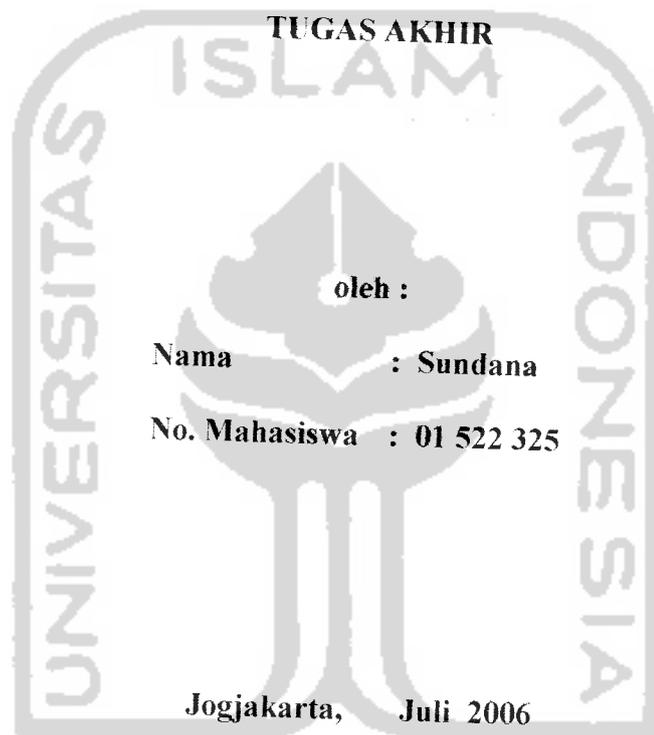
Kata Kunci : JIT, Sistem Kanban, kartu kanban, WIP, algoritma genetika



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Optimalisasi Jumlah Kanban Dalam Sistem JIT
Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika**

(Studi Kasus di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia)



Pembimbing

Ir. R. Chairul Saleh, M. Sc., Ph.D

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan hasil karya ku ini kepada

Orang Tua ku, yang kucintai, selalu berdo'a, membimbing, dan berkorban untukku.

Kakak-kakak ku, yang selalu memotivasi dalam setiap perjuangan hidupku.

Teman-teman ku yang telah turut mendukung dan mendo'akan ku.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pendahuluan	7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem produksi tepat waktu (*Just in Time*) yang pada dasarnya bermaksud menghasilkan produk dalam jumlah yang diperlukan dan dalam waktu yang diperlukan memberikan jaminan kualitas yang tinggi pada produknya. Secara umum, sistem *Just in Time* (JIT) jika diimplementasikan secara tepat maka akan dapat menghasilkan peningkatan produktivitas, mengurangi *work in process* (WIP) inventori, dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Namun hal ini tergantung kepada faktor lingkungan dari sistem JIT. Didalam JIT sendiri parameter lead time dan WIP sangat penting dalam penentuan kinerja sistem. Sementara itu dalam JIT inventori dikendalikan oleh sejumlah kanban yang dialokasikan. Kanban adalah suatu istilah yang artinya adalah kartu. Dalam kartu tersebut ada informasi apa dan jumlah permintaan suku cadang yang harus diproduksi (Wang dan Wang, 1991).

Banyak peneliti yang memfokuskan penelitian pada perusahaan manufaktur dengan investigasi tentang filosofi JIT dan juga banyak kerja penelitian telah dilakukan untuk menentukan jumlah kanban yang diperlukan dalam JIT. Deleersnyder *et.al.*,(1989) menempatkan persoalan penentuan kanban dalam konteks implementasinya pada keseluruhan sistem. Kemudian Moden (1995) mengajukan

model persamaan menentukan jumlah kanban untuk perusahaan Toyota Motor seperti berikut :

$$k_i = \frac{\tau_i D_i (1 + \alpha)}{n_i}$$

Dimana k_i adalah jumlah kanban untuk tipe part i , n_i adalah ukuran kontainer, τ_i adalah jumlah *lead time* (tenggang waktu) waktu tunggu, dan waktu pengambilan kanban dan D_i adalah rata-rata permintaan tipe *part i*. Rata-rata permintaan diketahui, beberapa variabilitas tidak terjadi disebabkan urutan order pada final perakitan dan permintaan yang mengambang. Disebabkan α adalah faktor keamanan untuk menangani terjadi variabilitas maka persoalannya adalah bagaimana cara menentukan α yang tepat. Askin *et.al.*, (1993) mengajukan suatu pendekatan yang ekonomis memilih k_i dan kemudian α . Tujuannya untuk meminimasi jumlah biaya inventori dan pemesanan kembali. Minimasi ini di formulasikan dengan waktu yang kontinyu, model Markov *steady state* untuk menentukan jumlah kanban yang digunakan untuk setiap tipe *part* pada setiap stasiun kerja dalam sistem JIT. Model ini kemudian memilih α yang tepat pada setiap kasus. Fukukawa dan Hong (1993) telah mengajukan pendekatan model mixed integer programming untuk menilai banyak faktor yang menentukan pada aturan penentuan jumlah kanban didalam sistem produksi JIT. Fungsi tujuannya adalah untuk menentukan biaya penyimpanan inventori, biaya berbagai macam dan keterlambatan operasi. Muckstadt dan Tayur (1995) menggunakan metode heuristik untuk menentukan jumlah kanban. Sedangkan Aytug *et.al.*, (1996) telah menentukan jumlah kanban dalam sistem produksi pull

dengan model metaregressi. Sedangkan Hurion (1997) telah menemukan pendekatan penentuan optimum jumlah kanban dengan metode neural network.

Dari kajian kepustakaan yang telah dilakukan seperti yang dipaparkan diatas studi untuk mencari dan mendapatkan jumlah optimum kanban dalam sitem produksi JIT menggunakan sistem kecerdasan buatan (*artificial intelligent*) atau AI khususnya algoritma genetika sampai penelitian ini dilakukan belum banyak diteliti orang, yang ada adalah penelitian yang dilakukan oleh B. Dengiz dan C. Albas (2000) menggunakan *Tabu Search*. Penelitian ini menggunakan 2 stasiun kerja dengan beberapa asumsi yang dimungkinkan untuk dapat ditambah atau dikurangi untuk kesempurnaan penelitian lanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan diatas maka dapat diidentifikasi permasalahan yaitu berapa jumlah optimum kanban didalam sistem JIT menggunakan pendekatan algoritma genetika berdasarkan model matematis yang diajukan.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang akan digunakan agar tujuan penelitian ini lebih terfokus adalah sebagai berikut :

- a. Objek penelitian di laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- b. Seluruh asumsi, data, maupun pembahasan sesuai dengan model matematis yang diajukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mencari jumlah optimum kanban didalam sistem JIT menggunakan algoritma genetika.
- b. Mempelajari secara mendalam penggunaan kanban dalam sistem produksi JIT dan mencari pembuktian bahwa kanban dapat meningkatkan kinerja sistem produksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilaksanakannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada ruang lingkup sistem produksi.

- b. Jika optimum jumlah kanban dapat dicari dengan mudah menggunakan pendekatan algoritma genetika maka akan diusulkan untuk menggunakan metode temuan ini dalam praktikum sistem produksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan tugas akhir ini lebih terstruktur dan terarah maka selanjutnya akan disusun sistematika penulisan seperti berikut:

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang, kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan

data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

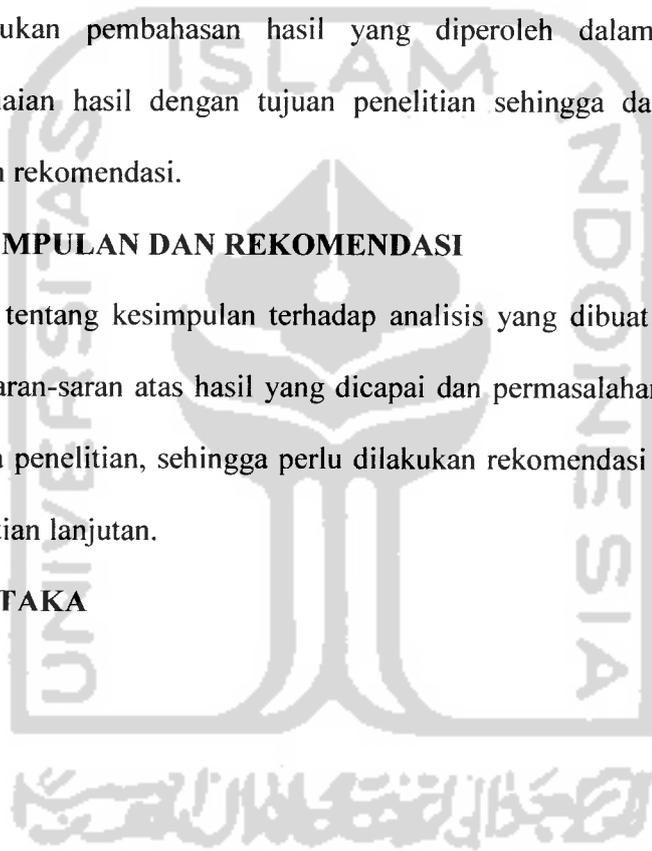
Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

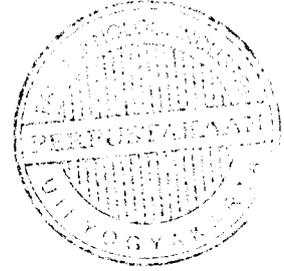
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

LANDASAN TEORI



2.1 Pendahuluan

Sistem Kanban merupakan suatu sistem informasi yang secara serasi mengendalikan produksi produk yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan pada waktu yang diperlukan dalam setiap proses manufaktur maupun antar perusahaan. Sistem ini berorientasi pada pengurangan biaya atau perbaikan produktivitas yang dicapai dengan menghilangkan berbagai pemborosan. Proses perbaikan secara terus-menerus melalui implementasi sistem kanban ini dilakukan dengan mengendalikan jumlah kartu kanban. Jumlah kartu kanban yang digunakan menjadi tolak ukur didalam pengendalian produksi dan mengukur produktivitas.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk menentukan jumlah kanban yang optimal. Muckstadt dan Tayur (1995) menggunakan metode heuristik untuk menentukan jumlah kanban. Aytug *et.al.*, (1996) telah menentukan jumlah kanban dalam sitem produksi pull dengan model metaregressi. Sedangkan Hurion (1997) telah menemukan pendekatan penentuan optimum jumlah kanban dengan metode neural network. Penelitian-penelitian tersebut memunculkan model matematis tertentu yang berhubungan dengan aplikasi kanban dengan tujuan menurunkan biaya produksi.

B. Dengiz dan C. Albas (2000) memunculkan model matematis yang mempertimbangkan biaya penggunaan kanban dan biaya waktu tunggu dari kombinasi jumlah kanban yang ditentukan. Untuk menentukan jumlah kanban optimal digunakan sistem kecerdasan buatan (*artificial intelligent*) yaitu *Tabu Search*. Sedangkan penelitian ini menggunakan model matematis dan asumsi yang sama, tetapi dengan variasi jenis kanban yang berbeda, sedangkan untuk menentukan jumlah kanban optimal digunakan sistem kecerdasan buatan algoritma genetika.

2.2 Kajian Pustaka

2.2.1 Just In Time (JIT)

Sistem perindustrian yang berdasarkan JIT untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Yoshuhiro Monden (1995) dari Toyota. Ide dasarnya berawal dari kegiatan di supermarket yaitu pada pengisian kembali rak barang yang kosong atau pada batas tertentu setelah ada konfirmasi dari kounter.

Kegiatan didalam sistem supermarket tersebut memberikan ide baru pada aktivitas manufaktur, dimana pada sistem manufaktur tradisional mengatur jadwal produksi berdasarkan pada peramalan kebutuhan dimasa yang akan datang. Produksi yang berdasarkan pada prediksi terhadap masa yang akan datang memiliki resiko kerugian yang lebih besar karena terjadi produksi berlebih yang tidak berdasarkan pada permintaan sesungguhnya. Oleh karena itu maka muncul konsep JIT yang akan berproduksi bila ada permintaan

Sistem supermarket mengilhami suatu proses produksi untuk melakukan aktivitasnya apabila diisyaratkan oleh proses berikutnya ke proses sebelumnya untuk berproduksi. Dalam supermarket ini konsumen yang mengambil barang terakhir yang ada di rak atau sampai pada batas tertentu merupakan isyarat untuk mengambil segera stok yang sama dalam jumlah yang sama setelah diketahui berapa barang yang telah diambil oleh konsumen melalui kounter. Dalam JIT permintaan kounter kepada bagian gudang untuk mengisi rak kembali sama halnya dengan mengirim kanban produksi ke proses sebelumnya untuk melakukan produksi sesuai permintaannya. Sebagai akibatnya pemborosan dapat dihilangkan dalam skala besar yaitu berupa perbaikan kualitas dan biaya produksi lebih rendah (Monden, 1995).

2.2.1.1 Pengertian JIT

JIT merupakan suatu filosofi dalam bidang industri yang memiliki keterkaitan penting dalam manajemen biaya yang menjadi suatu sistem internal yang digunakan oleh pendirinya, Toyota Motor Corporation. Di tempat asalnya, sistem ini kini telah mengambil suatu bentuk baru yaitu Sistem Produksi Toyota (*Toyota Production System*), dan selanjutnya JIT menjadi salah satu pilar Sistem Produksi Toyota di samping automasi (*autonomation*). Ide dasar JIT sangatlah sederhana yaitu berproduksi hanya kalau ada permintaan (*pull system*) yang konsepnya adalah dalam menghasilkan suatu yang dibutuhkan, sama dengan saat yang dibutuhkan dan pada jumlah yang dibutuhkan (Monden, 1995).

