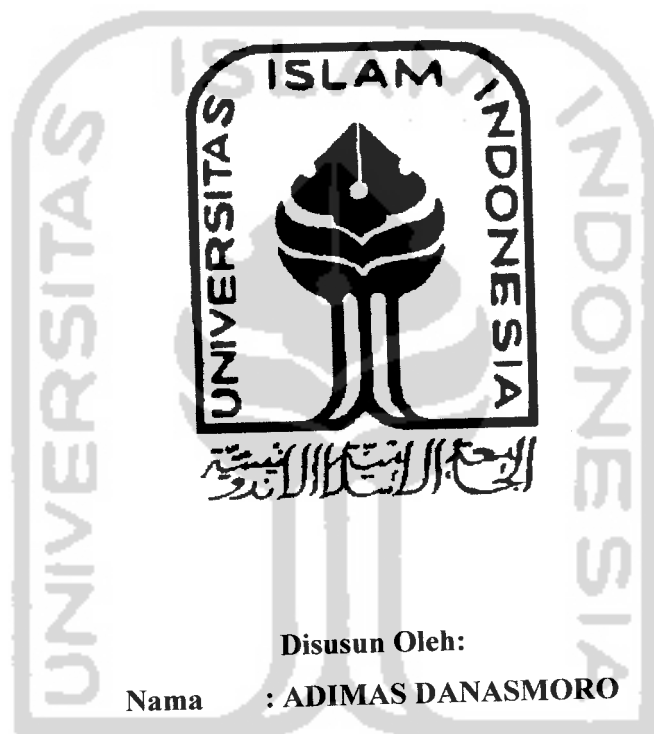


**OPTIMASI BIAYA PADA PENENTUAN KAPASITAS UKURAN
LOT MELALUI PENDEKATAN *SIMULATED ANNEALING***

(Studi Kasus di PT. Amelia Surya Cemerlang, Klaten)

TUGAS AKHIR

**Disusun untuk memenuhi persyaratan meraih gelar sarjana
Jurusan Teknik Industri**



Disusun Oleh:

Nama : ADIMAS DANASMORO

No. Mhs : 02 522 006

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

2007

- Motto -

" Hanya Allah-lah tempat bergantung "

(Al-Ikhlâs : 2)

" Janganlah kalian menuntut ilmu untuk menyombongkannya terhadap para ulama dan untuk mengunggulkan diri dikalangan orang-orang bodoh dan yang buruk perangainya, janganlah pula untuk penampilan diri dalam majelis guna menarik perhatian kepadamu. Barangsiapa berlaku seperti

itu, maka baginya neraka "

(HR. Attirmidzi dan Ibnu Maajah)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Optimasi Biaya Pada Penentuan Kapasitas Ukuran Lot Melalui Pendekatan Simulated Annealing (Studi Kasus di PT. Amelia Surya Cemerlang, Klaten)” dengan baik.

Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis banyak menemui kesulitan dan hambatan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya halangan maupun rintangan ini dapat penulis atasi dengan baik. Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang banyak memberikan masukan dan bimbingan selama tugas akhir ini.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Seluruh karyawan PT.Amelia Surya Cemerlang, Klaten yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di perusahaan.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, walaupun demikian penulis berharap semoga apa yang sudah penulis ketengahkan ini bisa bermanfaat bagi semua pihak, dan semoga seluruh bantuan yang telah disumbangkan kepada penulis dapat diterima Allah SWT sebagai amal sholeh dan dibalasnya dengan pahala besar.

Wassalamu 'alaikum, Wr. Wb



Jogjakarta, April 2007

Adimas Danasmoro

2.4.1 Model Lot Sizing Statis.....	15
2.4.2 Model Lot Sizing Dinamis.....	15
2.4.2.1 Fixed Period Demand.....	15
2.4.2.2 Period Order Quantity (POQ)	15
2.4.2.3 Lot for Lot (LFL)	16
2.4.3 Metode Heuristik.....	16
2.4.3.1 Silver Meal (SM).....	16
2.4.3.2 Least Unit Cost (LUC)	17
2.5 Terminologi dalam MRP.....	17
2.6 Perencanaan Kebutuhan Kapasitas	20
2.7 Simulated Annealing.....	20
2.7.1 Gambaran Umum Simulated Annealing	20
2.7.2 Algoritma Simulated Annealing	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Research Finding.....	33
3.2 Analisis Model	33
3.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah	35
3.4 Pengumpulan Data	35
3.5 Pengolahan Data dan Analisis Hasil	36
3.6 Pembahasan.....	36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	37
4.1.1 Profil Perusahaan	37
4.1.2 Data Umum Tenaga Kerja	38
4.1.3 Jadwal Induk Produksi	38
4.1.4 Struktur Produk / <i>Bill of Material</i>	39

4.1.5	Peta Proses Operasi	39
4.1.6	Mesin yang Digunakan dalam Proses Produksi	40
4.1.7	Waktu Set up Mesin	41
4.1.8	Waktu Proses Tiap Job.....	41
4.1.9	Gaji Karyawan pada Departemen Milling dan Assembly.....	42
4.1.10	Data Biaya Produksi, dan Biaya Simpan	42
4.2	Pengolahan Data.....	44
4.2.1	Perencanaan Kebutuhan Produk dan Part <i>End Table</i>	44
4.2.2	Menghitung dan Menganalisis Biaya yang Terjadi Pada Tiap Periode.....	47
4.2.3	Penentuan Biaya dan Ukuran Lot Optimal dengan Pendekatan <i>Simulated Annealing</i>	61
4.2.4	Konfigurasi Algoritma <i>Simulated Annealing</i>	61
4.2.5	Pengolahan Data pada <i>Simulated Annealing</i>	62
4.2.6	Optimasi dengan <i>Simulated Annealing</i>	62
4.2.7	Perbandingan Tingkat Performansi.....	64
 BAB V PEMBAHASAN		
5.1	Kondisi Awal Perusahaan	66
5.2	Input-Input Data yang Digunakan.....	67
5.3	Hasil Pengolahan dengan <i>Simulated Annealing</i>	67
5.4	Analisa Optimasi dengan <i>Simulated Annealing</i>	68
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	69
6.2	Saran.....	70
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem MRP.....	8
Gambar 2.2 Input MRP.....	11
Gambar 2.3 Flowchart Proses Annealing.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian	32
Gambar 4.1 Grafik Performansi Iterasi Eksperimen 1.....	63
Gambar 4.2 Grafik Performansi Iterasi Eksperimen 2.....	64



Tabel 4.22 Total Biaya Produksi pada periode 7	54
Tabel 4.23 Total Biaya Produksi pada periode 8	54
Tabel 4.24 Total Biaya Simpan pada periode 1	55
Tabel 4.25 Total Biaya Simpan pada periode 2	56
Tabel 4.26 Total Biaya Simpan pada periode 3	56
Tabel 4.27 Total Biaya Simpan pada periode 4	57
Tabel 4.28 Total Biaya Simpan pada periode 5	57
Tabel 4.29 Total Biaya Simpan pada periode 6	58
Tabel 4.30 Total Biaya Simpan pada periode 7	58
Tabel 4.31 Total Biaya Simpan pada periode 8	59



Optimasi Biaya Pada Penentuan Kapasitas Ukuran Lot Melalui Pendekatan *Simulated Annealing*

ABSTRAKSI

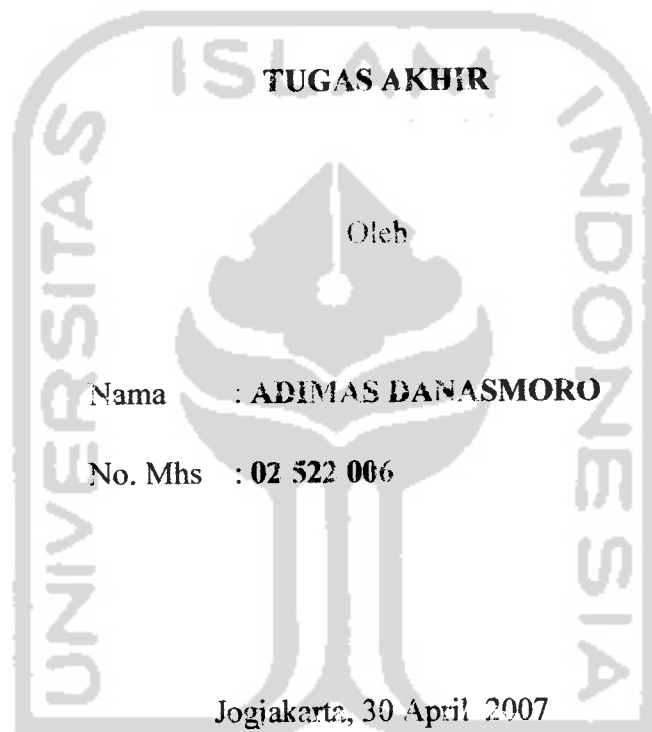
Untuk mencapai kondisi yang optimal, bagi perusahaan tidaklah mudah. Hal ini merupakan suatu tantangan yang harus diselesaikan demi kelangsungan hidup perusahaan itu sendiri. Khususnya dalam sistem produksi yaitu dalam hal ketersediaan bahan baku. Dalam permasalahan ketersediaan bahan baku, jika jumlah bahan baku berlebihan maka akan mengganggu proses produksi karena akan memungkinkan terjadinya penimbunan bahan baku di gudang yang membutuhkan biaya perawatan dan penyimpanan. Sebaliknya jika jumlah bahan baku sangat kecil akan mengakibatkan terjadinya kekurangan bahan baku sehingga proses produksi terhenti. Oleh karena itu, perlu adanya kebijaksanaan dan kontrol dari perusahaan dalam perencanaan kebutuhan bahan baku agar persediannya tidak terlalu besar jumlahnya sehingga dapat meminimasi biaya penyimpanan dan perawatan. Penelitian semacam ini telah dilakukan terlebih dahulu oleh Chairul Saleh (2005) yaitu tentang optimasi biaya pada penentuan kapasitas ukuran lot melalui pendekatan Algoritma Genetika dan pada penelitian kali ini akan dicoba dengan menggunakan pendekatan yang berbeda yaitu melalui salah satu cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yaitu *Simulated Annealing*. Adapun penelitian ini akan mencari biaya yang optimum berdasarkan penentuan kapasitas ukuran lot. Optimasi dilakukan melalui pendekatan *Simulated Annealing*. Dengan pencarian menggunakan *Simulated Annealing* diperoleh ukuran lot pada periode 1 : 379, periode 2 : 367, periode 3 : 325, periode 4 : 308, periode 5 : 292, periode 6 : 286, periode 7 : 139, periode 8 : 14, dengan nilai *total cost* akhir yaitu sebesar Rp 343.149.790,2. Dari hasil kajian ini ternyata *Simulated Annealing* dapat menurunkan biaya hingga 0,063 % jika dibandingkan dengan keadaan awal.