Toyota *Production System* (Toyota Motor Company) menguraikan JIT bertujuan untuk menurunkan ongkos produksi, dengan menghilangkan MUDA (pemborosan), MURA (ketidakaturan) dan MURI (hal yang berlebihan) dan juga mendukung konsep “*Build In Quality at Each Process*”

Pemborosan (MUDA) dapat diidentifikasi menjadi 7 jenis sebagai berikut

1. Pemborosan dalam kelebihan produksi (*over production*)
2. Pemborosan dalam stock
3. Pemborosan dalam transportasi atau pengangkutan
4. Pemborosan dalam proses
5. Pemborosan dalam menunggu
6. Pemborosan dalam gerakan (*motion*)
7. Pemborosan dalam barang rusak (*defect* atau *repair*)

Prinsip dasar JIT adalah meningkatkan kemampuan perusahaan secara kontinyu untuk merespon perubahan dengan meminimalkan pemborosan dengan cara melancarkan produksi (*Heijunka*), dengan aliran proses dengan lot kecil, menentukan *pulling system*. Ada empat aspek pokok dalam konsep JIT yang berhubungan dengan prinsip ini yaitu :

Menghilangkan semua aktivitas atau sumber-sumber yang tidak memberikan nilai tambah terhadap suatu produk atau jasa.

Komitmen terhadap kualitas prima.

Mendorong perbaikan berkesinambungan untuk meningkatkan efisiensi.

Memberikan tekanan pada penyederhanaan aktivitas dan peningkatan visibilitas aktivitas yang memberikan nilai tambah.

2.2.1.2 Tujuan JIT

Berawal dari dasar pemikiran untuk mendapatkan keuntungan lebih banyak, penerapan JIT pada suatu sistem produksi dilakukan untuk menekan biaya produksi dengan cara menghilangkan pemborosan, bukan hanya dengan menambah volume penjualan semata.

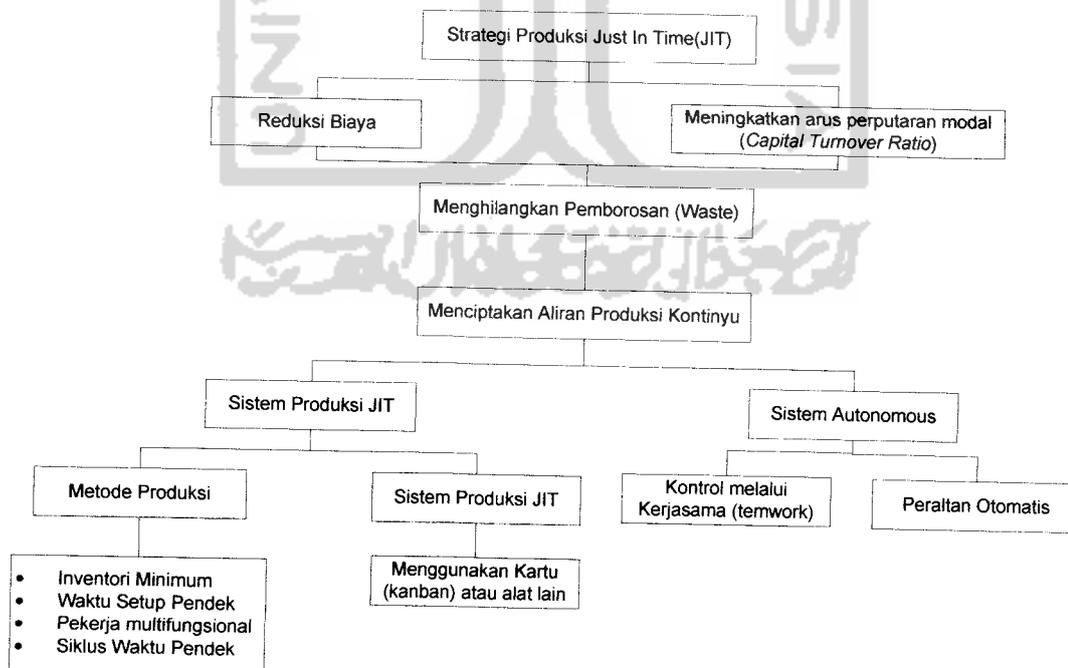
Sistem produksi tepat waktu yang pada dasarnya bermaksud menghasilkan produk yang diperlukan, dalam jumlah yang diperlukan dan pada waktu yang diperlukan memberikan jaminan kualitas yang tinggi pada produknya. Hal ini dapat dilihat dari kegiatan produksinya yang tidak memungkinkan suatu unit cacat proses terdahulu untuk mengalir ke proses berikutnya sehingga jaminan kualitas akan dimiliki produk tersebut yang akan mendukung daya jualnya. Dengan demikian kualitas yang dimiliki adalah kualitas yang berdasarkan bebas dari defisiensi yaitu kualitas yang di mata pelanggan adalah kualitas yang tinggi biasanya biaya yang akan dikeluarkan lebih rendah, bukan berdasarkan pada keistimewaan produk, dimana menurut pelanggan semakin baik keistimewaan produk semakin tinggi kualitasnya dan berdampak pada penjualan namun dari segi biaya biasanya lebih tinggi (Gaspersz,1997).

Di bawah filosofi JIT, segala sesuatu baik material, mesin dan peralatan, sumber daya manusia, informasi, proses dan lain-lain yang tidak memberikan nilai tambah pada produk disebut pemborosan (*waste*). Nilai tambah produk merupakan kata kunci dalam JIT. Nilai tambah produk diperoleh hanya melalui aktivitas aktual yang dilakukan langsung pada produk, dan tidak melalui pemindahan, penyimpanan, penghitungan, dan penyortiran produk. Hal tersebut

tidak menambah nilai pada produk itu, tetapi merupakan biaya, dan biaya yang dikeluarkan tanpa memberikan nilai tambah pada produk merupakan pemborosan (*waste*).

Pada dasarnya sistem produksi JIT mempunyai enam tujuan dasar sebagai berikut:

- Mengintegrasikan dan mengoptimalkan setiap langkah dalam proses manufaktur
- Menghasilkan produk berkualitas sesuai keinginan pelanggan.
- Menurunkan ongkos manufaktur secara terus menerus.
- Menghasilkan produk hanya berdasarkan permintaan pelanggan
- Mengembangkan fleksibilitas manufakturing
- Mempertahankan komitmen tinggi untuk bekerja sama dengan pemasok dan pelanggan.



Gambar 2.1 Sistem Produksi JIT

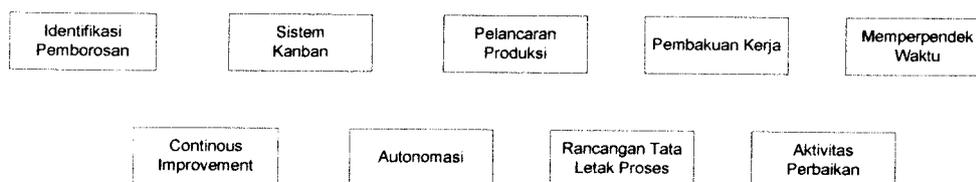
Pada Gambar 2.1 adalah sistem produksi JIT. Sistem produksi JIT menggunakan metode produksi yang berorientasi pada inventori minimum, waktu setup mesin dan peralatan yang pendek, penciptaan pekerja multifungsional (memiliki keterampilan multifungsi), serta penyelesaian pekerjaan dalam waktu siklus yang pendek sesuai standar yang ditetapkan. Sistem produksi JIT menggunakan aliran informasi berupa kanban berbentuk kartu atau peralatan lainya seperti lampu. *Kanban* dalam bahasa Jepang berarti kartu yang memvisualkan catatan atau bias juga menggunakan *signal*.

2.2.1.3 Syarat-Syarat Penerapan Sistem JIT

Agar proses produksi tepat waktu dapat berjalan dengan lancar maka perlu suatu sistem manajemen yang mendukungnya. Beberapa syarat agar sistem produksi JIT dapat diterapkan, (Fandy dan Anastasia, 1995) yaitu antara lain :

1. Mengidentifikasi Pemborosan
2. Penggunaan sistem kanban, yang merupakan sistem manajemen untuk sistem produksi tepat waktu yang juga didukung oleh
3. Pelancaran produksi
4. Pembakuan kerja
5. Memperpendek waktu penyiapan (*set-up*)
6. Aktivitas perbaikan
7. Perancangan tata letak proses
8. Otomasi

Dari uraian diatas, maka dapat dibuat suatu diagram alir syarat-syarat penerapan sistem Just In Time sebagai berikut :



Gambar 2.2 Diagram Alir Syarat-Syarat Penerapan JIT

Gaspersz (1997) menyebutkan kualitas sebagai sesuatu yang memenuhi persyaratan yang diinginkan oleh konsumen. Sedangkan Deming (1994) menyatakan kualitas seharusnya bisa memenuhi keinginan konsumen baik saat ini maupun untuk untuk masa yang akan datang.

2.2.2 Penerapan Sistem Kendali Kanban

2.2.2.1 Pengertian Sistem Kanban

Sistem kanban adalah suatu sistem informasi yang secara serasi mengendalikan produksi produk yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan dalam setiap proses pabrik dan juga diantara perusahaan. Kanban adalah suatu alat untuk mencapai produksi JIT. Dua jenis kanban yang sering digunakan adalah kanban pengambilan (*withdrawal kanban*) dan kanban produksi (*production kanban*). Atau dikenal dengan istilah kanban tarik (*withdrawal kanban*) dan kanban produksi (*production kanban*). Pada dasarnya kanban tarik bergerak antara pusat-pusat kerja dan digunakan sebagai alat yang sah untuk memindahkan part atau

material dari suatu pusat kerja ke pusat kerja yang lain. Dalam sistem, kanban tarik harus selalu mengikuti aliran material dari satu proses ke proses yang lain (dari proses sebelum ke proses sesudahnya). Kanban tarik harus menunjukkan nama proses sebelumnya (*preceding procces*) beserta lokasinya dan proses sesudah (*subsequent procces*) beserta lokasinya (Gaspersz, 1997)

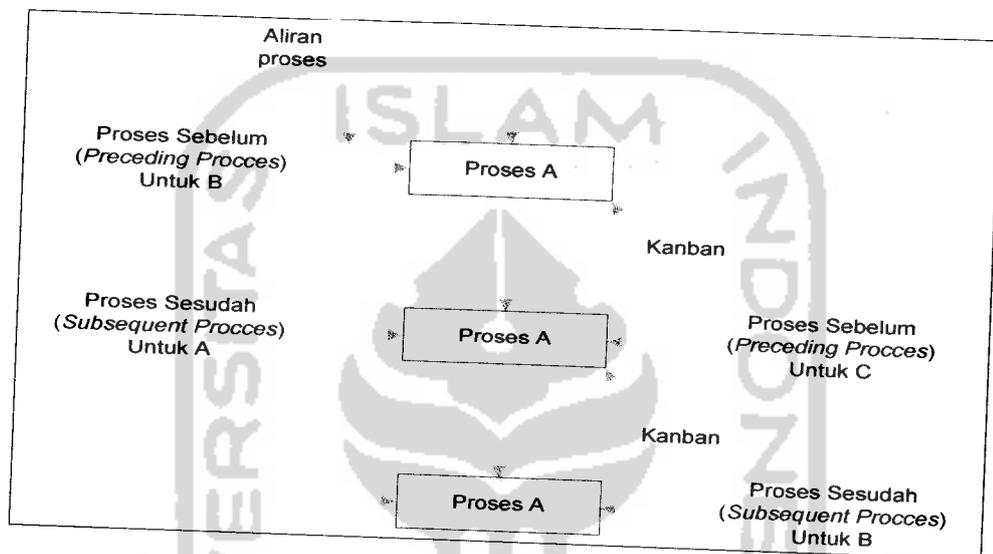
Kanban tarik berfungsi untuk mengambil material atau part, sedangkan kanban produksi berfungsi sebagai alat yang sah untuk mengeluarkan pesanan produksi kepada proses sebelumnya agar membuat atau memproduksi part kembali. Apabila kanban tarik tiba dilokasi proses, maka sebelum akan menemukan satu atau beberapa kontainer yang berisi part yang telah diproduksi tersebut. Kanban produksi harus bersama dengan kontainer pada saat dipindahkan.

Berbeda dengan sistem dorong (*push system*), kita akan memindahkan material dan membuat produk dengan cara mendorong material itu sepanjang proses. Aktivitas ini akan berlangsung terus menerus meskipun pusat-pusat kerja tidak mengkonsumsi material pada tingkat yang sama dengan material yang didorong dari proses sebelum. Apabila kita menggunakan sistem dorong, sekali sistem itu beroperasi, akan sangat sulit untuk menghentikan proses karena dinamika dari sistem itu. Pekerja yang terlibat dalam sistem dorong akan tidak bereaksi secara cepat terhadap perubahan tiba-tiba dalam permintaan suatu part.

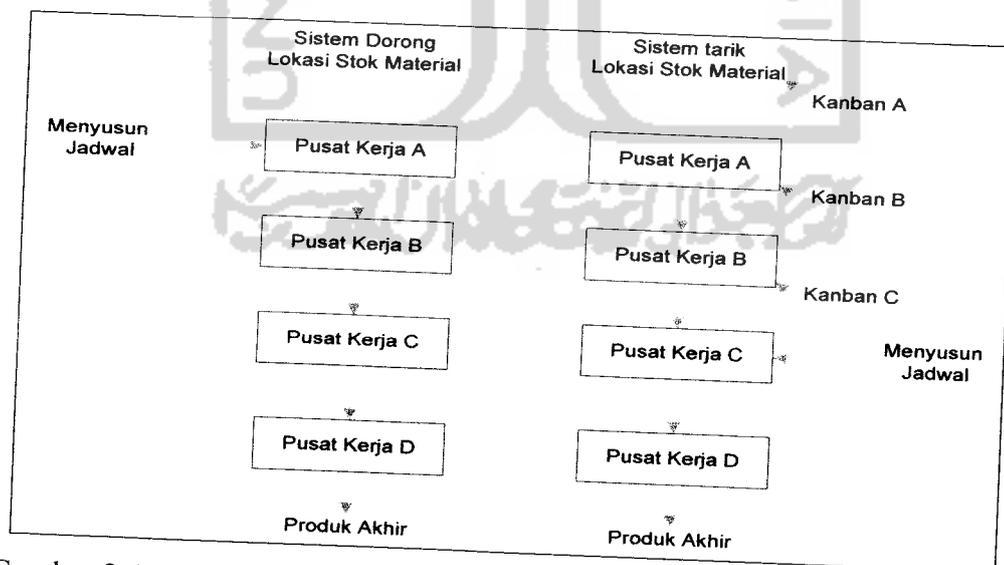
Konsep diatas akan berbeda dengan sistem tarik, karena sistem tarik proses sesudah akan meminta atau menarik material dari proses sebelum berdasarkan kebutuhan aktual dari proses sesudah itu. Dalam hal ini proses sebelum tidak

boleh memproduksi dan mendorong atau memberikan parts kepada proses sesudah sebelum ada permintaan produksi dari proses sesudah.

Proses sebelum dan proses sesudah ditunjukkan pada Gambar 2.3. Sedangkan aliran material dan penyusunan jadwal dalam sistem dorong dan sistem tarik dalam gambar 2.4.



Gambar 2.3 Aliran Proses Sebelum dan Proses Sesudah



Gambar 2.4 Aliran Material dan Penyusunan Jadwal dalam Sistem Dorong dan Tarik

Dari gambar 2.3 tampak bahwa proses sebelum maupun proses sesudah digunakan untuk mendefinisikan peraturan yang mengatur pergerakan kanban. Suatu proses sesudah untuk proses tertentu dapat menjadi proses sebelum untuk proses yang lainnya, tergantung pada posisi proses itu dalam aliran manufaktur. Sebagai contoh dalam gambar 2.4, proses B merupakan proses sesudah untuk proses A, namun menjadi proses sebelum untuk proses C.

Dari gambar 2.4 tampak perbedaan antara sistem dorong dan sistem tarik. Sistem dorong merupakan suatu proses beraliran tunggal (*single-flow proses*), dimana aliran jadwal yang disusun dan alira material dalam proses berada dalam arah yang sama. Sedangkan sistem tarik merupakan proses beraliran ganda (*double-flow proses*), dimana aliran material berada dalam arah yang berbeda dengan aliran jadwal yang disusun itu. Dalam hal ini, sistem kanban digunakan untuk mengkomunikasikan jadwal yang disusun itu dari satu pusat kerja ke pusat kerja yang lain. Dalam gambar 2.4, penyusunan jadwal dalam sistem dorong dilakukan sebelum pusat kerja A (proses awal) sedangkan penyusunan jadwal dalam sistem tarik, dilakukan pada pusat kerja C (proses akhir).

2.2.2.2 Peraturan Dasar Dalam Sistem Kanban

Ada beberapa peraturan dasar yang harus diperhatikan dalam menggunakan sistem kanban agar sesuai dengan prinsip-prinsip dari sisten JIT, antara lain :

1. Pemindahan suatu kanban boleh dilakukan hanya apabila lot itu akan digunakan.
2. Tidak boleh ada penarikan part tanpa disertai dengan kanban.

3. Banyaknya part yang dikeluarkan atau dikirim keproses berikut harus tepat sama dengan yang dispesifikasikan oleh kanban
4. Suatu kanban harus selalu dilampirkan atau ditaruh pada produk-produk fisik.
5. Proses sebelum harus selalu memproduksi parts dalam kuantitas sama dengan yang ditarik oleh proses sesudah.
6. Parts yang cacat harus tidak boleh dikirim ke proses sesudah.
7. Proses kanban dalam setiap pusat kerja dilakukan dengan susunan atau urutan tibanya kanban itu dipusat.

2.2.2.3 Penentuan Jumlah Kartu Kanban

Perencana material adalah orang yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan kartu-kartu kanban. Perencana juga menentukan ukuran-ukuran lot dari kanban yang akan menarik material. Dalam menentukan ukuran lot maka perencana harus memperhatikan kapasitas pabrik dan kontainer yang digunakan untuk mengangkut parts.

Banyaknya kanban yang dikeluarkan untuk part tertentu dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Jumlah kanban} = \frac{\text{Demand} \times \text{Lead Time} \times \text{Faktor Pengaman}}{\text{Ukuran Lot}}$$

Demand merupakan tingkat produksi dalam unit untuk suatu part. Waktu tunggu (*lead time*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu parts atau waktu menunggu untuk memperoleh parts yang dibeli. Faktor pengaman biasanya merupakan peningkatan persentase dalam banyaknya kartu kanban

yang dikeluarkan dan diperlukan sebagai ukuran untuk inventori pengaman. Koefisien untuk faktor pengaman ditentukan berdasarkan kebijakan manajemen, dengan kondisi ideal tercapai apabila koefisien faktor pengaman sama dengan 1,0. sedangkan ukuran lot adalah kuantitas parts yang diotorisasi untuk kanban tarik pada saat pengambilan material atau parts atau untuk kanban produksi pada saat pembuatan part itu, ditentukan berdasarkan kapasitas kontainer atau kapasitas mesin, atau pertimbangan lainnya.

2.2.3 Algoritma Genetika

2.2.3.1 Deskripsi Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma pencarian terstruktur yang didasarkan pada analogi mekanisme seleksi dan informasi genetika alami atau merupakan salah satu model komputasi yang diilhami oleh evolusi seleksi alamiah yang didasarkan pada teori genetika. Algoritma genetika berdasarkan atas prinsip evolusi genetika dimana spesies yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya akan dapat terus hidup, sedangkan yang tidak mampu akan tersingkir. Dalam penggunaan algoritma genetika meniru beberapa proses yang ditemukan pada proses evolusi ilmiah atau konsep algoritma genetika itu sendiri berhubungan dengan konsep genetika dan teori evolusi yang dikemukakan oleh Darwin yang memberikan kerangka kerja secara teoritis tentang adaptasi biologis yang merupakan perilaku yang diturunkan dari beberapa mekanisme evolusi alam seperti seleksi, rekombinasi, mutasi dan reproduksi (Goldratt dan W. Cox, 1986).

Algoritma genetika pertama kali dikemukakan oleh John Holland dari Universitas Michigan yang memulai penelitiannya pada awal tahun 1960. Penelitian pertamanya yang dipublikasikan adalah "*adaption in natural and artificial system*" pada tahun 1975. Menurut Holland, apabila evolusi dapat bekerja dengan sangat baik untuk organisme mengapa tidak digunakan untuk program komputer. Penelitian Holland menyimpulkan dua hal yaitu untuk menjelaskan dan mempelajari proses adaptasi sistem alami dan untuk mendesain sistem cerdas yang mempunyai persamaan atau mengandung mekanisme dengan sistem yang alami. Penerapan algoritma genetika terutama dikaitkan dengan metode adaptif untuk memecahkan masalah pencarian dan optimasi. Teori dasarnya adalah genetik bawaan dari populasi yang ada secara potensial memiliki solusi atau solusi yang lebih baik terhadap masalah yang akan dihadapi. Solusi ini belum aktif karena kombinasi genetik yang dialami terpecah dalam beberapa subjek. Algoritma ini secara efektif menggunakan informasi masa lalu untuk menuju pada titik pencarian yang baru dengan kinerja yang diharapkan meningkat. (Ridwan, 2002).

Untuk menyelesaikan suatu masalah dengan algoritma genetik, maka masalah tersebut harus dimodelkan terlebih dahulu melalui pengkodean solusi persoalan optimasi kedalam bentuk string yang biasanya berbentuk biner, tetapi tidak selalu demikian (Azmi et.al., 1999; Chairul Saleh, et.al., 2002a; Chairul Saleh, 2002b). String pada algoritma genetika berfungsi sama dengan kromosom pada teori evolusi. Khromosom-khromosom ini melakukan regenerasi melalui urutan iterasi.

Selama regenerasi khromosom dievaluasi menggunakan ukuran yang disebut nilai kekuatan (*Fitness Value*) (Goldberg, 1989; Davis, 1991; Gen dan Cheng, 1997, 2000). Untuk membentuk generasi selanjutnya, khromosom baru yang disebut anak khromosom (*offspring*) diperoleh dengan mengawinkan dua khromosom dengan cara persilangan (*crossover*) atau memodifikasi melalui operator mutasi (*Mutation*). Generasi baru yang terbentuk dipilih mengikuti nilai kekuatan atau tetap mempertahankan populasi. Khromosom disebut layak diterima menjadi solusi optimal jika khromosom tersebut kuat dan memiliki peluang tinggi. Setelah beberapa generasi maka algoritma genetika terpusat pada khromosom terbaik, yang dapat menggambarkan suatu solusi yang optimal. Model dari algoritma genetika seperti halnya permasalahan optimasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu fungsi tujuan (*objectif function*) dan batasan-batasan (*constraint*). Algoritma genetika tidak memerlukan banyak asumsi dalam menyelesaikan fungsi objektif seperti layaknya teknik optimasi yang lain. (Holland, 1975; Lee, et.al., 1997).

2.2.3.2 Langkah – langkah Penerapan Algoritma Genetika

Penerapan metode algoritma genetika melibatkan delapan langkah utama (Chairul Saleh, 2002).

1. Inisialisasi
2. Representasi
3. Seleksi
4. Crossover
5. Mutasi

6. *Replacement*
7. *Termination*
8. Evaluasi Fitness

2.2.3.2.1 Inisialisasi Populasi Kromosom

Inisialisasi berhubungan dengan kemungkinan pembentukan solusi persoalan. Ada dua cara untuk menentukan inisialisasi populasi kromosom yaitu secara random dan secara heuristik (Gen dan Cheng, 2000). Jumlah populasi awal divariasikan untuk mengetahui pengaruh populasi terhadap fungsi kekuatan yang dihasilkan.

2.2.3.2.2 Representasi Khromosom

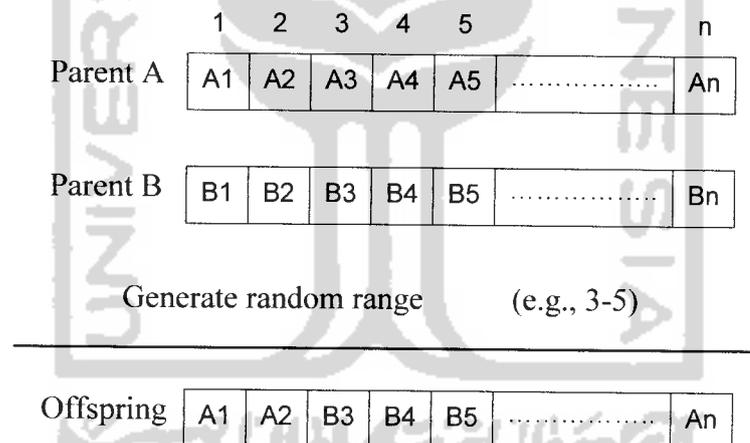
Representasi memberikan pengaruh yang kuat terhadap performansi algoritma genetika. Individu - individu gen berkumpul menjadi khromosom, saling berkaitan dan terintegrasi dengan parameter tertentu.

2.2.3.2.3 Seleksi

Operasi seleksi digunakan untuk memilih individu dengan nilai fitness terbaik untuk dijadikan induk dalam proses crossover. Ada tiga hal yang perlu diperhatikan pada tahap seleksi, meliputi ruang sampling, mekanisme sampling dan peluang sampling (Gen dan Cheng, 1997). Ada dua metode seleksi, yaitu proporsional dan ranking.

2.2.3.2.4 Crossover

Crossover (perkawinan silang) adalah suatu proses penukaran gen dari dua kromosom induk untuk memperoleh khromosom anak (*offspring*) yang berbeda dengan induknya. Khromosom anak dibentuk dari operasi crossover dengan mengkombinasi ulang gen-gen dari dua khromosom yang diperoleh melalui proses seleksi untuk memperoleh khromosom yang lebih baik. Beberapa operator crossover yang biasa digunakan adalah crossover satu titik, dua titik, siklus, serba sama dan permutasi. Crossover digunakan untuk membentuk dua individu khromosom baru yang disebut dengan *offspring*. Dua khromosom baru tersebut dibentuk oleh dua khromosom induk dalam populasi melalui seleksi.

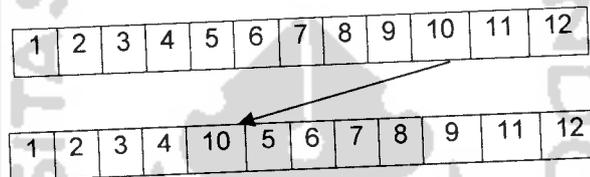


Gambar 2.5 Operasi Crossover

2.2.3.2.5 Mutasi

Mutasi adalah sebuah proses dari perubahan gen dalam kondisi random untuk membentuk gen baru dalam khromosom. Dalam algoritma genetika mutasi

memberikan aturan untuk menempatkan kembali gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi sehingga dapat memberikan gen yang tidak ada pada populasi sebelumnya. Mutasi digunakan untuk mencegah generasi prematur dalam operasi *crossover*. Pada mutasi ada satu parameter yang sangat penting yaitu peluang mutasi (p_m) yang menunjukkan prosentase jumlah gen pada populasi yang akan mengalami mutasi (Sri dan Hari, 2005).