Kata Kunci : Optimasi Biaya, Ukuran Lot, *Simulated Annealing*

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

OPTIMASI BIAYA PADA PENENTUAN KAPASITAS UKURAN *LOT* MELALUI PENDEKATAN *SIMULATED ANNEALING*

(Studi Kasus di PT. Amelia Surya Cemerlang, Klaten)



Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. R. Chairul Saleh, MSc, Ph.D)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
OPTIMASI BIAYA PADA PENENTUAN KAPASITAS UKURAN LOT
MELALUI PENDEKATAN *SIMULATED ANNEALING*

(Studi Kasus di PT. Amelia Surya Cemerlang, Klaten)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Adimas Danasmoro

No. Mhs : 02 522 006

**Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**

Universitas Islam Indonesia

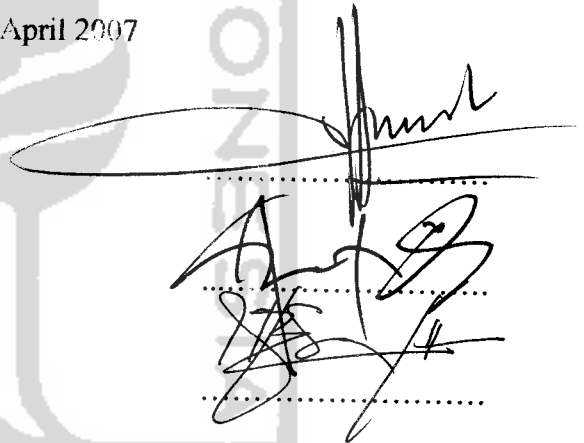
Yogyakarta, 30 April 2007

Tim Penguji :

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

H. Taufiq Immawan, ST, MM
Anggota I

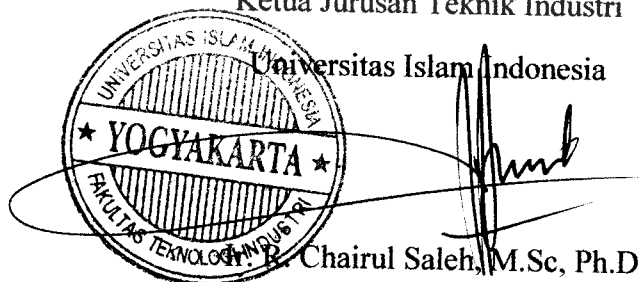
Ir. Hari Purnomo, MT
Anggota II



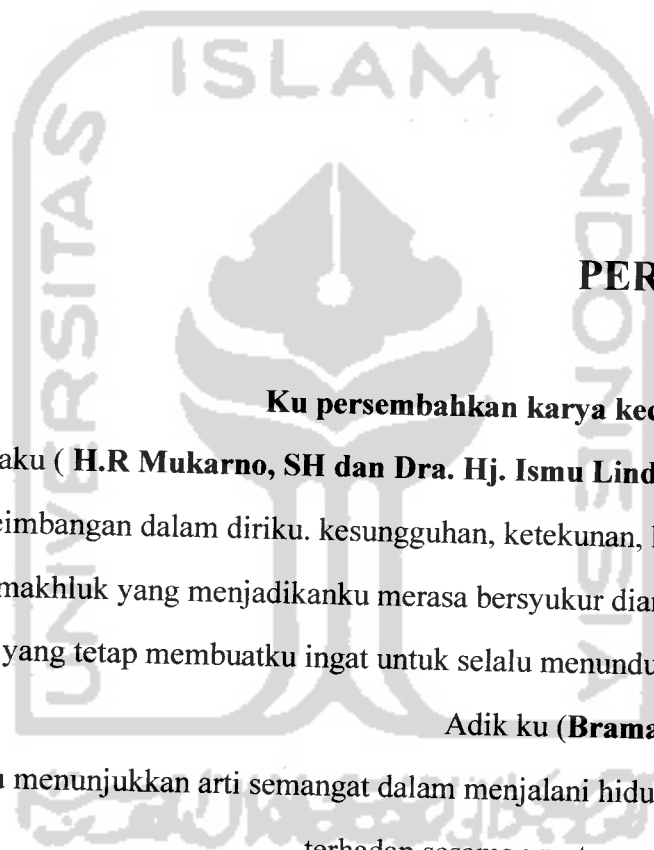
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D



PERSEMBAHAN

Ku persembahkan karya kecilku ini teruntuk :

Kedua orang tuaku (**H.R Mukarno, SH dan Dra. Hj. Ismu Lindadanti**) yang telah mengajarkan keseimbangan dalam diriku. kesungguhan, ketekunan, kesabaran, dan cara mencintai makhluk yang menjadikanku merasa bersyukur diantara kelebihan dan kekuranganku yang tetap membuatku ingat untuk selalu menunduk dihadapan – Nya

Adik ku (**Bramasto Dwi Asmoro**) yang selalu menunjukkan arti semangat dalam menjalani hidup dan kasih sayang terhadap sesama umat manusia di muka bumi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAKSI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Literatur.....	6
2.2 Material Requirement Planning	7
2.2.1 Tujuan MRP	9
2.2.2 Input MRP.....	10
2.2.3 Output MRP	12
2.3 Jenis MRP	13
2.4 Lot Sizing.....	14

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jadwal Induk Produksi.....	41
Tabel 4.2 Struktur Produk / <i>Bill of Material</i> Produk <i>End Table</i>	41
Tabel 4.3 Mesin yang Digunakan dalam Proses Produksi.....	42
Tabel 4.4 Waktu <i>Set up</i> Mesin Pada Departemen <i>Milling</i>	43
Tabel 4.5 Waktu <i>Set up</i> Mesin Pada Departemen <i>Assembly</i>	43
Tabel 4.6 Waktu Proses Pada Departemen <i>Milling</i>	44
Tabel 4.7 Waktu Proses Pada Departemen <i>Assembly</i>	44
Tabel 4.8 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 1	46
Tabel 4.9 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 2	47
Tabel 4.10 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 3	47
Tabel 4.11 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 4	48
Tabel 4.12 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 5	48
Tabel 4.13 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 6	49
Tabel 4.14 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 7	49
Tabel 4.15 Total Biaya <i>Set up</i> pada periode 8	50
Tabel 4.16 Total Biaya Produksi pada periode 1	51
Tabel 4.17 Total Biaya Produksi pada periode 2	51
Tabel 4.18 Total Biaya Produksi pada periode 3	52
Tabel 4.19 Total Biaya Produksi pada periode 4	52
Tabel 4.20 Total Biaya Produksi pada periode 5	53
Tabel 4.21 Total Biaya Produksi pada periode 5	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dimasa yang akan datang, siap ataupun tidak sistem manufaktur harus menghadapi suasana ketidakpastian yang tinggi. Hal ini diakibatkan karena perilaku konsumen yang tidak menentu sehingga mengakibatkan terjadinya fluktuasi akan permintaan. Dalam mengantisipasi akan fluktuasi permintaan ini, perusahaan dituntut lebih responsif. Oleh karena itu, sebuah sistem manufaktur harus dapat menyusun sebuah strategi dan langkah-langkah konkrit untuk bersaing agar dapat tetap bertahan hidup. Tanpa adanya perencanaan strategi, maka sistem manufaktur tidak akan bisa bersaing.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, bagi perusahaan hal tersebut tidak lah mudah. Banyak permasalahan kompleks yang dihadapi oleh perusahaan. Hal ini merupakan suatu tantangan yang harus diselesaikan demi kelangsungan hidup perusahaan itu sendiri. Khususnya dalam sistem produksi yaitu dalam hal ketersediaan bahan baku. Dalam permasalahan ketersediaan bahan baku, jika jumlah bahan baku berlebihan maka akan mengganggu proses produksi karena akan memungkinkan terjadinya penimbunan bahan baku di gudang yang membutuhkan biaya perawatan dan penyimpanan. Selain itu, persediaan bahan baku yang berlebihan akan mengalami kerusakan bila terlalu lama disimpan. Sebaliknya jika jumlah bahan baku sangat kecil

akan mengakibatkan terjadinya kekurangan bahan baku sehingga proses produksi terhenti. Oleh karena itu, perlu adanya kebijaksanaan dan kontrol dari perusahaan dalam perencanaan pengadaan bahan baku agar persediaannya tidak terlalu besar jumlahnya sehingga dapat meminimasi biaya penyimpanan dan perawatan.

Material Requirement Planning (MRP) adalah sistem pengendalian perencanaan produksi dan inventory yang diproses dengan perhitungan. MRP tidak dapat disahkan dari persoalan penjadwalan produksi dan pengendalian inventory. MRP memberikan penjadwalan yang tepat terhadap sistem dan merupakan sistem pengendalian bahan baku yang efisien. Oleh karena itu MRP menjaga tingkat inventory pada kondisi yang minimum dan menjamin tersedianya kebutuhan bahan baku bilamana dibutuhkan.

Penelitian ini lebih dulu dilakukan oleh Chairul Saleh (2005) yaitu tentang optimasi biaya pada penentuan ukuran lot melalui pendekatan Algoritma Genetika. Pada penelitian ini akan dicoba melalui salah satu teknik heuristik pada kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yaitu *Simulated Annealing*.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah disebutkan diatas, maka dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah ukuran lot optimal dan biaya minimum yang dihasilkan dari pengolahan melalui pendekatan *Simulated Annealing* ?

2. Berapa besar penurunan biaya setelah dilakukan pencarian ukuran lot optimal melalui pendekatan *Simulated Annealing* ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih dapat terarah, mudah dipahami serta topik yang dibahas tidak meluas, maka perlu dilakukan pembatasan lingkup penelitian. Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di P.T Amelia Surya Cemerlang pada bagian produksi sub Departemen *Milling* dan Departemen *Assembly*.
2. Seluruh asumsi, data, maupun pembahasan sesuai model matematis yang diajukan.
3. Kapasitas produksi diasumsikan mampu untuk memenuhi seluruh permintaan
4. Tidak adanya biaya kekurangan persediaan (*Shortage Cost*) dikarenakan persediaan telah dianggap cukup dan memenuhi di setiap periode nya.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk membantu memecahkan masalah dalam perusahaan dengan tujuan :

1. Untuk mengetahui kapasitas ukuran lot optimal dengan biaya yang minimum dengan pendekatan *Simulated Annealing*.
2. Untuk mengetahui besarnya penurunan biaya yang lebih baik di perusahaan tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan peneliti mampu mencari biaya yang optimum pada kapasitas ukuran lot menggunakan pendekatan *Simulated Annealing* sehingga dapat menambah khasanah keilmuan di jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk menyelaraskan susunan hasil penelitian ini, maka dibuat sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB II. LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan landasan teori-teori dasar tentang masalah penelitian, penjelasan mengenai konsep-konsep dasar mengenai permasalahan yang diangkat serta mendukung penelitian yang akan dilakukan

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai obyek penelitian, tempat dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data dan kerangka pemecahan masalah.

BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data-data yang diperlukan dalam penelitian, pengolahan data tersebut, baik secara langsung maupun tidak dengan bantuan software.

BAB V. PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian berupa tabel hasil pengolahan data, grafik serta analisa yang menyangkut penjelasan teoritis secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian.

BAB VI. PENUTUP

Kesimpulan, memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan untuk membuktikan atau menjawab permasalahan.

Saran, dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti (perusahaan) dalam bidang yang sejenis.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Perencanaan sistem kebutuhan bahan baku atau *Material Requirement Planning System* pada industri manufaktur menjadi faktor penentu dalam peningkatan penjualan dan keunggulan bersaing. Sistem *Material Requirement Planning* (MRP) diperkenalkan pertama kali oleh Orlicky (1975). Metode ini pada awalnya sangat sederhana, namun pada perjalanan waktu banyak dilakukan penelitian untuk mencari metode yang mungkin bisa digabungkan dalam konsep MRP tersebut. Penelitian tentang MRP telah banyak dilakukan oleh beberapa pakar sistem produksi.

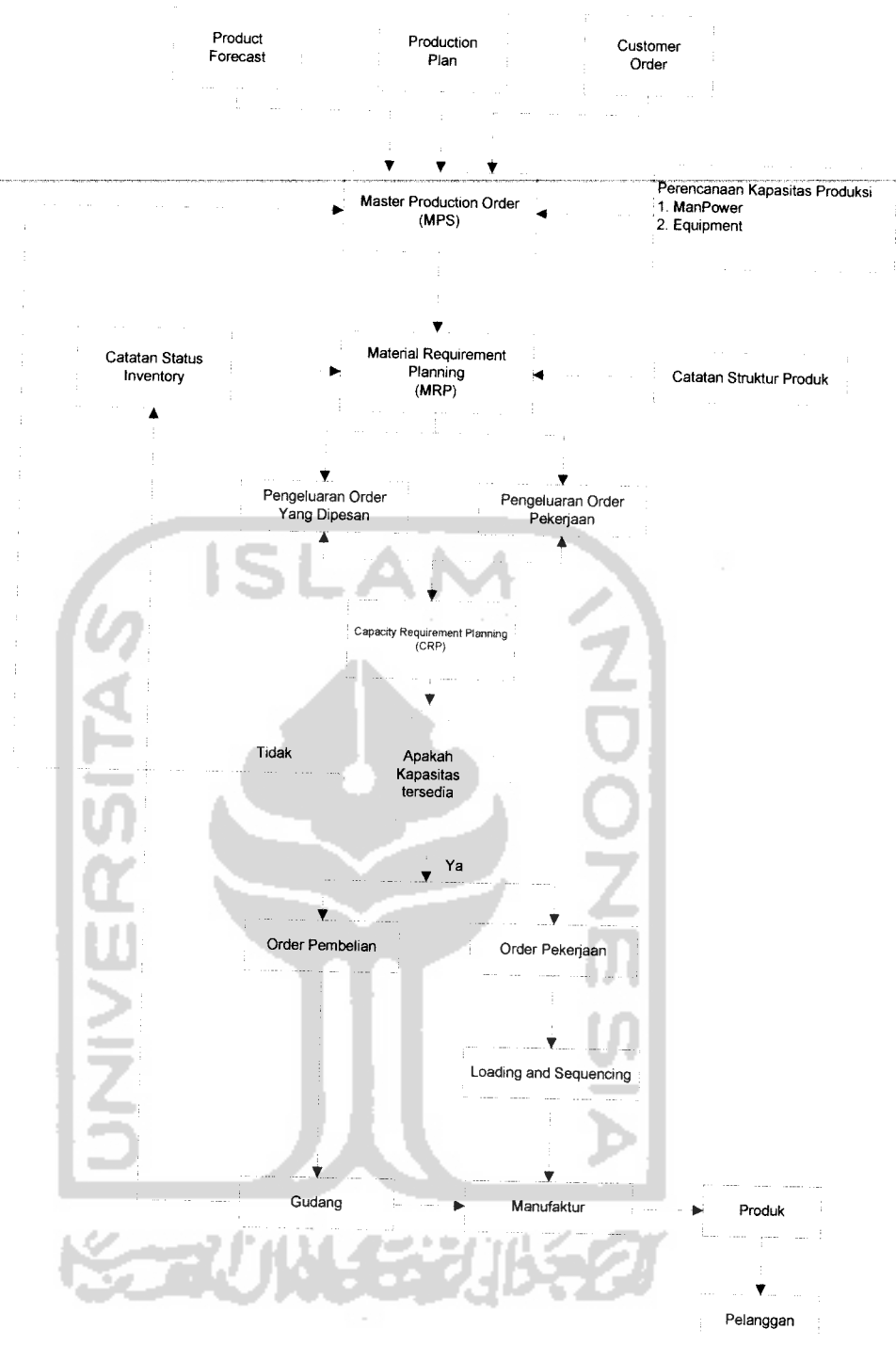
Secara garis besar, hasil kajian literatur mengenai teknik MRP dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu analisis penyusunan teknik MRP serta analisis kesuksesan penggunaan teknik MRP dan menganalisis interaksi antar variabel secara individual yang terlibat dalam proses penyusunan MRP (Chee, *et.al.*, 1999). Kajian ini menitikberatkan kepada tingkat signifikansi keterkaitan antar variabel yang ada dalam teknik MRP dengan keberhasilan implementasinya. Dari hasil kajian ini, dapat disimpulkan bahwa penentuan nilai variabel yang ada pada teknik MRP harus dilakukan secara cermat, karena setiap variabel dalam MRP saling berinteraksi secara signifikan dan memberikan pengaruh terhadap keberhasilan implementasi teknik MRP.

Penelitian kali ini mencoba untuk menggunakan pendekatan yang berbeda dengan yang dilakukan oleh Chairul Saleh (2005) tentang optimasi biaya pada penentuan kapasitas ukuran lot menggunakan pendekatan Algoritma Genetika.

2.2 Material Requirement Planning

Material Requirement Planning (MRP) adalah sistem pengendalian perencanaan produksi dan inventory yang diproses dengan perhitungan. MRP tidak dapat dipisahkan dari persoalan penjadwalan produksi dan pengendalian inventory. MRP memberikan penjadwalan yang tepat terhadap sistem dan merupakan sistem pengendalian bahan baku yang efisien. Oleh karena itu maka MRP menjaga tingkat inventory pada kondisi yang minimum dan menjamin tersedianya bahan baku bilamana dibutuhkan.

Dalam struktur hierarki perencanaan prioritas (*priority planning*) dalam sistem MRP II, perencanaan kebutuhan material termasuk dalam tingkat perencanaan operasional (level 3), yang berada langsung di bawah *Master Production Schedule* (MPS), dan dibawah perencanaan produksi. Tingkat pelaksanaan dan pengendalian dalam sistem manufakturing berada di bawah kendali Pengendali Aktivitas Produksi (*Production Activity Control*) dalam hierarki perencanaan prioritas. Berdasarkan MPS yang diturunkan dari rencana produksi, suatu sistem MRP mengidentifikasi item apa yang harus dipesan, berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan, berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan, dan bilamana waktu memesan item tersebut.



Gambar 2.1 Sistem MRP

2.2.1 Tujuan MRP

Suatu sistem MRP pada dasarnya bertujuan untuk merancang suatu sistem yang mampu menghasilkan informasi untuk mendukung aksi yang tepat baik berupa pembatalan pesanan, pesan ulang, atau penjadwalan ulang. Aksi ini sekaligus merupakan suatu pegangan untuk melakukan pembelian dan atau produksi.

Secara umum, sistem MRP mempunyai tujuan sebagai berikut yaitu (Plossl, 1994) :

1. Meminimalkan persediaan

MRP menentukan berapa banyak dan kapan suatu komponen diperlukan berdasarkan informasi dari MPS. Dengan menggunakan metode ini maka pengadaan atas komponen-komponen yang diperlukan untuk merencanakan produksi dapat dilakukan sebatas yang diperlukan saja sehingga dapat meminimalkan biaya persediaan.

2. Mengurangi resiko keterlambatan produksi atau pengiriman

MRP mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah maupun waktunya dengan memperhatikan tenggang waktu (*lead time*) produksi maupun pengadaan atau pembelian komponen, sehingga memperkecil resiko tidak tersedianya bahan yang akan diproses yang dapat mengakibatkan terganggunya rencana produksi di MPS.

3. Komitmen yang realistis

Dengan MRP, jadwal produksi diharapkan dapat memnuhi sesuai dengan rencana, sehingga komitmen terhadap pengiriman barang dapat dilakukan

secara lebih realistis. Hal ini dapat mendorong meningkatnya kepercayaan dan kepuasan pelanggan.

4. Meningkatkan efisiensi

Efisiensi penentuan jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat ditingkatkan sesuai dengan jadwal induk produksi (MPS).