Gambar 2.6 Operasi Mutasi

2.2.3.2.6 Replacement

Replacement merupakan proses pembaharuan generasi yang dilakukan untuk mengganti populasi lama dengan populasi baru hasil seleksi, crossover dan mutasi dengan harapan bahwa populasi baru tersebut akan mempunyai nilai fitness yang lebih baik daripada populasi yang lama. Berdasarkan pada pendekatan pembentukan generasi, semua populasi ditempatkan kembali (*replacement*) dalam masing-masing generasi (Goldberg, 1989).

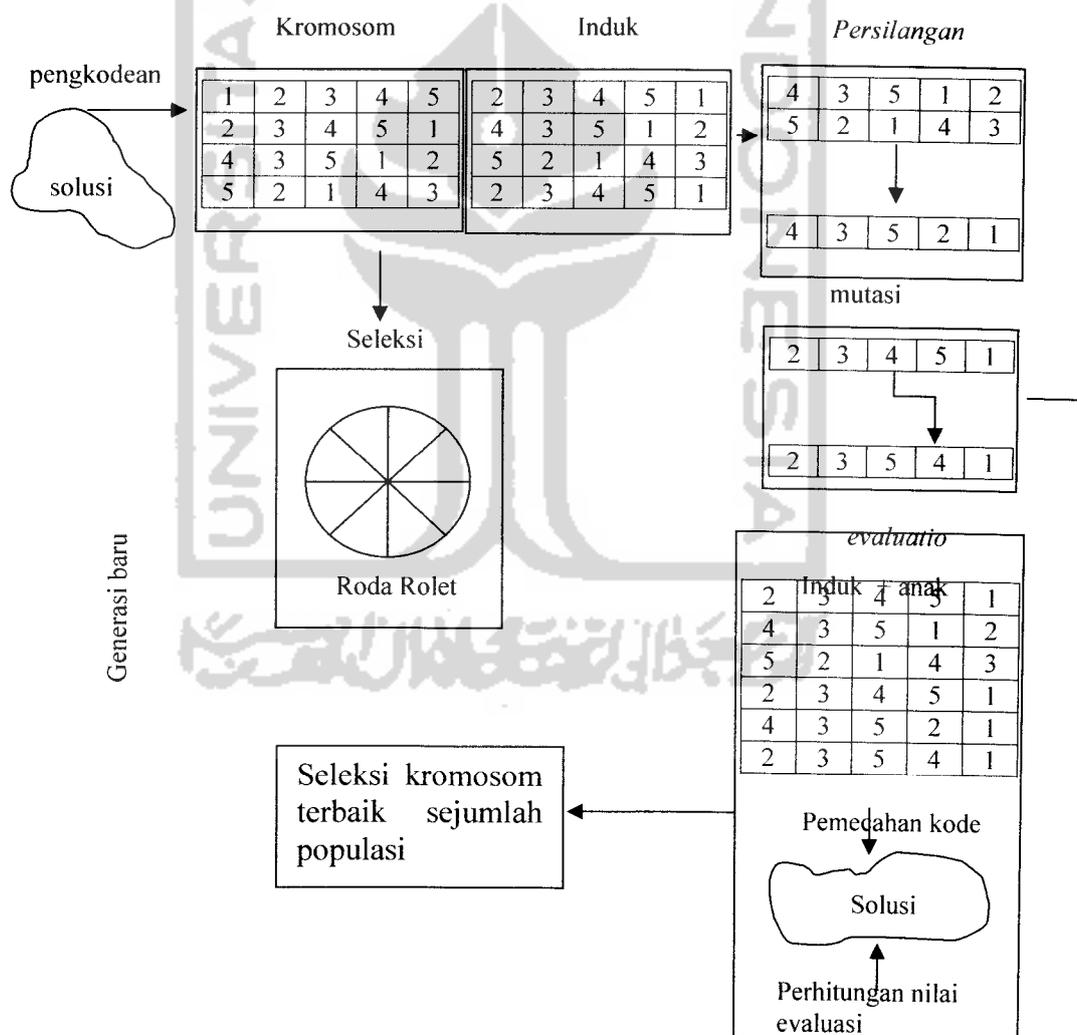
2.2.3.2.7 Termination

Crossover, mutasi, seleksi dan replacement dilakukan secara berulang dengan hasil bahwa tujuan yang ditentukan telah tercapai.

2.2.3.2.8 Evaluasi Fitness

Fungsi fitness dilakukan untuk mengevaluasi khromosom individu dalam populasi. Fitness adalah sebuah perhitungan nilai yang harus dimaksimalkan, diminimalkan atau disesuaikan dengan nilai terdekat paling mungkin yang diberikan.

Secara umum mekanisme algoritma genetika dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 Stuktur Umum Algoritma Genetika

2.2.3.3 Penentuan Model Sistem

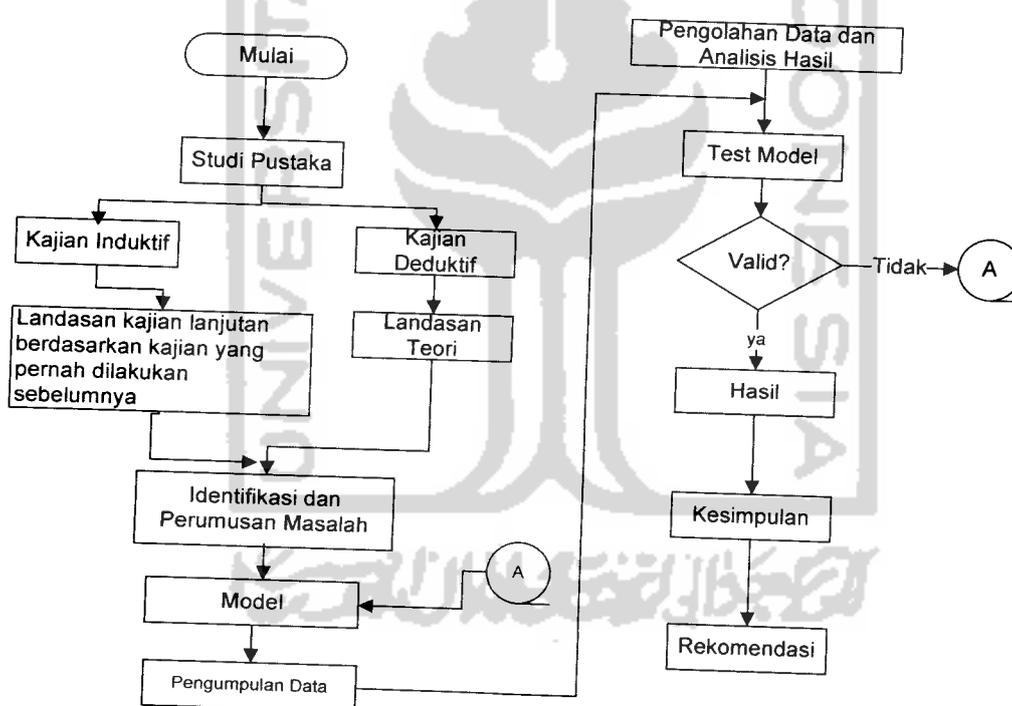
Untuk menyelesaikan suatu masalah dengan algoritma genetik, maka masalah tersebut harus dimodelkan terlebih dahulu melalui pengkodean yang dapat dipecahkan oleh metode komputasi. Jenis pengkodean tergantung pada permasalahannya, dapat berupa barisan bit, permutasi, himpunan, dan sebagainya. Pemodelan solusi merupakan proses konversi dari phenotype menjadi genotype. Suatu fitness yang sering berupa fungsi objektif masalah itu sendiri, digunakan sebagai penentu nilai *fitness* kandidat solusi (khromosom) yang sedang diproses, sehingga menentukan kelayakan bertahannya genome tersebut.

Sebelum melakukan perhitungan optimasi, ditentukan terlebih dahulu model sistem yang akan dibuat. Sistem buatan terdiri dari variabel-variabel yang sesuai dengan model alamiah, yaitu setiap satuan nilai dianggap sebagai satu individu spesies yang mempunyai gen, khromosom dan nilai *fitness*. Individu-individu dalam suatu populasi dianalogikan dengan set-set solusi yang mungkin dari suatu permasalahan optimasi. Gen adalah satu satuan unsur terkecil dari suatu nilai yang dapat berupa bit, simbol atau karakter tergantung dasar yang digunakan untuk mempresentasikan sebuah set solusi dalam permasalahan yang dihadapi. Khromosom adalah suatu struktur gen-gen yang membentuk suatu kesatuan yang mewakili suatu nilai atau karakteristik. Nilai fitness adalah suatu nilai dari spesies berdasarkan khromosomnya (Gen dan Cheng, 1997). Model dari algoritma genetika seperti halnya permasalahan optimasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu fungsi tujuan (*objectif function*) dan batasan-batasan (*constraint*).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian perlu disusun secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian dapat dipresentasikan seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

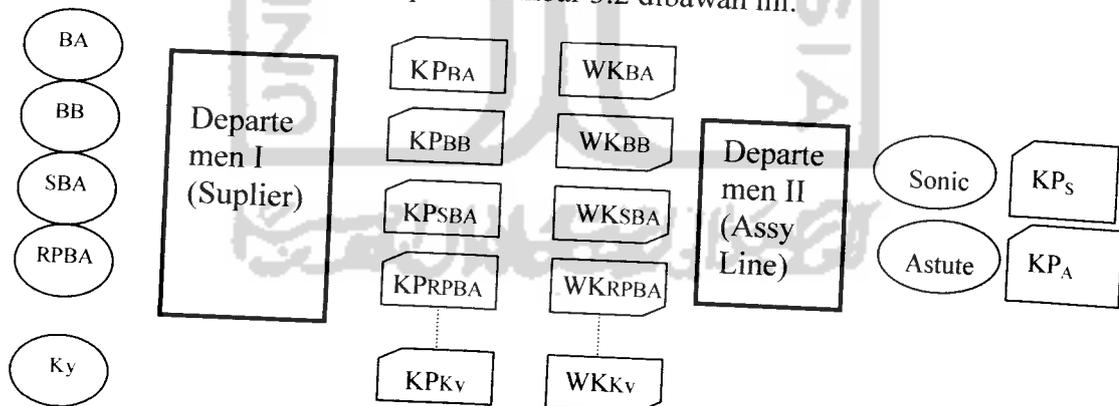
3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang

bermakna untuk menjaga keaslian penelitian dan bermanfaat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topik penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Pada kajian induktif dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode-metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika, diklasifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.2 Analisa Model

Model kajian yang akan dikembangkan terfokus kepada peranan penggunaan kanban (Chairul, 2005) seperti pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Sistem Pengendalian Manufaktur Kanban

Komponen BA, BB, SBA, RPBA, sampai part Ky di suplai dari departemen I ke departemen II untuk menyusun produk akhir yaitu Astute dan Sonic. Proses ini dilakukan karena ada permintaan dari departemen II sesuai dengan informasi yang terdapat pada Kanban KP_{BA} , KP_{BB} , KP_{SBA} , KP_{RPBA} , sampai part KP_{Ky} .

Astute dan Sonic diproses pada departemen II, atas permintaan departemen III melalui Kanban KP_S dan KP_A . Setelah departemen I selesai menyiapkan dan mengirimkan pesanan ke departemen II, maka dengan Kanban Tarik (WK_{BA} , WK_{BB} , ..., WK_{Ky}) part itu dicek dan Kanban Tarik itu juga digunakan di Lini Rakit (departemen II). Proses ini akan berjalan sesuai dengan jumlah departemen yang dimiliki.

Asumsi yang digunakan dalam pembangunan model sebagai berikut :

- a. Pasokan komponen pada departemen I tidak terbatas.
- b. Ukuran/volume kontainer sama untuk semua part
- c. Kanban akan dikeluarkan jika isi kontainer kosong
- d. Demand (pesanan pelanggan) dari luar perusahaan
- e. Permintaan pelanggan untuk Astute dan Sonic mengkonsumsi waktu yang bervariasi misalnya X_1 dan X_2 .
- f. Kapasitas mesin ditetapkan dan diatur sesuai dengan levelnya, sehingga tidak akan melahirkan *bottleneck*

a. Alat Analisa

Model matematis yang digunakan sebagai alat analisa adalah sebagai berikut

Minimum TC =

$$TC = (BWT \times RWS \times TJOP) + (BK \times JK \times Makespan) \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

$$JK = KP_A + KP_S + \dots + KP_{Ky} + WK_{BAS} + WK_{BAA} \dots + WK_{Ky} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2}$$

$$RWS = (X_A \times WSP_A) + (X_S \times WSP_S) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3}$$

Pembatas :

1. $1 \leq KP_A \leq n, 1 \leq KP_S \leq n, \dots, 1 \leq KP_{Ky} \leq n$
2. $1 \leq WK_{BAS} \leq n, 1 \leq WK_{BAA} \leq n, \dots, 1 \leq WK_{Ky} \leq n$
3. $(X_A \times WSP_A) + (X_S \times WSP_S) \leq Maks_RWSP$
4. $KP_A, KP_S, \dots, KP_{Ky}, WK_{BAS}, \dots, WK_{TB}, WK_{Ky}$ adalah integer

Batasan yang pertama dan kedua adalah batas atas dan batas bawah jumlah kanban yang mungkin untuk digunakan di dalam sistem tersebut dengan mempertimbangkan permintaan dan ukuran lot kanban. Batasan ketiga menunjukkan batasan maksimum dari rata-rata waktu siklus, dimana batasan maksimumnya itu dipengaruhi oleh jam kerja perhari dan waktu proses di tiap stasiun kerja. Kemudian batasan yang keempat adalah batasan yang menunjukkan bahwa jumlah baik kanban produksi ataupun kanban withdrawl adalah sebuah bilangan integer.

TC adalah fungsi total biaya dari jumlah kanban saja. WSP_A dan WSP_S adalah juga fungsi dari jumlah kanban. Makespan juga dapat ditentukan sebagai fungsi jumlah kanban dalam sistem. Nilai makespan untuk kombinasi yang

berbeda adalah sama hanya mempunyai perbedaan kecil standar deviasinya. Jadi makespan dihitung sebagai nilai rata-rata berdasarkan eksperimen dan dipertimbangkan konstan setiap replikasi. Semua definisi, nilai input dan parameter dan kendali kanban sama dengan yang pernah dipakai oleh Aytug, *et.al.*, (1996) dan Debgiz dan Alabas (2000).

Dimana :

TC	= Biaya total dari kombinasi kanban
BWT	= Biaya waktu tunggu per minute per unit
TJOP	= Total jumlah order yang diproses
BK	= Biaya kanban per menit
Maks-RWSP	= Maksimum rata-rata waktu siklus pesanan
Makespan	= Waktu penyelesaian dari seluruh pesanan
WSP_A	= Waktu siklus pesanan produk Astute
WSP_S	= Waktu siklus pesanan produk Sonic
RWS	= Rata-rata waktu siklus untuk kedua produk akhir
JK	= Jumlah kanban
X_A & X_S	= Persentase permintaan

b. Analisa Dimensi Model

Untuk membuktikan bahwa model matematis diatas adalah benar, maka digunakan analisa dimensi model berikut :

$$TC = (BWT \times RWS \times TJOP) + (BK \times JK \times Makespan)$$

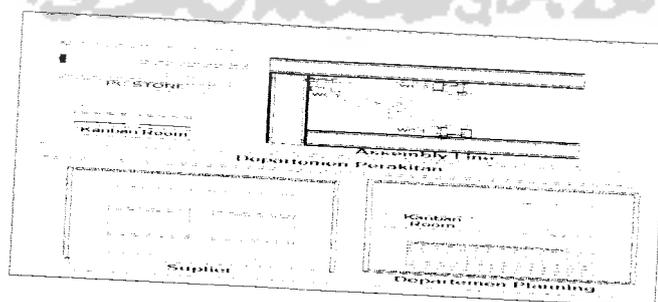
$$TC(Rp) = \left(\frac{Rp}{\text{menit}} \times \text{menit} \times \text{unit} \right) + \left(\frac{Rp}{\text{menit}} \times \text{unit kanban} \times \text{menit} \right)$$

$$TC(Rp) = Rp$$

Setelah dilakukan analisa dimensi model, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan model matematis diatas untuk menentukan jumlah kombinasi kanban adalah benar.

3.2.3 Penerapan Kanban dalam Sistem JIT Berdasarkan Model yang Dibangun

Pada penelitian ini rantai produksi dibagi menjadi tiga bagian yaitu departemen planning, departemen suplier dan departemen perakitan. Departemen perakitan terdiri dari PC Store (gudang awal), Kanban Room, dan Lini Rakit. PCS Store sebagai tempat dimana part-part dari supplier itu ditempatkan yang nantinya akan menjadi tempat belanja kumbang putar dengan membawa kontainer dan kanban withdrawal. Kanban Room digunakan sebagai tempat pengumpulan kanban, baik kanban produksi maupun kanban withdrawal. Lini rakit terdiri dari 3 buah stasiun kerja.



Gambar 4.1 Layout Lantai Produksi di Laboratorium Sistem Produksi

a. Departemen Planning

Fluktuasi demand dari konsumen diterima oleh departemen planning. Perencanaan kebutuhan kanban dilakukan oleh bagian perencanaan departemen planning. Hasil perencanaan tersebut kemudian diinformasikan ke departemen perakitan dengan production kanban end produk .

b. Departemen Perakitan

Berdasarkan informasi jumlah produksi dari departemen planning, departemen perakitan merencanakan jumlah kebutuhan part dan meminta part ke supplier dengan production kanban part.

c. Departemen Supplier

Departemen supplier menyiapkan semua part yang diminta oleh departemen perakitan. Part-part yang telah disiapkan oleh departemen supplier kemudian dikirim ke departemen perakitan bagian PC Store menggunakan withdrawal kanban part. Kemudian part-part tersebut dikirim ke setiap stasiun kerja.

Stasiun kerja 3 mengambil sub assembly dari stasiun kerja 2 dan stasiun kerja 2 mengambil sub assembly dari stasiun kerja 1. Part-part yang dibutuhkan setiap stasiun kerja diambil dari PC Store, sedangkan PC Store mengambil part-part tersebut dari supplier. Setiap kedatangan part harus sesuai waktu dan jumlahnya, sehingga tidak terjadi inventory. Siklus ini terus berlanjut hingga semua demand terpenuhi.

3.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Proses ini dilakukan untuk merumuskan masalah yang maknanya merumuskan butir-butir yang lebih atau sudah jelas dan sistematis atas permasalahan yang diungkapkan di latar belakang masalah. Identifikasi ini diperlukan supaya rumusan masalah, latar belakang masalah dan judul penelitian saling berkaitan.

3.4 Penentuan Objek Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknik Industri Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Laboratorium Sistem produksi dijadikan tempat penelitian merupakan kelayakan penelitian untuk pengembangan keilmuan yang juga dapat diperlihatkan kepada masyarakat akademik termasuk mahasiswa/i.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Studi Pustaka

Metode ini berupa pengumpulan data dari beberapa referensi, laporan ilmiah dan tulisan-tulisan ilmiah yang dapat mendukung terbentuknya landasan teori.

2. Studi Lapangan

Dalam metode ini, pengumpulan data ditempuh dengan cara sebagai berikut :

- a. Pengamatan langsung, yang dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dengan menggunakan alat ukur.
- b. Wawancara bebas tidak didokumentasikan secara terstruktur.

3.6 Pengolahan Data dan Analisa Hasil

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan secara matematis sesuai dengan model yang akan digunakan kemudian dianalisa dengan pendekatan algoritma genetik. Dari pengolahan dan analisa data tersebut kemudian hasil yang diperoleh disimpulkan menjadi kesimpulan penelitian.

3.6.1 Optimalisasi dengan Pendekatan Algoritma Genetika

3.6.1.1 Inisialisasi Populasi Kromosom

Dalam penelitian ini inisialisasi populasi dibangkitkan secara random.

3.6.1.2 Representasi Khromosom

Parameter-parameter demand, waktu proses, dan *lot size*, direpresentasikan sebagai individu gen yang berkumpul menjadi khromosom. Parameter-parameter tersebut saling terkait dan terintegrasi dengan jumlah kanban. Sehingga sesuai dengan sifat representasi ini, maka demand dan *lot size* dapat direpresentasikan

menggunakan bilangan integer. Sedangkan waktu proses direpresentasikan menggunakan bilangan real.

3.6.1.3 Seleksi

Dalam penelitian ini akan digunakan metode proporsional yang sering disebut sebagai seleksi Roulette Wheel, dimana setiap individu ditempatkan dalam suatu lingkaran. Prosentase luas dari setiap individu pada lingkaran didasarkan pada nilai fitness. Dalam penelitian ini fungsi tujuan adalah meminimalkan nilai fitness, dengan nilai fitness individu makin kecil maka makin besar luas daerah yang diperoleh dalam lingkaran Roulette sehingga makin besar pula kemungkinan individu tersebut terpilih.

3.6.1.4 Crossover

Metode *crossover* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *crossover* dua titik potong. Mekanisme dari metode ini adalah menentukan titik potong secara acak, kemudian mempertahankan urutan gen awal sampai titik potong tersebut untuk diturunkan pada khromosom anak. Setelah itu mengisi ruangan yang kosong dalam khromosom anak dengan gen dari induk kedua yang belum ada pada ruangan gen anak yang sudah terisi dari induk pertama.

a. Waktu Proses

Parent 1

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	92	94	96	92	94	96

Parent 2

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	93	96	97	93	92	92

Offspring 1

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	XX	XX	96	92	XX	XX

Offspring 2

	WC1A	WC2A	WC3A	WC1S	WC2S	WC3S
Waktu Proses	XX	XX	97	93	XX	XX

Offspring 1

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	92-96	94-93	96	92	94-92	96-92

	WC1A	WC2A	WC3A	WC1S	WC2S	WC3S
Waktu Proses	96	93	96	92	92	92

Offspring 2

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	93-94	96-92	97	93	92-96	92-94

	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	94	92	97	93	96	94

Gambar 3.3 Crossover

b. Demand

Parent 1

	1	2
Demand	150	155

Parent 2

	1	2
Demand	153	149

Offspring 1

	1	2
Demand	XX	XX

Offspring 2

	1	2
Demand	XX	XX

Offspring 1

	1	2
Demand	150-149	155-153

Offspring 1

	1	2
Demand	149	153

Offspring 2

	1	2
Demand	153-155	149-150

c. Lot Size

Parent 1

	1	2
Demand	5	5

Parent 2

	1	2
Demand	4	2

Offspring 1

	1	2
Demand	XX	XX

Offspring 2

	1	2
Demand	XX	XX

Offspring 1

	1	2
Demand	3-2	5-4

Offspring 1

	1	2
Demand	2	4

Offspring 2

	1	2
Demand	4-5	2-3

	1	2		1	2
Demand	155	150		5	3

Gambar 3.3 Crossover (lanjutan)

3.6.1.5 Mutasi

Peluang mutasi yang tinggi akan menyebabkan sifat genetika akan berubah menjadi acak (Pham dan Karaboga, 2000). Peluang mutasi diatur sangat kecil, antara 0.001 – 0.005. Dalam penelitian ini terjadi penukaran gen-gen diantara dua seleksi yang dilakukan secara random.

Parent						
	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	92	94	96	92	94	96
Offspring						
	1	2	3	4	5	6
Waktu Proses	96	92	94	96	92	94

Gambar 3.4 Mutasi

3.6.1.6 Replacement

Penelitian ini menggunakan generator algoritma genetika. Dalam generator ini jumlah dari N-populasi terbaik dalam generasi terakhir akan digunakan untuk menempati kembali populasi yang terburuk dari generasi sebelumnya dengan kriteria penghentian adalah maksimum 600 generasi.

3.6.1.7 Termination

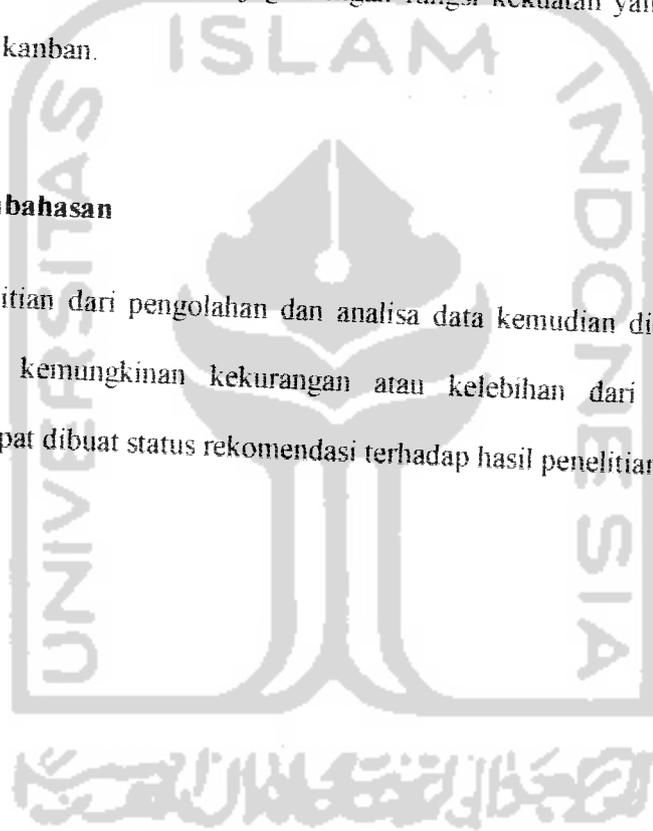
Crossover, mutasi, seleksi dan replacement dilakukan secara berulang dengan hasil bahwa tujuan yang ditentukan telah tercapai.

3.6.1.8 Evaluasi Fitness

Fungsi evaluasi atau disebut juga dengan fungsi kekuatan yaitu biaya total dari kombinasi kanban.

3.6.2 Pembahasan

Hasil penelitian dari pengolahan dan analisa data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kemungkinan kekurangan atau kelebihan dari hasil penelitian sehingga dapat dibuat status rekomendasi terhadap hasil penelitian ini.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Tinjauan Singkat Perusahaan

PT. Toyota-Astra Motor yang didirikan pada tahun 1971 merupakan perusahaan joint venture antara PT. Astra International Tbk (saham 51%) dengan Toyota Motor Corporation (saham 49%), Jepang. Selama 30 tahun, PT. Toyota-Astra Motor telah memainkan peranan penting dalam pengembangan industri otomotif di Indonesia serta membuka lapangan pekerjaan termasuk dalam industri pendukungnya. Saat ini, PT. Toyota-Astra Motor telah memiliki pabrik produksi seperti Stamping, Casting, Engine, dan Assembly di area industri Sunter, Jakarta Utara.