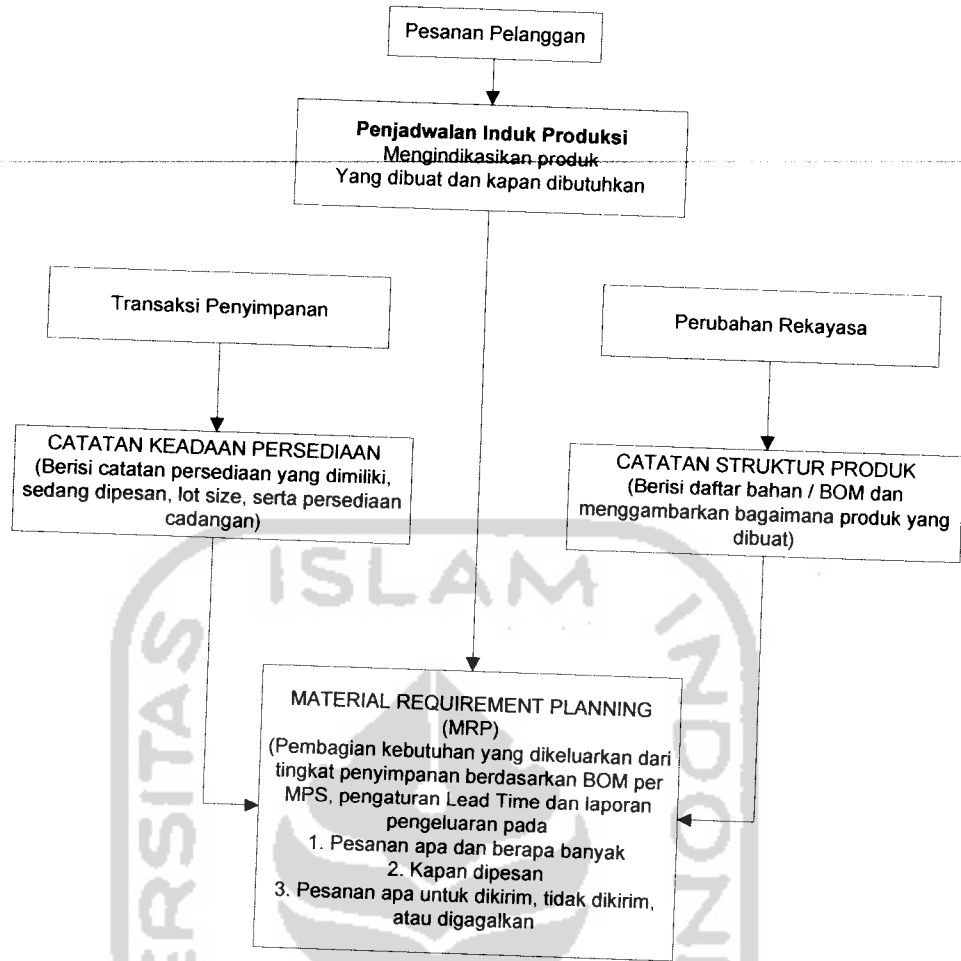
2.2.2 *Input MRP*

Tiga input utama dari sistem MRP adalah :

1. Master Production Schedule = MPS (Jadwal Induk Produksi)
2. The Inventory Status Record (Catatan status dari penyimpanan barang).
3. The Product Schedule Record (Catatan struktur dari produk).

Tanpa dasar ketiga input diatas sistem MRP tak dapat berfungsi. Penjadwalan induk produksi (MPS) adalah menggambarkan perencanaan produksi untuk semua item akhir. Catatan struktur produk (*Product Structure Report*) mengandung informasi semua bahan, komponen atau sub perakitan yang diperlukan untuk setiap item akhir.

Catatan status inventory (*Inventory Status Record*) mengandung daftar inventory yang sedang dimiliki (*on hand*) dan status barang yang dipesan (*on order status*). Gambar 2.2 adalah diagram alir untuk penyimpanan item input MRP dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Input MRP

2.2.3 Output MRP

Pada dasarnya sistem MRP menghasilkan tiga jenis laporan, yaitu (Gaspersz, 1998) :

1. *MRP primary (orders) report*

Laporan utama *MRP* biasanya menggunakan salah satu format horizontal dengan waktu *buckets* (biasanya dalam periode mingguan), atau format vertikal dengan waktu dalam tanggal (*buketless format*).

2. *MRP action report*

MRP action report memberikan informasi kepada perencana tentang item-item yang perlu mendapat perhatian segera, dan merekomendasikan tindakan-tindakan yang perlu diambil. Sistem *MRP* dapat secara otomatis melakukan penjadwalan kembali *planned orders*. Bagaimanapun, *MRP* tidak dapat mengubah *due date* atau kuantitas dari *firm planned orders* dan *scheduled receipts*, tetapi *MRP* hanya dapat menyarankan perubahan-perubahan. *Action Report* berkaitan dengan bagaimana *MRP* menyarankan perubahan-perubahan itu. Pada dasarnya, *MRP Action Report* berisi beberapa informasi yang berkaitan dengan :

- a. Pengeluaran suatu pesanan *Release an order*.
- b. Pengeluaran pesanan dengan waktu tunggu yang tidak cukup.
- c. *Reschedule in (expedite)*.
- d. *Reschedule out (de-expedite)*.
- e. Pembatalan suatu pesanan.
- f. *Review order past due*.

3. *MRP pegging report.*

Sistem *MRP* dapat membuat *pegging report* sehingga memudahkan menelusuri sumber dari kebutuhan kotor untuk suatu item. Menggunakan *pegging reports*, perencana menentukan kebutuhan-kebutuhan yang diakibatkan oleh adanya pesanan. Berdasarkan informasi ini, perencana dapat menyelidiki alternatif-alternatif pada level ini dan pada level yang lebih tinggi dalam *BOM*.

2.3 Jenis *MRP*

Ada 2 macam jenis *MRP* yaitu sistem *Regenerative* dan sistem *Net Change*, yang dipergunakan sebagai alat untuk membedakan frekuensi pesanan ulang (Riggs, 1987).

Sistem *Regenerative* adalah sistem yang menghitung kembali secara periodik sekali dalam seminggu keseluruhan *MRP*, berdasarkan induk penjadwalan kebutuhan (*Master Schedule Requirements*). Pendekatan *Regenerative* dirancang untuk perencanaan ulang dengan frekuensi yang rendah dan menggunakan teknik "*Batch Processing*". *Regenerative* mulai dengan sebuah "*New Slate*" dan melakukan penguraian ulang secara keseluruhan pada jadwal induk. Setelah itu masing-masing periode perencanaan dari perencanaan horizon diperpanjang 1 periode lagi untuk yang akan datang. Keuntungan dari sistem *Regenerative* adalah memperoleh mengizinkan penggunaan secara efisien peralatan proses pendataan dan memperkecil kesalahan data yang dikumpulkan dengan kelebihan waktu, karenanya di cek dan dikoreksi secara reguler.

Sistem *Net Change* adalah semua kebutuhan-kebutuhan untuk setiap komponen tidak dihitung ulang secara periodik tetapi hanya ditambahkan dan dikurangi, dimasukkan ke penjadwalan induk. Perubahan kebutuhan (*Requirement Change*) kemudian dihitung hanya untuk komponen-komponen yang terurai (*Partial Explosion*). *Net Change* dapat diaplikasikan secara terus menerus atau pada akhir setiap hari. *Net Change* dirancang untuk frekuensi perencanaan ulang yang tinggi. Pada lingkungan yang stabil dari MPS, fungsi dari *MRP generative* sangat memuaskan. Pada lingkungan yang “*Volatile*” dengan perubahan yang konstan maka *MRP Net Change* sangat layak digunakan.

2.4 *Lot Sizing*

Pada sistem *MRP*, telah diketahui pada saat kapan pemesanan bahan harus dilakukan. Namun dalam kenyataannya, saat melakukan pemesanan, terdapat beberapa batasan yang harus diperhatikan berkaitan dengan manajemen pemesanan, baik dari vendor maupun dari perusahaan itu sendiri.

Dalam perhitungan *Lot Sizing*, tersedia berbagai teknik yang terbagi dalam dua kelompok besar yaitu model *Lot Sizing Statis* dan model *Lot Sizing Dinamis*. Penggunaan dari masing-masing model ini adalah tergantung kepada kondisi dari permintaan / pengorderan yang dihadapi. Apabila permintaan bersifat konstan atau kontinyu, maka model *Lot Sizing Statis* lebih tepat dipergunakan. Sedangkan apabila permintaan bersifat *lumpy*, maka model *Lot Sizing Dinamis* yang lebih tepat dipergunakan.

2.4.1 Model *Lot Sizing Statis*

Dalam penggunaan model *Lot Sizing Statis*, permintaan dianggap konstan atau kontinu dengan permintaan rata-rata (D) sebagai pendekatan terhadap permintaan. Pada kondisi seperti ini, maka teknik-teknik penentuan ukuran lot dapat dipergunakan, antara lain :

- a. Economic Order Quantity (EOQ).
- b. Fixed Order Quantity (FOQ).
- c. Fixed Order Interval (FOI).

2.4.2 Model *Lot Sizing Dinamis*

2.4.2.1 Fixed Period Demand

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sekaligus untuk beberapa (m) periode mendatang. Jumlah periode (m) pemesanan diserahkan kepada kebijaksanaan perusahaan.

2.4.2.2 Period Order Quantity (POQ)

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sekaligus untuk beberapa (m) periode mendatang. Jumlah periode (m) pemesanan dihitung

dengan menggunakan formula :

$$EOI = \text{Economic Order Interval}$$

2.4.2.3 Lot for Lot (L4L)

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sesuai dengan permintaannya.

2.4.3 Metode Heuristik

2.4.3.1 Silver Meal (SM)

Penggunaan metode ini bertujuan untuk meminimalkan rata-rata biaya tiap periode.

D_m = Permintaan pada periode ke- m

$K(m)$ = Rata-rata biaya tiap periode bila melakukan order untuk m periode sekaligus

A = Biaya order

h = Biaya simpan tiap unit / periode

Demand = $D_1, D_2, D_3, \dots, D_m$

$K(1)$ = A

$K(2)$ = $\frac{1}{2} (A + h \cdot D_2)$

$K(3)$ = $\frac{1}{3} (A + h \cdot D_2 + 2h \cdot D_3 + \dots + (m-1)h \cdot D_m)$

Stopping Rules

Jika menambah periode akan mengakibatkan bertambahnya biaya rata-rata tiap periode, maka hentikan iterasi

$K_{m+1} \leq K_m$ Teruskan iterasi

$K_{m+1} > K_m$ Hentikan iterasi

2.4.3.2 Least Unit Cost (LUC)

Bertujuan untuk meminimalkan biaya rata-rata tiap unit

D_m = Permintaan pada periode ke m

$K(m)$ = Rata-rata biaya tiap periode bila melakukan order untuk m periode sekaligus

A = Biaya order

h = Biaya simpan tiap unit / periode

Demand = $D_1, D_2, D_3, \dots, D_m$

$K(1)$ = A/D

$K(2)$ = $(A+h \cdot D_2)/(D_1/D_2)$

$K(3)$ = $(A+h \cdot D_2+2h \cdot D_1)/(D_1+D_2+D_3)$

$K(m)$ = $\frac{A + h \cdot D_2 + 2h \cdot D_3 + \dots + (m-1)h \cdot D_m}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_m}$

Stopping Rules

Jika menambahkan periode akan mengakibatkan bertambahnya biaya rata-rata tiap unit, maka hentikan iterasi.