Untuk meningkatkan kualitas produk dan kemampuan produksi, pabrik Karawang, yang menggunakan teknologi terbaru di Indonesia, telah selesai dibangun pada tahun 1998 berikut sistem manajemen kualitas dan lingkungan. PT. TAM juga telah mencatat keberhasilan dalam membangun jaringan penjualan dan purna jual di seluruh Indonesia. Terdiri dari 5 Main Dealer dan 75 Dealer yang mengoperasikan 142 outlet penjualan dan 101 outlet purna jual. Dengan jaringan yang sangat luas ini, PT. TAM berhasil meraih sukses terbukti dengan penjualan terbanyak dalam industri otomotif dalam beberapa tahun terakhir ini. Sebagai contoh,

pada tahun 2000, PT. TAM berhasil menjual 90.148 unit mobil, dengan peningkatan market share dari 28.8% menjadi 30.2% dibanding dengan tahun sebelumnya.

Adapun produk yang dihasilkan PT TAM ini adalah kendaraan yang dirancang untuk memberikan kenyamanan dan keamanan berkendara dan di dukung oleh kemampuan mesin yang responsif dan irit bahan bakar. Sedangkan macam produk Toyota adalah :

- a. Kendaraan sedan: Toyota Camry, Toyota Corolla Altis, Toyota Crown, Toyota Soluna, Toyota Vios.
- b. Kendaraan niaga: Toyota Avanza, Toyota Dyna, Toyota Kijang.
- c. Kendaraan MPV dan SUV: Toyota Land Cruiser 100, Toyota RAV 4, Toyota Previa.

Dalam memproduksi mobil berdasarkan permintaan konsumen, PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT.TMMIN) menerapkan suatu system produksi yang dikenal dengan sebutan TPS atau Toyota Production System. Melalui TPS, PT. TMMIN dapat membuat mobil dengan kualitas yang lebih baik, lebih murah dan untuk keperluan orang banyak. Sistem ini telah lama berlaku pada PT. TMMIN bahkan telah diterapkan sejak perusahaan ini pertama kali berdiri.

Dalam penerapannya Toyota Production System (TPS) memiliki beberapa target, yaitu :

1. Hanya membuat barang yang dapat dijual

Untuk memproduksi barang yang dapat dijual adalah dengan cara menyesuaikan timing produksi dengan timing penjualan. Oleh karena itu,

dalam memproduksi diperlukan cara produksi dan standar waktu yang dapat diatur atau disesuaikan Beberapa system standar waktu yang diterapkan pada perusahaan ini adalah :

a. Takt Time

Takt time adalah kecepatan produksi yang dinyatakan dalam satuan waktu untuk melakukan suatu proses atau satu unit part, dan secara umum berlaku di seluruh proses baik dari proses perakitan maupun sampai proses akhir yaitu barang jadi 1 unit mobil.

b. Just In Time

Just in time adalah produksi atau mengirim barang yang hanya diperlukan dengan jumlah dan pada waktu yang dibutuhkan. Untuk menjalankan produksi yang sangat efisien tanpa adanya MUDA (pemborosan), maka hanya membuat barang yang dapat dijual pada waktunya saja sangatlah penting. Just in time ini merupakan salah satu tiang utama konsep TPS.

c. Sistem Kanban

Kanban adalah alat control penting untuk produksi Just in time. Proses berikut hanya mengambil/menarik barang yang diperlukan dari proses sebelumnya dan proses sebelumnya hanya memproduksi sejumlah barang yang telah diambil oleh proses bertikutnya. Dimana kanban berfungsi sebagai sarana untuk mencegah kelebihan produksi dan juga mendeteksi elastisitas waktu proses (normal / abnormal).

2. Membuat mobil yang berkualitas baik.

Beberapa filosofi penting dalam membuat mobil yang berkualitas baik adalah

a. *Built In Quality*

Pola pikir terhadap kualitas adalah salah satu hal yang sangat penting dalam membuat barang. Pemikiran ini diterapkan dalam setiap proses yang dikenal dengan semboyan “Membangun kualitas di dalam proses”.

Untuk itu setiap individu mempunyai tanggungjawab dalam prosesnya sampai proses itu selesai, sedangkan proses berikutnya adalah konsumen.

Built In Quality ini terlihat dengan adanya pengecekan kualitas (QC) barang tidak hanya pada tiap proses saja, tetapi juga pada tiap pos yang merupakan gabungan dari beberapa proses.

b. *Jidoka*

Jidoka yaitu pada waktu membentuk atau memproses dengan memakai perlengkapan mesin kemudian timbul kelainan di mesin atau pada barang yang sedang diproses, maka perlengkapan mesin tersebut akan mendeteksi kelainan yang timbul dan perlengkapan mesin tersebut akan berhenti secara otomatis.

Tujuan utama dari *Jidoka* yaitu :

1. Membuat barang agar kualitasnya 100% baik.
2. Mencegah rusaknya perlengkapan mesin.
3. Penyederhanaan Manpower (tidak perlu tenaga manusia untuk mengawasi jalannya mesin / perlengkapan).

c. Tindakan pencegahan agar *defect* (cacat) tidak timbul kembali

Defect atau cacat merupakan masalah utama dalam memproduksi suatu barang. *Defect* menyebabkan terhambatnya aliran produksi dan menimbulkan biaya yang tinggi dalam produksi barang. Untuk itu penting sekali adanya penanganan dan pencegahan agar *defect* tidak timbul kembali.

1. Andon

Merupakan cara untuk mendeteksi adanya *defect* pada barang dalam proses yang menggunakan conveyor dengan cara menekan switch penyetop yang posisinya sudah ditetapkan, signal tersebut akan memberitahukan kepada pengawas bahwa adanya *defect* pada barang tersebut.

2. Pokayoke

Pokayoke ini terdapat didalam peralatan atau perlengkapan. Pada waktu timbul kelainan di dalam proses, maka pokayoke akan segera dapat mendeteksi dan memberhentikan kerja perlatan tersebut. Pokayoke dapat mencegah mengalirnya *defect* ke proses berikutnya dan menghindari *defect* part, sehingga *defect* pada proses sekarang tidak berlanjut ke proses berikutnya.

3. Pencegahan agar *defect* tidak terulang kembali

Untuk pencegahan agar *defect* tidak timbul kembali, maka terhadap *defect* yang muncul harus dicari secara menyeluruh penyebabnya dan

harus diambil tindakan penanggulangan terhadap penyebab yang sebenarnya.

d. Membuat barang dengan biaya yang lebih murah

Agar dapat memenuhi permintaan konsumen yang bervariasi dari berbagai kalangan, maka PT. TMMIN berupaya agar membuat barang dengan biaya yang seminimal mungkin.

a. Heijunka

Yang disebut *Heijunka* adalah melevelkan jumlah dan jenis barang yang bermacam-macam. Ini merupakan persyaratan awal dari produksi *Just In Time* dalam TPS.

b. Standar kerja

Standar kerja adalah alat untuk mengkombinasikan dengan baik antara perlengkapan dan orang dalam mencapai produksi yang efisien, atau dapat disebut juga sebagai alat *Kaizen*. *Kaizen* yaitu usaha perbaikan suatu hal untuk menjadi lebih baik, yang tak pernah berhenti/ berakhir.

4.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Sistem Produksi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan membuat suatu miniatur dari Sistem *Just In Time* di Toyota Motor Manufacturing, Jakarta, Indonesia

Dimana layout dan beberapa ketentuan lainnya sama dengan kondisi di Toyota Motor Manufacturing Indonesia.

Penelitian dilakukan dilantai produksi departemen assembly. Fasilitas dari laboratorium seperti conveyor belt, beberapa meja dan kursi, container, dan obeng plus sebagai alat perakitan. Sedangkan produk yang digunakan adalah tamiya, yaitu tamiya Sonic Saber dan tamiya Astute.

Pada penelitian ini rantai produksi dibagi menjadi tiga bagian yaitu departemen planning, departemen suplier dan departemen perakitan sebagaimana yang telah diterangkan dalam bab 3.

4.2.1 Jam Kerja Tenaga Kerja

Data jam kerja disesuaikan dengan hasil penelitian di Toyota Motor Manufacturing Indonesia yaitu 8 jam kerja per hari, 5 hari kerja per minggu, dan 20 hari kerja per bulan. Dimana jam kerja mulai dari pukul 07.00-12.00 WIB dan pukul 13.00-16.00 WIB

4.2.2 Struktur Produk

Struktur produk dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tree diagram pada lampiran.

Tabel 4.1 Struktur Produk

No	Nama Part	Kode Part	Work Center	Per Parent (unit)	
				Sonic	Astute
1	Body Atas Sonic	BA - S	1	1	-
2	Body Atas Astute	BA - A	1	-	1
3	Body Bawah	BB	2	1	1
4	Sayap Body Atas Sonic	SBA - S	1	1	-
5	Sayap Body Atas Astute	SBA - A	1	-	1
6	Ring Putih Body Atas Sonic	RPBA - S	1	2	-
7	Shock Body Atas Astute	ShBA - A	1	-	1
8	Specers+Eyelet (Roda)	Spc	3	4	4
9	Step Screws Body Atas (Mur)	SSBA - S	1	2	-
10	Step Srews Body Bawah	SSBB	3	2	2
11	Step Srews Sayap Bawah	SSSB	1	2	2
12	Sayap Bawah	SB	1	1	1
13	Ring Sayap Bawah	RSB	1	2	2
14	Srews (Mur Putih)	Sr	2	1	1
15	Pink Gear	PG	2	2	2
16	Light Green Gear	LGG	2	1	1
17	Shaft (As) Penghubung	Sh - P	2	1	1
18	Tutup Shaft	T - Sh	2	1	1
19	Panther Motor	PM	2	1	1
20	Rangka Motor	RM	2	1	1
21	Black Gear	BG	2	1	1
22	Tutup Gear	TG	2	1	1
23	One Way Wheal Depan Sonic	OWWD - S	2	2	-
24	One Way Wheal Depan Astute	OWWD - A	2	-	2
25	One Way Wheal Belakang Sonic	OWWB - S	2	2	-
26	One Way Wheal Belakang Astute	OWWB - A	2	-	2
27	Sponge Tire Depan Sonic	STD - S	2	2	-
28	Sponge Tire Depan Astute	STD - A	2	-	2
29	Sponge Tire Belakang Sonic	STB - S	2	2	-
30	Sponge Tire Belakang Astute	STB - A	2	-	2

Tabel 4.1 Struktur Produk (Lanjutan)

No	Nama Part	Kode Part	Work Center	Per Parent (unit)	
				Somc	Astute
31	Shaft (As)	Sh	3	2	2
32	Switch On-Off	SOO	2	1	1
33	Aluminum Batteries	AB	2	1	1
34	Blue Ring	BR	1	2	2
35	O-Ring	OR	1	2	2
36	Tutup Baterai	TB	2	1	1
37	Key	Ky	3	1	1
31	Shaft (As)	Sh	3	2	2
32	Switch On-Off	SOO	2	1	1
33	Aluminum Batteries	AB	2	1	1

4.2.3 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi dapat dilihat pada lampiran

4.2.4 Data Waktu Transfer

Data waktu transfer informasi dan material di tiap departemen dapat dilihat pada tabel

4.2.

Tabel 4.2 Data Waktu Transfer

No	Waktu Transfer	Jumlah (menit)	Keterangan
1	Dept Planning - Dept assembly	0,19	Informasi
2	Dept assembly - Supplier	0,19	Informasi
3	Supplier- PC Store Assembly	0,20	Material
4	PC Store – Stasiun Kerja	0,20	Material

4.2.5 Kapasitas Kontainer

Ukuran kontainer untuk semua produk dan part sama yaitu 4500 cm³.

4.2.6 Data Alokasi Biaya

a. Biaya Bahan Baku

Biaya Bahan Baku : @ Rp 15.000,00 / unit produk

Umur ekonomis : 1 tahun

b. Biaya Kanban

Biaya Kanban : @ Rp 1.000,00 / unit kanban

Umur ekonomis : 1 tahun

4.3 Pengolahan Data

Dari data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan tujuan penelitian.