$K_{m+1} \leq K_m$ Teruskan iterasi

$K_{m+1} > K_m$ Hentikan iterasi

2.5 Terminologi dalam MRP

Terminologi yang sering digunakan dalam MRP adalah sebagai berikut :

1. *Lead Time*, merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak *MRP* menyarankan suatu pesanan sampai item yang dipesan datang dan siap untuk digunakan.
2. *On Hand*, merupakan *inventory on hand* yang menunjukkan kuantitas dari item yang diberitahukan pada sistem *MRP*, serta teknik *Lot Sizing* apa yang digunakan.
3. *Lot Size*, merupakan kuantitas pesanan (*order quantity*) dari item yang diberitahukan pada sistem *MRP*, serta teknik *Lot Sizing* apa yang digunakan.
4. *Safety Stock*, merupakan stok pengaman yang ditetapkan perencana untuk mengatasi fluktuasi dalam permintaan atau penawaran.
5. *Allocation*, merupakan kuantitas *on hand* yang dialokasikan untuk penggunaan yang spesifik.
6. *Scrap Factor*, merupakan faktor prosentase dalam struktur produk yang digunakan dalam perhitungan *MRP* untuk mengantisipasi kehilangan material akibat dari kegagalan proses *manufacturing*.
7. *Low Level Code*, merupakan tingkatan dalam struktur produk.
8. *Planning Horizon*, merupakan banyaknya waktu perencanaan ke depan. Dalam praktek *planning horizon* harus ditetapkan paling sedikit sepanjang *lead time* kumulatif dari sekumpulan yang terlibat dalam proses manufaktur.
9. *Gross Requirement*, merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk *anticipated requirement* untuk setiap periode waktu. *Gross Requirement* bisa mencakup *independent demand* dan *dependent demand*.

10. *Projected on hand*, merupakan *Projected Available Balance (PAB)* dan tidak termasuk *planned orders*.

$$\text{Projected on hand} = \text{on hand pada awal periode} + \text{Schedule Receipts} - \text{Gross Requirements}$$

11. *Projected Available*, merupakan kuantitas yang diharapkan ada dalam inventory pada akhir periode, dan tersedia untuk penggunaan dalam periode selanjutnya.

$$\text{Projected Available} = \text{On hand awal periode (projected available periode sebelumnya)} + \text{Schedule receipts periode sekarang} + \text{Planned orders receipts periode sekarang} - \text{Gross Requirement periode sekarang}$$

12. *Net Requirement*, merupakan kekurangan material yang diproyeksikan untuk periode ini sehingga perlu diambil tindakan ke dalam perhitungan *planned orders receipts* agar menutupi kekurangan bahan baku pada periode itu.

13. *Planned Order receipts*, merupakan kuantitas pesanan pengisian kembali (*purchase order and/or manufacturing orders*) yang telah direncanakan oleh *MRP* untuk diterima pada periode tertentu guna memenuhi *net requirement* (kebutuhan bersih).

14. *Planned Orders Release*, merupakan kuantitas *planned orders* yang ditempatkan atau dikeluarkan dalam periode tertentu, agar item yang dipesan tersedia pada saat yang dibutuhkan.

2.6 Perencanaan Kebutuhan Kapasitas

Perencanaan kapasitas menentukan berapa banyak orang, mesin, dan sumber-sumber fisik yang diperlukan untuk melaksanakan tugas-tugas produksi. Kapasitas harus didasarkan pada perencanaan berapa ukuran unit yang biasanya untuk pencampuran produk (unit, ton, meter, waktu standar, dan lain-lain). Ukuran unit yang dipilih harus mewakili semua produk sampai pada suatu unit waktu ekuivalen yang bisa diterima.

MRP mengasumsikan bahwa apa yang dijadwalkan dapat diterapkan, tanpa memperhatikan keterbatasan kapasitas (Gaspersz, 1998). Kapasitas mengukur kemampuan dari suatu fasilitas produksi untuk mencapai jumlah kerja tertentu dalam periode waktu tertentu dan merupakan fungsi dari banyaknya sumber-sumber daya yang tersedia, seperti : peralatan, mesin, personel, ruang, dan jadwal kerja.

2.7 *Simulated Annealing*

2.7.1 Gambaran Umum *Simulated Annealing*

Simulated Annealing adalah sebuah teknik untuk mencari solusi optimal atau yang mendekati optimal untuk permasalahan optimisasi kombinatorial, atau masalah dimana mempunyai variabel-variabel diskrit. *Simulated Annealing* merupakan suatu strategi heuristik yang menyediakan rata-rata untuk optimisasi dari permasalahan *NP* secara lengkap : dimana diperlukan peningkatan secara eksponensial jumlah langkah untuk membangkitkan sebuah jawaban yang tepat (Buckham, 1999). Meskipun

beberapa pendekatan heuristik tidak menjamin akan menghasilkan nilai optimum yang tepat, suatu nilai optimum yang dapat diterima dapat ditemukan pada suatu waktu yang layak, dengan tetap menjaga biaya perhitungan tergantung pada kekuatan rendah dari N , yaitu ukuran dari permasalahan (Buckham, 1999). *Algoritma* ini diperkenalkan oleh Kirkpatrick, Gelatt, dan Vecchi pada tahun 1983 dan telah berhasil diaplikasikan pada penyekatan sirkuit, penempatan dan ruting dalam rancangan fisik dari sirkuit yang terintegrasi.

Tujuan atau target dari suatu algoritma optimisasi kombinatorial adalah mencari keadaan dengan biaya terendah (atau energi) dari suatu ruangan yang diskret dari susunan S yang dapat diterima. Untuk setiap permasalahan, suatu fungsi biaya harus dijelaskan yang mana memetakan setiap keadaan pada jumlah yang nyata yang menunjukkan biaya tersebut. Untuk beberapa permasalahan, jumlah dari keadaan yang mungkin tumbuh secara eksponensial dengan ukuran input. Optimisasi menjadi proses dari pencarian untuk keadaan dengan biaya terkecil dalam sebuah ruang yang sangat luas. Dengan keadaan yang mungkin dalam jumlah besar untuk dikunjungi metode *brute force* dari mengunjungi semua susunan menjadi tidak praktis (Hardono, 2004).

Ide dasar *Simulated Annealing* terbentuk dari pemrosesan logam (Kusumadewi, 2003). *Simulated Annealing* berdasarkan analogi pada pendinginan dari logam yang dipanaskan (Buckham, 1999). Dalam beberapa contoh logam yang dipanaskan, probabilitas dari beberapa kelompok atom pada suatu posisi r_i memperlihatkan suatu keadaan energi yang spesifik. $E(r_i)$ pada beberapa temperatur T , telah didefinisikan oleh faktor probabilitas Boltzmann :

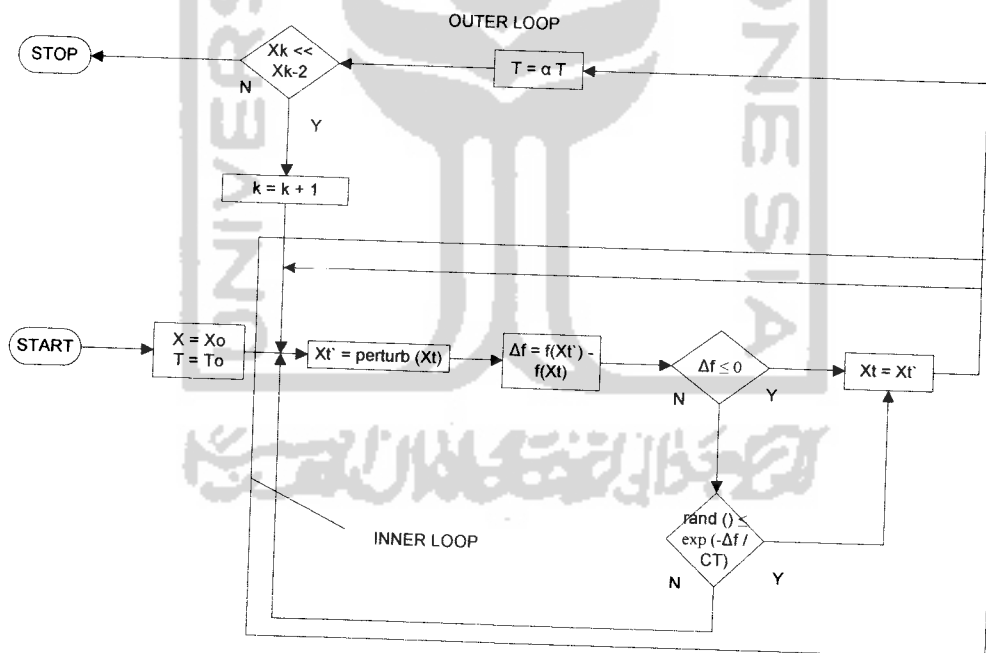
$$P(E(r_i)) = \rho \left[\frac{E(r_i)}{\kappa_B T} \right]$$

dimana κ_B adalah konstanta Boltzmann. Sebagai metal yang pelan-pelan didinginkan, atom akan berubah-ubah secara relatif antara tingkat energi lebih tinggi dan energi yang lebih rendah dan mengijinkan untuk berimbang pada masing-masing temperatur T . Material akan mendekati suatu keadaan dasar, suatu yang dipesan dari di mana ada sangat kecil kemungkinan untuk keberadaan suatu keadaan tenaga tinggi sepanjang material itu.

Jika fungsi energi dari sistem fisik ini digantikan oleh suatu sasaran berfungsi $f(x)$, itu adalah bergantung pada suatu garis vektor variabel desain, X , dibanding kemajuan yang lambat ke arah suatu keadaan dasar yang diperintah adalah contoh dari suatu kemajuan bagi suatu optimum global. Untuk mencapai ini, suatu parameter kendali T , dapat disamakan dengan suatu temperatur, dan suatu konstanta C , dapat disamakan dengan konstanta Boltzmann, harus ditetapkan untuk masalah optimisasi. Di dalam standar metode peningkatan berulang, satu rangkaian poin-poin percobaan dihasilkan sampai suatu peningkatan di dalam fungsi sasaran dicatat dalam hal mana titik percobaan diterima. Bagaimanapun, proses ini hanya mempertimbangkan pergerakan ke arah yang menurun untuk dibuat di atas daerah itu. Dalam rangka menghasilkan perilaku pendinginan logam, suatu ukuran sekunder ditambahkan ke dalam proses itu. Jika suatu titik percobaan menghasilkan suatu nilai yang lebih besar menyangkut fungsi sasaran kemudian kemungkinan diterimanya titik percobaan ini ditentukan menggunakan distribusi probabilitas Boltzmann :

$$P[\text{accept}X_i] = e^{-\left[\frac{f(X_i) - f(X_0)}{CT}\right]}$$

dimana X_0 adalah inisial titik awal. Kemungkinan ini dibandingkan melawan terhadap suatu nomor yang dihasilkan secara acak apada rentang $[0..1]$. Jika $P[\text{accept}X_t] > \text{random} [0..1]$ kemudian titik percobaan diterima. Ketergantungan pada angka angka acak ini membuat *Simulated Annealing* suatu metode stokastik. Berbagai implementasi akan menggunakan berbagai metoda dari generasi atau bilangan random, suatu contoh adalah Lehmer generator. Mengulangi peningkatan berulang ini banyak kali pada masing masing nilai dari parameter kendali T , penyusunan kembali atom yang berkenaan dengan panas yang metodis di dalam suatu metal pada suatu temperatur T diturunkan. Peningkatan berulang ini membentuk jerat bagian dalam (*inner loop*) dari metoda. Variasi dari parameter kendali yang sesuai tinggi dan suatu metodologi untuk pengurangan T diterapkan. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan representasi dari algoritma annealing.



Gambar 2.3 Flowchart proses Annealing (Buckham, 1999)

2.7.2 Algoritma *Simulated Annealing*

Pada *Simulated Annealing*, ada 3 parameter yang sangat menentukan, yaitu : tetangga, gain, temperatur, pembangkitan bilangan random (Kusumadewi, 2003). Tetangga akan sangat berperan dalam membentuk perubahan pada solusi sekarang. Pembangkitan bilangan random akan berimplikasi adanya probabilitas. Adapun algoritma dari *Simulated Annealing* adalah sebagai berikut :

1. Evaluasi keadaan awal. Jika keadaan awal merupakan tujuan, maka pencarian berhasil dan KELUAR. Jika tidak demikian, lanjutkan dengan menetapkan keadaan awal sebagai kondisi sekarang.
2. Inisialisasi BEST_SO_FAR untuk keadaan sekarang.
3. Inisialisasi T sesuai dengan *annealing schedule*.
4. Kerjakan hingga solusi ditemukan atau sudah tidak ada operator baru lagi akan diaplikasikan ke kondisi sekarang.
 - a. Gunakan operator yang belum pernah digunakan tersebut untuk menghasilkan kondisi baru.
 - b. Evaluasi kondisi yang baru dengan menghitung :

$$\Delta TC = \text{nilai sekarang} - \text{nilai keadaan baru}$$
 - i. Jika kondisi baru merupakan tujuan, maka pencarian berhasil dan KELUAR.
 - ii. Jika bukan tujuan, namun memiliki nilai yang lebih baik dari kondisi sekarang, maka tetapkan kondisi baru sebagai kondisi sekarang. Demikian pula tetapkan BEST_SO_FAR untuk kondisi yang baru tadi.

- iii. Jika nilai kondisi baru tidak lebih baik dari kondisi sekarang, maka tetapkan kondisi baru sebagai kondisi sekarang dengan probabilitas :

$$p' = e^{-\Delta TC / T}$$

- iv. Langkah ini biasanya dikerjakan dengan membangkitkan suatu bilangan random r pada rentang $[0, 1]$. Jika $r < p'$ maka perubahan kondisi baru menjadi kondisi sekarang diperbolehkan. Namun jika tidak demikian, maka tidak akan dikerjakan apapun.
- c. BEST_SO_FAR adalah jawaban yang dimaksudkan.

Dari algoritma tersebut, sebenarnya secara umum ada 3 hal yang perlu disoroti pada *Simulated Annealing* yaitu :

- a. Nilai awal untuk temperatur (T_0)
- b. Nilai T_0 biasanya ditetapkan cukup besar (tidak mendekati nol), karena jika T mendekati 0 maka gerakan *Simulated Annealing* akan sama dengan *hill climbing*.
- c. Kriteria yang digunakan untuk memutuskan apakah temperatur sistem seharusnya dikurangi.
- d. Berapa besarnya pengurangan temperatur dalam setiap waktu

Proses dari *Simulated Annealing* dapat dianalogikan pada cara pembentukan kristal. Diketahui bahwa jika suatu cairan dipanaskan pada suatu temperatur tinggi dan mendingin secara berangsur-angsur, keadaan akhir yang dicapai atau kristal akhir yang dihasilkan adalah lebih baik daripada yang diperoleh atau dihasilkan melalui

pendinginan cepat. Dengan cara yang sama, *Simulated Annealing* adalah sebuah algoritma yang menghasilkan solusi akhir yang menghasilkan solusi akhir yang lebih baik dengan berangsur-angsur dari suatu solusi ke solusi berikutnya.

Hal mendasar yang nampak adalah bahwa algoritma optimisasi lokal sering membatasi pencariannya untuk solusi optimal dalam sebuah arah menurun. Dengan kata lain, solusi awal diubah hanya jika itu mengakibatkan penurunan nilai fungsi tujuan (OFV) untuk masalah minimasi – dengan cara yang sama untuk masalah maksimasi – sebuah solusi baru diterima hanya jika itu mengakibatkan peningkatan pada nilai fungsi tujuan. Meskipun ini dapat membantu kita mencari solusi optimum lokal, namun dalam beberapa kasus solusi tersebut mungkin lebih rendah dari solusi optimal global. Lebih jauh lagi, solusi optimal lokal untuk 2-opt (atau 3-opt) adalah tergantung pada daerah lokal dimana merupakan tempat pencarian, yang mana itu ditentukan oleh solusi awal yang diberikan. Untuk mengatasi jeratan ini pada optimum lokal, dan membantu memeriksa daerah lain, algoritma pencarian lokal dimodifikasi untuk mengijinkannya untuk mundur dari daerah optimal lokal yang lemah dan menyelidiki daerah lain, sehingga kesempatan untuk menemukan suatu solusi yang lebih baik sangat ditingkatkan. Inilah esensi atau pokok dari algoritma *Simulated Annealing*.

Untuk tiap solusi baru, algoritma *Simulated Annealing* menentukan perbedaan atau selisih δ antara nilai fungsi tujuan (OFV) dari solusi terbaik terdahulu dengan solusi yang baru. Jika perbedaan tersebut disukai (misal, untuk masalah minimasi, nilai fungsi tujuan dari solusi baru adalah kurang dari nilai fungsi tujuan dari solusi terbaik sebelumnya), solusi terdahulu telah dikeluarkan dan solusi baru akan

menggantikannya. Jika perbedaan tersebut tidak disukai, solusi yang baru diterima dengan sebuah probabilitas atau kemungkinan yang pasti. Secara jelas, probabilitas dari penerimaan sebuah solusi baru yang lebih buruk tergantung pada nilai δ . Semakin besar nilai δ , semakin besar kemungkinan dari solusi baru ditolak. Begitu juga *Simulated Annealing* mencari untuk solusi di dalam sebuah arah menanjak. Ini adalah bagaimana usaha itu untuk mundur dari suatu optimum lokal dan mencari solusi yang lebih baik di dalam daerah bertetangga.

Penjelasan tersebut menghasilkan sebuah garis besar dari algoritma *simulated annealing*, tapi itu tidak menjawab 2 pertanyaan khusus berikut :

1. Berapa kali kita menguji solusi baru ?
2. Apa yang harus dilakukan jika kita tidak dapat memperbaiki solusinya ?

Jawaban untuk pertanyaan pertama tergantung pada apakah suatu keadaan beku (*frozen state*) telah tercapai. Jika suatu keadaan beku (misal, suatu keadaan dimana kemungkinan dari penemuan solusi baru yang lebih baik adalah cukup kecil) telah tercapai, biaya dari pencarian untuk solusi baru adalah sangat tinggi dibandingkan dengan keuntungan yang akan kita dapatkan. Implementasi lain dari algoritma *simulated annealing* menggunakan cara lain untuk menentukan apakah suatu keadaan beku telah tercapai. Dalam hal ini, kita dengan sederhana mengasumsikan bahwa jika satu dari dua kondisi di bawah ini dijumpai, maka suatu keadaan beku (*frozen state*) tercapai :

1. Jumlah dari solusi yang diuji melampaui nilai yang ditetapkan sebelumnya.
2. Jumlah dari solusi yang diterima melampaui nilai yang ditetapkan sebelumnya.

kemudian berpindah pada masing-masing temperatur secara perlahan menurun. Algoritma *Simulated Annealing* akan berhenti ketika solusi yang diperoleh pada masing-masing perubahan temperatur adalah tetap pada sejumlah temperatur yang berurutan (J.K, Cochran and S.S, Kim, 1998).



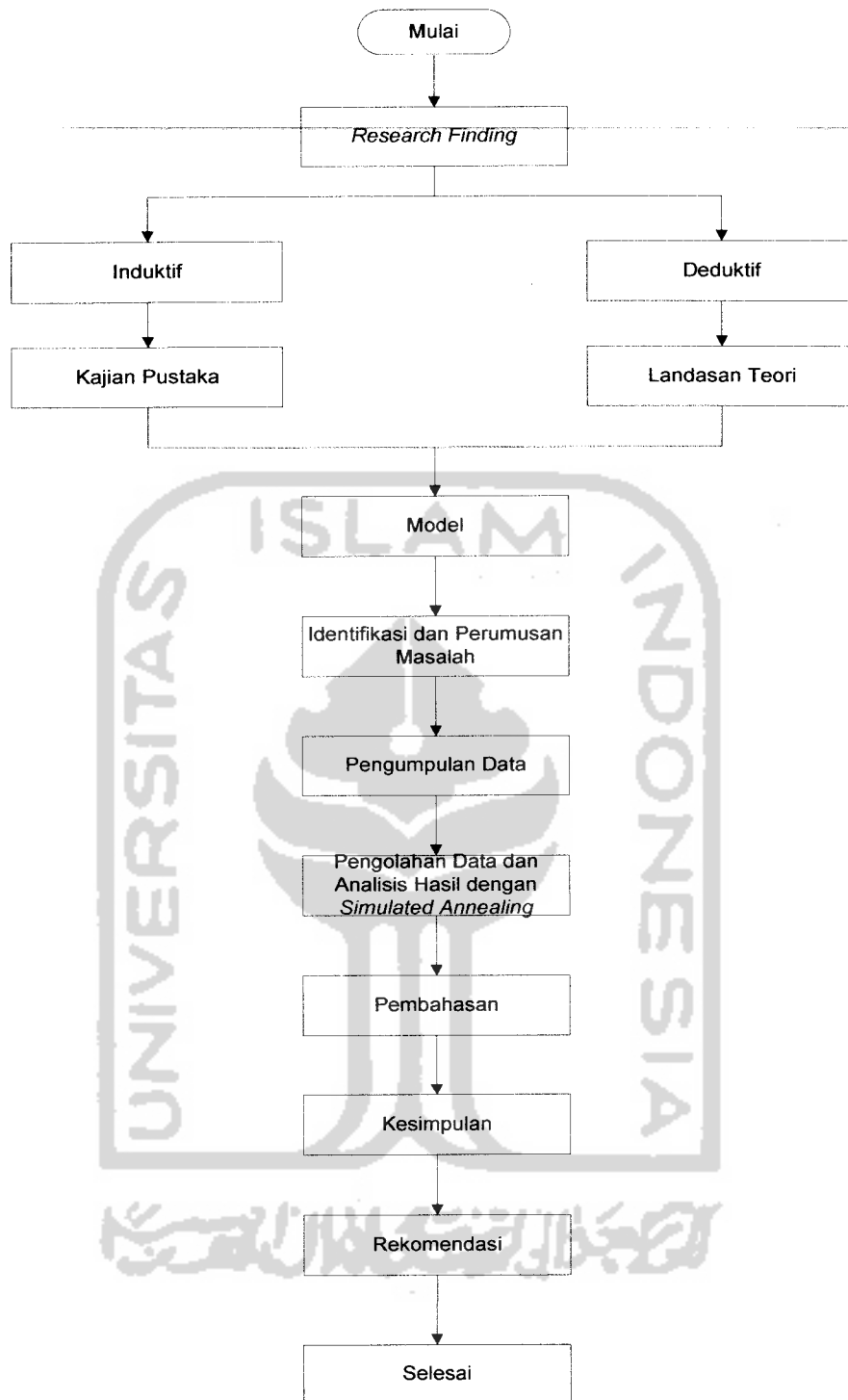
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