4.3.1 Permintaan Produk

Jumlah order per hari pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi yaitu masing masing produk 135 unit.

$$\text{Jumlah order per menit} = \frac{\text{Jumlah order per hari (unit)}}{\text{Jam kerja perhari (menit)}}$$

$$\text{Jumlah order per menit} = \frac{135 \text{ unit}}{480 \text{ menit}} = 0,28 \text{ unit / menit}$$

4.3.2 Jumlah Kebutuhan Part

$$\text{Jumlah kebutuhan} = \sum (\text{demand S x per parent S}) + (\text{demand A x per parent A})$$

Jumlah kebutuhan part dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah Kebutuhan Part

No	Nama Part	Jumlah (unit/menit)
1	BA - S	0,28
2	BA - A	0,28
3	SBA - S	0,28
4	SBA - A	0,28
5	RPBA - S	0,56
6	ShBA - A	0,28
7	SSBA - S	0,56
8	SSSB	1,13
9	SB	0,56
10	RSB	1,13
11	BR	1,13
12	OR	1,13
13	BB	0,56
14	Sr	0,56
15	PG	1,13
16	LGG	0,56
17	Sh - P	0,56
18	T - Sh	0,56
19	PM	0,56

No	Nama Part	Jumlah (unit/menit)
20	RM	0,56
21	BG	0,56
22	TG	0,56
23	OWWD - S	0,56
24	OWWD - A	0,56
25	OWWB - S	0,56
26	OWWB - A	0,56
27	STD - S	0,56
28	STD - A	0,56
29	STB - S	0,56
30	STB - A	0,56
31	SOO	0,56
32	AB	0,56
33	TB	0,56
34	Spc	2,25
35	SSBB	1,13
36	Sh	1,13
37	Ky	0,56

4.3.3 Ukuran Lot Kanban

Ukuran lot production kanban end produk pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi yaitu masing masing produk 4 unit. Ukuran lot production kanban dan withdrawal kanban part adalah sama, diperoleh dari perkalian ukuran lot production kanban end produk terhadap per parentnya. Ukuran lot production kanban dan withdrawal kanban part dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Ukuran lot kanban part

No.	Nama Kanban	Lot size (unit)	No.	Nama Kanban	Lot size (unit)
1	BA - S	1	20	RM	2
2	BA - A	1	21	BG	2
3	SBA - S	1	22	TG	2
4	SBA - A	1	23	OWWD - S	2
5	RPBA - S	2	24	OWWD - A	2
6	ShBA - A	1	25	OWWB - S	2
7	SSBA - S	2	26	OWWB - A	2
8	SSSB	4	27	STD - S	2
9	SB	2	28	STD - A	2
10	RSB	4	29	STB - S	2
11	BR	4	30	STB - A	2
12	OR	4	31	SOO	2
13	BB	2	32	AB	2
14	Sr	2	33	TB	2
15	PG	4	34	Spc	8
16	LGG	2	35	SSBB	4
17	Sh - P	2	36	Sh	4
18	T - Sh	2	37	Ky	2
19	PM	2			

4.3.4 Lead Time

Lead time production kanban part merupakan waktu yang diperlukan untuk memesan part di supplier. Lead time production kanban part dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Lead time production kanban part

No	Nama Kanban	Lead time (menit)
1	BA - S	0,05
2	BA - A	0,05
3	SBA - S	0,05
4	SBA - A	0,05
5	RPBA - S	0,10
6	ShBA - A	0,05
7	SSBA - S	0,10
8	SSSB	0,20
9	SB	0,10
10	RSB	0,20
11	BR	0,20
12	OR	0,20
13	BB	0,10
14	Sr	0,10
15	PG	0,20
16	LGG	0,10
17	Sh - P	0,10
18	T - Sh	0,10
19	PM	0,10
20	RM	0,10
21	BG	0,10
22	TG	0,10
23	OWWD - S	0,10
24	OWWD - A	0,10
25	OWWB - S	0,10
26	OWWB - A	0,10
27	STD - S	0,10
28	STD - A	0,10
29	STB - S	0,10
30	STB - A	0,10
31	SOO	0,10
32	AB	0,10
33	TB	0,10
34	Spc	0,40
35	SSBB	0,20
36	Sh	0,20
37	Ky	0,10

Lead time withdrawal kanban part merupakan hasil penjumlahan waktu transfer part dari departemen Suplier ke PC Store kemudian ke stasiun kerja dan waktu proses lot distasiun kerja. Lead time withdrawal kanban part dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Lead time withdrawal kanban part

No	Nama Kanban	Lead time (menit)
1	BA - S	4,45
2	BA - A	4,45
3	SBA - S	4,45
4	SBA - A	4,45
5	RPBA - S	4,45
6	ShBA - A	4,45
7	SSBA - S	4,45
8	SSSB	8,51
9	SB	8,51
10	RSB	8,51
11	BR	8,51
12	OR	8,51
13	BB	8,51
14	Sr	8,51
15	PG	8,51
16	LGG	8,51
17	Sh - P	8,51
18	T - Sh	8,51
19	PM	8,51
20	RM	8,51
21	BG	8,51
22	TG	8,51
23	OWWD - S	4,45
24	OWWD - A	4,45
25	OWWB - S	4,45
26	OWWB - A	4,45
27	STD - S	4,45
28	STD - A	4,45
29	STB - S	4,45
30	STB - A	4,45
31	SOO	8,51
32	AB	8,51
33	TB	8,51
34	Spc	8,51
35	SSBB	8,51
36	Sh	8,51
37	Ky	8,51

Sedangkan lead time production kanban end produk merupakan hasil penjumlahan lead time production kanban part dengan lead time withdrawal kanban part, yaitu 9,72 menit.

4.3.5 Rata – rata Waktu Siklus (RWS)

a. Waktu Siklus Pesanan (WSP)

Waktu siklus pesanan adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali order yaitu masing-masing produk sebesar 1,35 menit.

b. Proporsi Demand (X)

Proporsi demand adalah persentase demand suatu produk terhadap demand keseluruhan.

$$\begin{aligned} \text{Proporsi demand astute } (X_A) &= \frac{\sum \text{Demand Astute}}{\sum \text{Demand Astute} + \sum \text{Demand Sonic}} \times 100\% \\ &= \frac{135 \text{ unit}}{270 \text{ unit}} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi demand astute } (X_A) &= 100\% - 50\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

c. Rata-rata Waktu Siklus

Rata-rata waktu siklus adalah rata-rata waktu yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk.

$$\begin{aligned} RWS &= (X_A \times WSP_A) + (X_S \times WSP_S) \\ &= (50\% \times 1,35 \text{ menit}) + (50\% \times 1,35 \text{ menit}) \\ &= 1,35 \text{ menit} \end{aligned}$$

4.3.6 Jumlah Kanban (JK)

Jumlah kanban optimal diperoleh dari hasil simulasi algoritma genetika. Jumlah kanban dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah Kanban Optimal

Jumlah Kanban (JK)	
Jenis Kanban	Jumlah Kanban
Production End Produk	6 unit
Production Part	37 unit
Withdrawal Part	96 unit
Jumlah	139 unit

4.3.7 Makespan

Makespan merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua order yaitu sebesar 371,94 menit.

4.3.8 Analisa Biaya

4.3.8.1 Biaya Waktu Tunggu (BWT)

Biaya waktu tunggu diasumsikan sebagai biaya penyusutan bahan baku per menit.

$$\text{Biaya waktu tunggu} = \frac{\text{Biaya Bahan Baku}}{\text{Umur Ekonomis}}$$

$$= \frac{\text{Rp}15.000,00}{(12 \times 20 \times 8) \times 60 \text{ menit}}$$

$$= \text{Rp } 0,13 / \text{menit}$$

4.3.8.2 Biaya Kanban (BK)

$$\text{Biaya kanban} = \frac{\text{Biaya Kanban}}{\text{Umur Ekonomis}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 1.000,00}{(12 \times 20 \times 8) \times 60 \text{ menit}}$$

$$= \text{Rp } 0,01 / \text{menit}$$

4.3.8.3 Total Cost

$$TC = (\text{BWT} \times \text{RWS} \times \text{TJOP}) + (\text{BK} \times \text{JK} \times \text{Makespan})$$

$$= (\text{Rp } 0,13 / \text{menit} \times 1,35 \text{ menit} \times 270 \text{ unit}) + (\text{Rp } 0,01 / \text{menit}$$

$$\times 139 \times 371,94 \text{ menit})$$

$$= \text{Rp } 47,51 + \text{Rp } 448,79$$

$$= \text{Rp } 496,30$$

4.3.9 Penentuan Jumlah Kanban Optimal dengan Pendekatan Algoritma Genetika

4.3.9.1 Pengesetan Nilai Fungsi Suaian Awal

Setting terhadap generasi awal dilakukan dengan menggunakan jumlah demand masing-masing produk 175 unit, waktu proses setiap stasiun kerja 97 detik, dan lot setiap end produk 5 unit, sehingga diperoleh total cost sebesar Rp Rp1.221,98. Nilai total cost pada ukuran tersebut dijadikan sebagai nilai fitness awal untuk mencari ukuran jumlah kanban yang optimal.

4.3.9.2 Pencarian Oleh Algoritma Genetika

Pencarian solusi oleh algoritma genetika diawali dengan perhitungan formulasi matematis menggunakan Microsoft Excel 2000®. Masalah diprogram pada spread sheet kemudian diintegrasikan dengan NLI – Gen® Generator. Jenis crossover yang digunakan dalam penelitian ini adalah crossover dua titik.

4.3.9.3 Input Data Untuk Generator

Dalam penelitian ini digunakan 10 populasi dengan probabilitas mutasi 80% untuk populasi dan probabilitas mutasi 20% untuk gen. Pencarian algoritma genetika menggunakan 500 generasi.

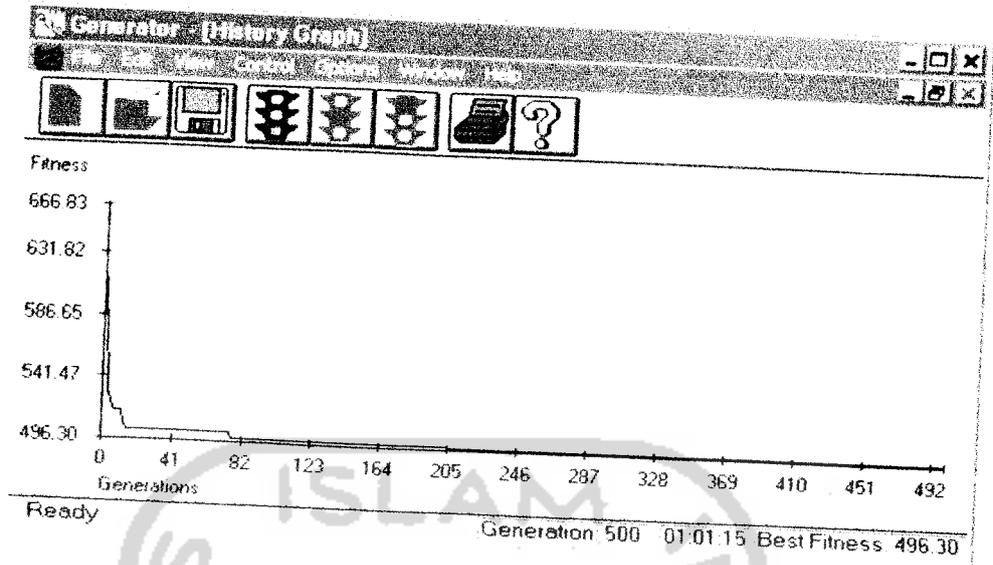
4.3.9.4 Cara Kerja Generator

Ketika sebuah masalah didefinisikan dalam Generator, nilai gen dari lembar kerja excel dibaca sebagai bentuk anggota populasi pertama. Nilai suaian untuk input gen ini juga dibaca. Dalam penelitian ini dibutuhkan 10 anggota populasi dalam pendefinisian masalah, dengan kondisi populasi diciptakan dengan menugaskan nilai random gen, berdasarkan pada range yang telah di set ketika gen di definisikan.

Generator bekerja dengan memanipulasi nilai gen dari anggota populasi. Ini terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama, operasi operasi crossover dibentuk dimana prosedur *offspring* (anggota baru) mengandung nilai gen yang dipilih dari masing – masing parents (anggota dari populasi terbaru). Pada tahap kedua nilai gen dirubah atau mutasi. Setelah dua tahap ini dibentuk, daftar dari anggota populasi diisi dengan memodifikasi anggota populasi yang akan melengkapi generasi selanjutnya.

4.3.9.5 Hasil Pencarian Oleh Algoritma Genetika

Nilai suaian terbaik (The best fitness) yang dibangkitkan oleh NLI-Gen® generator adalah Rp 496,30. Grafik performansi yang menunjukkan ukuran jumlah kanban optimal sebagai hasil pencarian oleh Algoritma genetika ditunjukkan dalam grafik 4.1 dibawah ini.



Grafik 4.1 Grafik Performansi Algoritma Genetika



BAB V

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk meminimalisasi biaya produksi yang berkaitan dengan penggunaan kombinasi kanban yaitu biaya waktu tunggu dan biaya kanban. Biaya yang minimal tersebut diperoleh dengan menentukan jumlah kombinasi kanban optimal dari sistem produksi Just in Time. Sedangkan penentuan jumlah kanban tersebut dipengaruhi oleh fluktuasi jumlah demand, waktu siklus pesanan dan ukuran lot kontainer. Penelitian ini mencari jumlah kanban optimal dengan cara mengoptimalkan parameter-parameter yang mempengaruhinya. Pengoptimalan parameter-parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika.