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

Adapun langkah-langkah penelitian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :





Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.1 *Research Finding*

Ada dua macam *Research Finding* yang dilakukan 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 dihubungkan – hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.2 Analisis Model

Model yang akan dianalisa adalah model yang diperoleh berdasarkan kajian literatur induktif. Yaitu model matematis yang pernah diajukan oleh Chairul Saleh, *et al.*, (2005). Langkah analisis model adalah melakukan identifikasi parameter yang diperlukan untuk penelitian. Model matematis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Minimum TC} = \text{SC} + \text{PC} + \text{HC}$$

Dimana :

SC = *Set up cost / mesin x waktu set up x jumlah mesin x frekuensi*

PC = *Production cost / unit x jumlah kebutuhan x jumlah mesin*

HC = *Holding cost / unit x {Inventory On Hand + Safety Stock}*

Analisis Dimensi Model

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

1. *Set Up Cost*

Set Up cost / mesin (Rp) × waktu Set Up (satuan waktu) × jumlah mesin (n satuan) × frekuensi (n satuan) = (Rp / menit)

2. *Production Cost*

Production Cost / unit (Rp) × jumlah kebutuhan (unit) × jumlah mesin (n satuan) = (Rp / unit / periode)

3. *Holding Cost*

Holding Cost / unit (Rp) × {Inventory On Hand + Safety Stock}
= (Rp / unit / periode)

Jadi, *Set Up Cost (Rp / menit) + Production Cost (Rp / unit / periode) + Holding Cost (Rp / unit / periode) = Total Cost (Rp)*

Rp = Rp

Setelah dilakukan analisa dimensi model, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan model matematis diatas untuk menentukan ukuran lot optimal adalah benar.

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 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam dua cara :

1. Wawancara bebas tidak didokumentasikan secara terstruktur.
2. Studi lapangan, yang dilakukan pengamatan secara langsung dan pencatatan data produksi seperti data mesin, data waktu, pekerja, data biaya-biaya yang diperlukan.

Kedua pengambilan data tersebut diatas termasuk dalam kriteria pengambilan data primer dan sekunder.

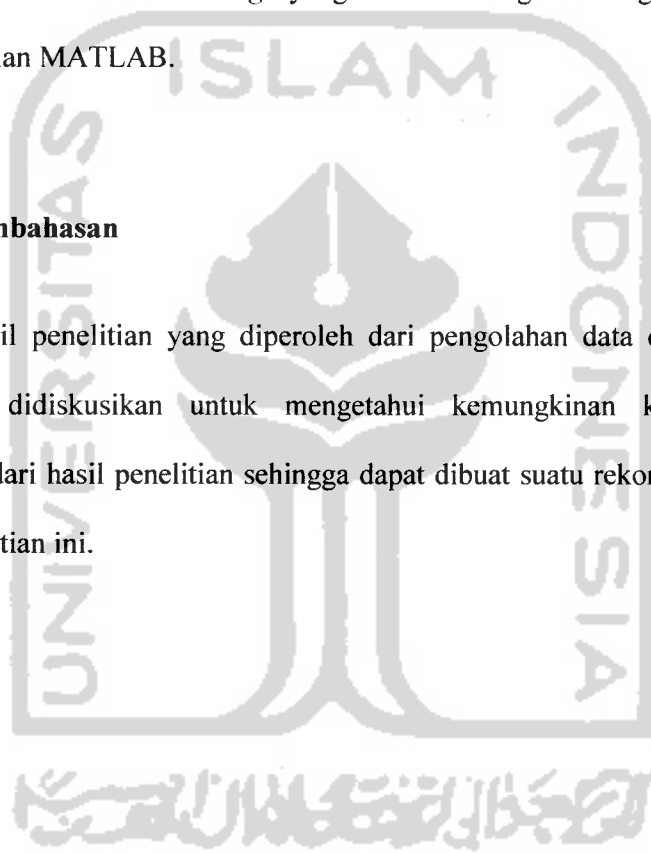
3.5 Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Data-data yang sudah terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan secara matematis sesuai dengan model yang akan digunakan kemudian dianalisa dengan metode *Simulated Annealing*.

Pencarian oleh *Simulated Annealing* ini dilakukan dengan menggunakan software *Simulated Annealing* yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

3.6 Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kemungkinan kekurangan atau kelebihan dari hasil penelitian sehingga dapat dibuat suatu rekomendasi terhadap hasil penelitian ini.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufakturing. PT. Amalia Surya Cemerlang dipimpin oleh Bapak Agus Hariyanto sebagai direktur dan Bapak Yohanes Kurniawan sebagai komisaris sekaligus sebagai agen yang mempunyai jaringan perdagangan multinasional. Di awal pendirian PT. Amalia Surya Cemerlang melibatkan tenaga kerja sebanyak 20 orang yang terdiri dari 5 tenaga *staff* dan 15 tenaga terampil. Hingga saat ini PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki tenaga kerja mencapai 125 orang.

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan furniture yang bertipe *make to order* (MTO) dimana sistem perencanaan produksi dilakukan setelah ada permintaan. Hasil produksi PT. Amalia Surya Cemerlang dipasarkan hingga ke negara-negara di Eropa, Amerika, Australia, dan Singapura.

4.1.2 Data Umum Tenaga Kerja

PT. Amalia Surya Cemerlang memberlakukan jam kerja bagi karyawan dengan jumlah enam hari jam kerja efektif dalam seminggu yaitu senin – sabtu. Pengaturan jam kerja karyawan yang berlaku pada PT. Amalia Surya Cemerlang adalah sebagai berikut :

1. Hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu adalah :
 - a. Mulai masuk : Pukul 08.00 – 12.00
 - b. Istirahat : Pukul 12.00 – 13.00
 - c. Kerja kembali : Pukul 13.00 – 16.00
2. Hari Jumat adalah :
 - a. Mulai masuk : Pukul 08.00 – 11.30
 - b. Istirahat : Pukul 11.30 – 13.00
 - c. Kerja kembali : Pukul 13.00 – 16.30

4.1.3 Jadwal Induk Produksi

Penelitian ini dilakukan di departemen produksi. Produk yang dihasilkan PT. Amalia Surya Cemerlang antara lain meja, almari dan rak. Produk yang menjadi penelitian pada tugas akhir ini adalah *End Table*, karena produk tersebut menguasai 80% volume produksi perusahaan.

Adapun jadwal induk produksi produk *End Table* selama 8 minggu adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Jadwal induk produksi

Periode	Minggu (unit)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>End Table</i>	19	18	18	17	14	15	13	14

4.1.4 Struktur Produk / *Bill of Material*

Tabel 4.2 Struktur Produk / *Bill of Material* Produk *End Table*

Bill of Material				
Kode	PO Order		Id no	33
Nama Item	End Table		Ukuran	135 x 65 x 35 cm
Jumlah Order	1		Jenis bahan baku	Jati Finishing
No SPK	3A75		Dipersiapkan oleh	Adimas D
Level	Part No	Nama Komponen	Perunit	
			pcs	m ³
0	100	<i>End Table</i>	1	0,0025
1	110	Frame Atas	4	0,0044
1	111	Bagian Ambal	1	0,023
1	112	Kaki Meja	4	0,0011
2	120	Ambal Bawah	1	0,0156
2	121	Ambal	1	0,0025
2	122	List Ambal	4	0,001

4.1.5 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi dapat dilihat pada lampiran

4.1.6 Mesin yang digunakan dalam Proses Produksi

Tabel 4.3 Mesin yang Digunakan dalam proses produksi

No.	Nama Mesin	Fungsi
1	Mesin <i>Radial</i>	Untuk memotong kayu sesuai dengan ukuran yang diinginkan
2.	Mesin <i>Cyrcl</i>	Untuk membelah kayu yang telah dipotong menjadi kayu batangan dengan ukuran tertentu
3.	Mesin <i>Planner</i>	Untuk mendapatkan kayu yang benar-benar siku
4.	Mesin Serut	Untuk menghaluskan permukaan kayu
5.	Mesin Bor	Untuk membuat lobang pada pasak, mengikat posisi antar bagian agar tidak mudah goyah
6.	Mesin <i>Thickneser</i>	Untuk menyerut permukaan agar mendapatkan ukuran ketebalan yang diinginkan
7.	Mesin <i>Mortiser</i>	Untuk membuat lobang tempat pen
8.	Mesin <i>Jointer</i>	Untuk menjepit komponen
9.	Mesin <i>Rotter</i>	Untuk membuat alur / profil
10.	Mesin <i>Bandsaw</i>	Untuk memotong
11.	Mesin <i>Tenoner</i>	Untuk membuat pen yang akan disambungkan ke bagian lain

4.1.7 Waktu *Set Up* Mesin

Tabel 4.4 Waktu *Set Up* Mesin pada Departemen Milling (dalam menit)

Part	Nama Part	Stasiun Kerja									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	Frame Atas	15	10	30	45	20	10	-	-	-	-
112	Kaki Meja	15	10	15	30	25	10	-	-	20	20
120	Ambal Bawah	15	10	-	-	25	15	30	30	-	-
121	Ambal	15	10	-	-	25	10	30	30	-	-
122	List Ambal	15	10	-	-	20	10	30	30	-	-

Tabel 4.5 Waktu *Set Up* Mesin pada Departemen Assembling (dalam menit)

Part	Nama Part	Waktu <i>Set Up</i>
100	<i>End Table</i>	25
111	Bagian Ambal	30

4.1.9 Waktu Proses tiap Job

Tabel 4.6 Waktu proses pada Departemen Milling (dalam menit)

Part	Nama Part	Stasiun Kerja									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	Frame Atas	56	79	67	45	43	27	-	-	-	-
112	Kaki Meja	71	77	67	45	42	25	-	-	35	42
120	Ambal Bawah	66	81	-	-	49	26	41	27	-	-
121	Ambal	63	80	-	-	43	33	35	34	-	-
122	List Ambal	59	79	-	-	50	31	37	22	-	-

Tabel 4.7 Waktu proses pada Departemen Assembling (dalam menit)

Part	Nama Part	Waktu Proses
100	<i>End Table</i>	68
111	Bagian Ambal	55

4.1.10 Gaji Karyawan pada Departemen *Milling* dan *Assembly*

Diketahui bahwa gaji karyawan pada departemen *Milling* dan *assembly* adalah sebesar Rp 150.000,- / minggu. Gaji karyawan tersebut digunakan untuk mengasumsikan biaya setup dan biaya tenaga kerja, yaitu sebagai berikut :

- a. Biaya Setup : $\frac{\text{Rp } 150.000}{6 \text{ hari kerja} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}$
: Rp 52,08 / sekali set up.
- b. Biaya Tenaga Kerja : $\frac{\text{Rp } 150.000}{6 \text{ hari kerja} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}$
: Rp 52,08 / menit / minggu.