Dari hasil pengolahan data dengan metode algoritma genetika pada bab IV, diperoleh nilai parameter yang optimal dan dari nilai parameter-parameter tersebut diperoleh kombinasi jumlah kanban optimal sehingga menghasilkan biaya yang minimal. Hasil pengolahan data diperoleh kombinasi jumlah kanban yang bervariasi yaitu untuk production kanban end produk sebesar 3 unit kanban, production kanban part sebesar 1 unit, withdrawal kanban part BA-S, BA-A, BB, SBA-S, SBA-A, RPBA-S, ShBA-A, SSBA-S, OWWD-S, OWWD-A, OWWB-S, OWWB-A, STD-S, STD-A, ST-S, STB-A masing-masing 2 unit kanban, sedangkan withdrawal kanban part SSSB, SB, RSB, BR, OR, BB, Sr, PG, LGG, Sh-P, T-Sh, PM, RM, BG, TG, SOO, AB, TB, Spc, SSBB, Sh, Ky masing-masing

3 unit kanban. Sehingga jumlah kanban keseluruhan adalah 139 unit kanban. Dengan jumlah kanban tersebut menimbulkan biaya waktu tunggu dari kombinasi jumlah kanban sebesar Rp 47,51 dan biaya kanban sebesar Rp 448,79 sehingga biaya keseluruhan sebesar Rp 496,30.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kombinasi jumlah kanban lebih dominan mempengaruhi biaya yang berkaitan dengan biaya kanban itu sendiri daripada biaya waktu tunggu sebagai akibat penentuan kombinasi kanban tersebut. Sehingga penambahan atau pengurangan jumlah kanban kurang signifikan dalam mempengaruhi biaya waktu tunggu.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Jumlah optimum kanban didalam sistem JIT menggunakan pendekatan algoritma genetika berdasarkan model matematis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu untuk production kanban end produk sebesar 3 unit kanban, production kanban part sebesar 1 unit kanban, withdrawal kanban part BA-S, BA-A, BB, SBA-S, SBA-A, RPBA-S, ShBA-A, SSBA-S, OWWD-S, OWWD-A, OWWB-S, OWWB-A, STD-S, STD-A, ST-S, STB-A masing-masing 2 unit kanban, sedangkan withdrawal kanban part SSSB, SB, RSB, BR, OR, BB, Sr, PG, LGG, Sh-P, T-Sh, PM, RM, BG, TG, SOO, AB, TB, Spc, SSBB, Sh, Ky masing-masing 3 unit kanban. Sehingga jumlah kanban keseluruhan adalah 139 unit kanban dan jumlah biaya kanban sebesar Rp 496,30

4.1 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan penelitian ini dengan menambah parameter-parameter lain atau dengan membandingkan metode penyelesaian dengan Tabu search, Imun Algorithm, Simulated Anneling atau Pro Model

- b. Perlu dilakukan penelitian dengan data real dari perusahaan manufaktur yang menerapkan sistem kanban.

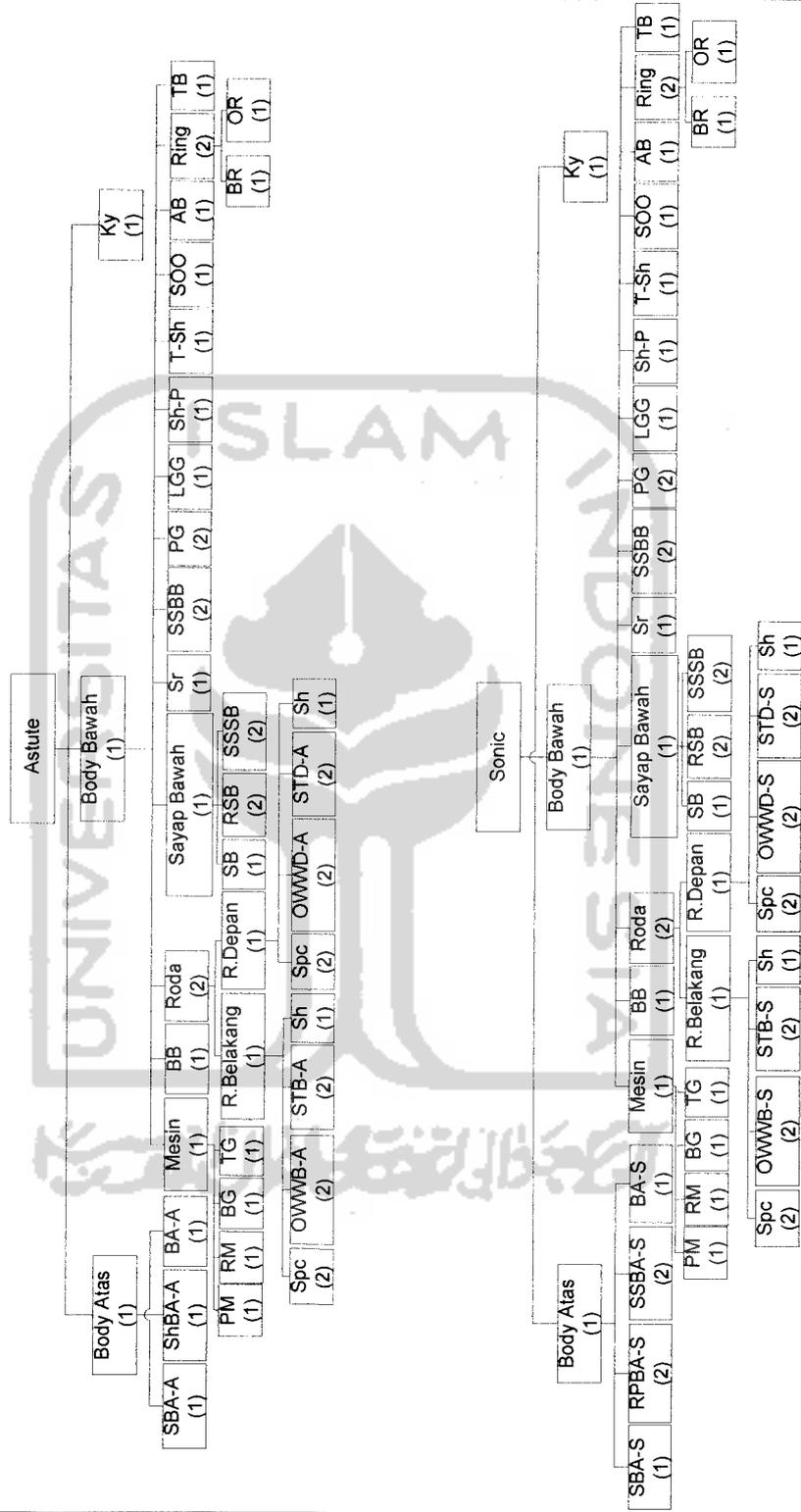


DAFTAR PUSTAKA

- Askin, R.G., M.G. Mitwasi dan J.B. Goldberg (1993). *Determining The Number of Kanban in Multi Item Just in Time System*. IIE Transact 25(1): 89-98
- Aytug, H., C.A Dogan, dan G. Bezmez (1996). *Determining the Number of Kanbans : a Simulation Metamodelling Approach*. Simulation, 67(1): 23-32
- Azmi Hassan dan Chairul Saleh (1999). *Optimization Planning in Acceptance Sampling Inspection for Multi-stage Manufacturing System with Genetic Algorithm*. Jurnal Teknik Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung (ITB), Vol 19.2.
- Chairul Saleh (2002). *Material Lot-size Decision in Multi-stage Manufacturing System With Genetic Algorithm Approach*. Phd Thesis, UKM, Unpublished.
- Chairul Saleh (2005). *Penentuan Jumlah Kanban Dalam Sistem JIT Menggunakan Pendekatan Teknik Kecerdasan Buatan*. Kertas Kerja Laboratorium Sistem Produksi UII, Unpublished.
- Chairul Saleh , Azmi Hassan., Md. Yusoff Jamaluddin (2002a). *Peningkatan Penjadualan Produksi Industri Manufaktur Bertingkat Model BOM dengan Pendekatan Algoritma Genetika*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi TIMP 2002, 12 – 15. 6 – 7 Agustus, Surabaya.
- Chairul Saleh , Azmi Hassan., Md. Yusoff Jamaluddin (2002b). *Optimasi Ukuran Lot Menggunakan Pengulangan Ganda Algoritma Genetika*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi TIMP 2002, 12 – 15. 6 – 7 Agustus, Surabaya.
- Davis Lawrence (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Dengiz B dan Albas Cigdem (2000). *Simulation Optimization Using Tabu Search*. *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*. Eds. J/A Joines, R.R. Barton, K. Kang and P.A. Fishwick.
- Deleersnyder, J.L., Hodgson, T.J., King, R.E., O'Grady, P.J., Savva, A. (1992). *Integrating Kanban Type Pull Systems and MRP Type Push Systems : Insight From A Markovian Model*. IIE Transactions, 43-56.
- Fandy Tjiptiono dan Anastasia Diana (1995). *Total Quality Management (TQM)*. Jakarta : Andi Offset.
- Fukukawa, T., dan S-C, Hong (1993). *The Determination of The Optimum Number of Kanbans in A Just in Time Production System*. Computer and Industrial Engineering, 24(4) : 551-559.
- Gaspersz, Vincent (1997). *Manajemen Kualitas Penerapan Konsep-Konsep Kualitas dalam Manajemen Bisnis Total*. Jakarta : PT Gramedia Utama.

- Gen, Mitsuo dan Runway Cheng (1997). *Genetic Algorithm and Engineering Design*. John Will & son, Inc, New York.
- Gen, Mitsuo dan Runway Cheng (2000). *Genetic Algorithm and Engineering Optimization*. John Will & son, Inc, New York.
- Goldberg E. David (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison, Wesley Publishing Company, Inc, New York.
- Goldratt. E and W. Cox (1986). *The Goal*. North River Press, Croton-on-Hudson, New York.
- Holland J.H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial System*. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, USA, First Edition.
- Hurion, R.D. (1997). *An Example of Simulation Optimization Using Neural Network Metamodel : Finding The Optimum Number of Kanbans in A Manufacturing System*. Jurnal of Operational Research Society, 48: 1105-1112.
- Lee, C.Y. Piramuthu, S and Tsai, K.Y. (1997). *Job Shop Scheduling with A Genetic Algorithm and Machine Learning*. International Journal Production Research, 35 No. 4, 1171 – 1191.
- Monden, Yasuhiro (1995). *Sistem Produksi Toyota – Suatu Rancangan Terpadu Untuk Penerapan Just In Time*. Jakarta : Pustaka Binaman Pressindo.
- Muckstadt, J.A dan dan S.R. Tayur (1995). *A Comparison of Alternative Kanban Control Mechanism: I. Background and Structural Result*. IIE Transactions, 27(2): 140-150.
- Muhammad Ridwan AP dan Chairul Saleh (2003). *Penjadualan Sistem Manufaktur Bertingkat Menggunakan Algoritma Genetik Untuk Meminimasi Makespan*. Prosiding Seminar Nasional Sistem Produksi VI.
- Pham, D.T. dan Karaboga, D. (2000). *Intelligent Optimization Techniques*. Springer – Verlag, London.
- Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo. (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Wang. H., dan H. Wang (1991). *Optimum Number of Kanbans Between Two Adjacent Works Station in A JIT System*. International Journal of Production economics, 22(3): 179-188.

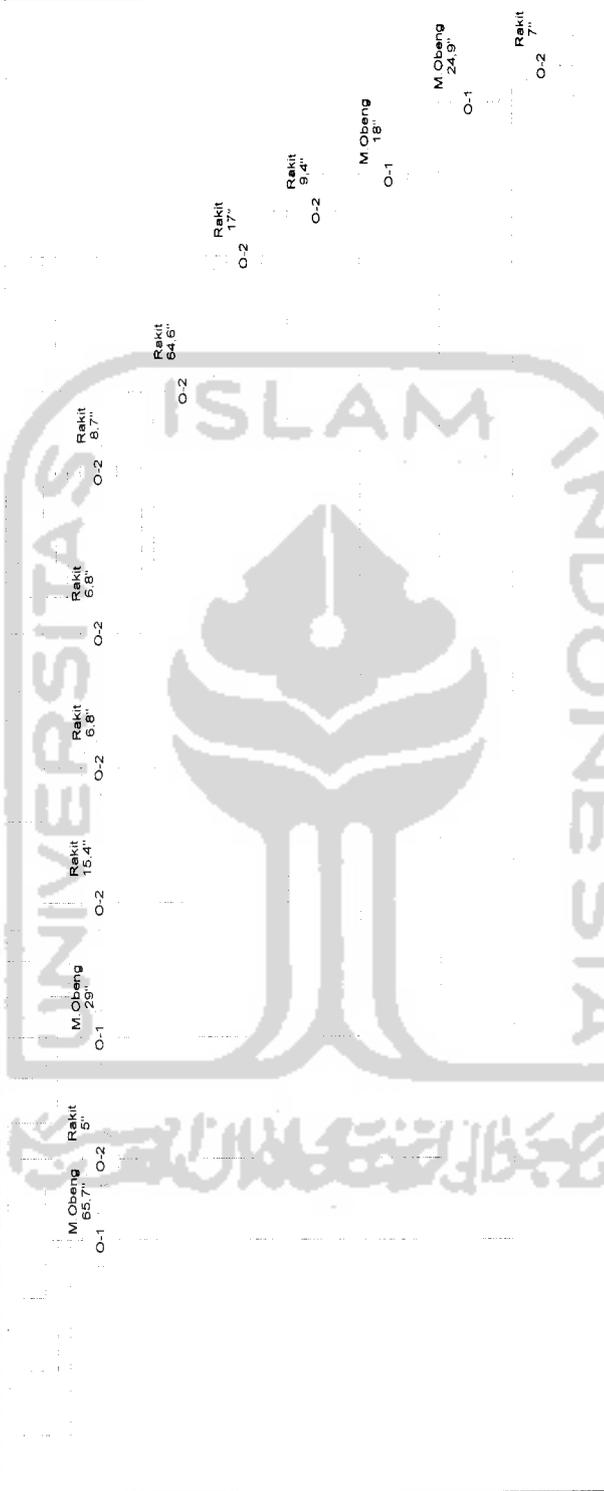
BILL OF MATERIAL (BOM)



OPERATION PROCES CHART

NAMA PRODUK : TAMIYA SONIC SABER
 DIPETAKAN OLEH : SUNDANA
 TANGGAL DIPETAKAN : 25 JUNI 2006

BA-S RPBA-S SSBA SBA-S BR OR SB RSB SSSB PM RM BG TG OWWD-S STD-S OMMW-S STB-S BB PG LGG SH-P SH Spc SOO AB T-Sh TB Sr SSSB Ky



OPERATION PROCES CHART

NAMA PRODUK
DIPETAKAN OLEH
TANGGAL DIPETAKAN

: TAMIYA ASTUTE
: SUNDANA
: 25 JUNI 2006