4.1.11 Data Biaya Produksi, dan Biaya Simpan

- a. Biaya Produksi diperoleh dari biaya *overhead* variabel dan biaya tenaga kerja.

Diketahui biaya listrik variabel sebesar Rp 181.337,5 dengan biaya air sebesar Rp 43.437,5 dan biaya telepon variabel Rp 218.875,-. Biaya tenaga kerja sebesar Rp 52,08,-/menit / minggu.

- Biaya Overhead variabel = $\frac{\text{Total Biaya Overhead Variabel}}{\text{Rata rata produk yang dibuat}}$

$$= \frac{\text{Rp } 181.337,5 + \text{Rp } 43.437,5 + \text{Rp } 218.875}{16}$$

$$= \text{Rp } 27.728,13 / \text{unit} / \text{periode.}$$

Maka total biaya produksi / unit / periode adalah sebagai berikut :

$$= \text{Rp } 27.728,13 + \text{Rp } 52,08$$

$$= \text{Rp } 27.780,21 / \text{unit} / \text{periode}$$

- b. Biaya simpan diperoleh dari biaya keamanan gudang sebesar Rp 150.000,-, biaya administrasi gudang sebesar Rp 70.000,-, biaya listrik sebesar Rp 62.500,-, dan biaya tenaga kerja gudang sebesar Rp 150.000,-

Maka besarnya biaya simpan / unit / periode adalah sebagai berikut :

$$= \frac{\text{Total Biaya Penyimpanan}}{\text{Kapasitas Gudang}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 150.000 + \text{Rp } 70.000 + \text{Rp } 62.500 + \text{Rp } 150.000}{50}$$

$$= \text{Rp } 8.650,- / \text{unit} / \text{periode.}$$

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perencanaan Kebutuhan Produk dan Part *End Table*

a. Perencanaan Kebutuhan Produk *End Table*

Produk : End Table

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.8 Perencanaan Kebutuhan Produk *End Table*

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		19	18	18	17	14	15	13	14
Schedule Receipt		19							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		19	18	18	17	14	15	13	14
Planned Order Receipts		19	18	18	17	14	15	13	14
Planned Order Release		18	18	17	14	15	13	14	0

b. Perencanaan Kebutuhan Part Frame Atas

Part : Frame Atas

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.9 Perencanaan Kebutuhan Part Frame Atas

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		72	72	68	56	60	52	56	0
Schedule Receipt		72							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		72	72	68	56	60	52	56	0
Planned Order Receipts		72	72	68	56	60	52	56	0
Planned Order Release		72	68	56	60	52	56	0	0

c. Perencanaan Kebutuhan Part Bagian Ambal

Part : Bagian Ambal

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.10 Perencanaan Kebutuhan Part Bagian Ambal

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		18	18	17	14	15	13	14	0
Schedule Receipt		18							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		18	18	17	14	15	13	14	0
Planned Order Receipts		18	18	17	14	15	13	14	0
Planned Order Release		18	17	14	15	13	14	0	0

d. Perencanaan Kebutuhan Part Kaki Meja

Part : Kaki Meja

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.11 Perencanaan Kebutuhan Part Kaki Meja

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		72	72	68	56	60	52	56	0
Schedule Receipt		72							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		72	72	68	56	60	52	56	0
Planned Order Receipts		72	72	68	56	60	52	56	0
Planned Order Release		72	68	56	60	52	56	0	0

e. Perencanaan Kebutuhan Part Ambal Bawah

Part : Ambal Bawah

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.12 Perencanaan Kebutuhan Part Ambal Bawah

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		18	17	14	15	13	14	0	0
Schedule Receipt		18							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		18	17	14	15	13	14	0	0
Planned Order Receipts		18	17	14	15	13	14	0	0
Planned Order Release		17	14	15	13	14	0	0	0

f. Perencanaan Kebutuhan Part Ambal

Part : Ambal

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.13 Perencanaan Kebutuhan Part Ambal

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		36	34	28	30	26	28	0	0
Schedule Receipt		36							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		36	34	28	30	26	28	0	0
Planned Order Receipts		36	34	28	30	26	28	0	0
Planned Order Release		34	28	30	26	28	0	0	0

g. Perencanaan Kebutuhan Part List Ambal

Part : List Ambal

Lead Time : 1 minggu

Lot Size : LFL

Tabel 4.14 Perencanaan Kebutuhan Part List Ambal

Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirement		144	136	112	120	104	112	0	0
Schedule Receipt		144							
Project On Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement		144	136	112	120	104	112	0	0
Planned Order Receipts		144	136	112	120	104	112	0	0
Planned Order Release		136	112	120	104	112	0	0	0

Total kebutuhan part pada tiap periode didapat dari jumlah kebutuhan part pada tiap periodenya. Contoh perhitungan untuk periode 1 :

$$\begin{aligned}\sum \text{GR pada periode ke - n} &= 19 + 72 + 18 + 72 + 18 + 36 + 144 \\ &= 379\end{aligned}$$

Untuk total kebutuhan di tiap periodenya dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Total Kebutuhan tiap periode

Periode	Jumlah Kebutuhan (Unit)
1	379
2	367
3	325
4	308
5	292
6	286
7	139
8	14

4.2.2 Menghitung dan Menganalisis Biaya Yang Terjadi Pada Tiap Periode

Perhitungan biaya yang terjadi pada tiap periodenya meliputi biaya *Set Up*, biaya produksi, dan biaya simpan.

a. Perhitungan Biaya *Set Up*

$$\begin{aligned}\text{Set Up cost/ mesin (Rp)} \times \text{waktu Set Up (satuan waktu)} \times \text{jumlah mesin} \\ (\text{n satuan}) \times \text{frekuensi (n satuan)} = (\text{Rp / menit})\end{aligned}$$

Contoh Perhitungan untuk Part 100 di periode 1 :

$$= \text{Biaya Set Up} \times \text{waktu Set Up} \times \text{jumlah mesin} \times \text{frekuensi Set Up}$$

$$= \text{Rp } 52,08 / \text{menit} \times 25 \times 1 \times 1$$

$$= \text{Rp } 1.302,-$$

Untuk total biaya di tiap periode dapat dilihat pada Tabel 4.16 - 4.23

Tabel 4.16 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 1

Set Up Cost Periode 1		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	39060
121	Ambal	37497.6
122	List Ambal	35935.2
Total <i>Set Up Cost</i>		216392.4

Tabel 4.17 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 2

Set Up Cost Periode 2		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	39060
121	Ambal	37497.6
122	List Ambal	35935.2
Total <i>Set Up Cost</i>		216392.4

Tabel 4.18 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 3

Set Up Cost Periode 3		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	39060
121	Ambal	37497.6
122	List Ambal	35935.2
Total <i>Set Up Cost</i>		216392.4

Tabel 4.19 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 4

Set Up Cost Periode 4		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	39060
121	Ambal	37497.6
122	List Ambal	35935.2
Total <i>Set Up Cost</i>		216392.4

Tabel 4.20 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 5

Set Up Cost Periode 5		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	39060
121	Ambal	37497.6
122	List Ambal	35935.2
Total <i>Set Up Cost</i>		216392.4

Tabel 4.21 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 6

Set Up Cost Periode 6		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Set Up Cost</i>		103899.6

Tabel 4.22 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 7

Set Up Cost Periode 7		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Set Up Cost</i>		103899.6

Tabel 4.23 Total Biaya *Set Up* Pada Periode 8

Set Up Cost Periode 8		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	1302
110	Frame Atas	40622.4
111	Bagian Ambal	1562.4
112	Kaki Meja	60412.8
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Set Up Cost</i>		103899.6

b. Perhitungan Biaya Produksi

$$\text{Production Cost / unit (Rp)} \times \text{jumlah kebutuhan (unit)} \times \text{jumlah mesin (n satuan)} = (\text{Rp / unit / periode})$$

Contoh perhitungan untuk Part 100 di periode 1 :

$$= \text{Biaya produksi /unit} \times \text{jumlah kebutuhan} \times \text{jumlah mesin}$$

$$= \text{Rp } 27.780,21 / \text{unit} \times 19 \times 1$$

$$= \text{Rp } 527.823,8$$

Untuk total biaya di tiap periode dapat dilihat pada Tabel 4.24-4.31

Tabel 4.24 Total Biaya Produksi Pada Periode 1

<i>Production Cost Periode 1</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	527823.8
110	Frame Atas	12001046.4
111	Bagian Ambal	500043.6
112	Kaki Meja	16001395.2
120	Ambal Bawah	3000261.6
121	Ambal	6000523.2
122	List Ambal	24002092.8
Total <i>Production Cost</i>		62033186.6

Tabel 4.25 Total Biaya Produksi Pada Periode 2

<i>Production Cost Periode 2</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	500043.6
110	Frame Atas	12001046.4
111	Bagian Ambal	500043.6
112	Kaki Meja	16001395.2
120	Ambal Bawah	2833580.4
121	Ambal	5667160.8
122	List Ambal	22668643.2
Total <i>Production Cost</i>		60171913.2

Tabel 4.26 Total Biaya Produksi Pada Periode 3

<i>Production Cost Periode 3</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	500043.6
110	Frame Atas	11334321.6
111	Bagian Ambal	472263.4
112	Kaki Meja	15112428.8
120	Ambal Bawah	2333536.8
121	Ambal	4667073.6
122	List Ambal	18668294.4
Total <i>Production Cost</i>		53087962.2

Tabel 4.27 Total Biaya Produksi Pada Periode 4

<i>Production Cost</i> Periode 4		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	472263.4
110	Frame Atas	9334147.2
111	Bagian Ambal	388922.8
112	Kaki Meja	12445529.6
120	Ambal Bawah	2500218
121	Ambal	5000436
122	List Ambal	20001744
Total <i>Production Cost</i>		50143261

Tabel 4.28 Total Biaya Produksi Pada Periode 5

<i>Production Cost</i> Periode 5		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	388922.8
110	Frame Atas	10000872
111	Bagian Ambal	416703
112	Kaki Meja	13334496
120	Ambal Bawah	2166855.6
121	Ambal	4333711.2
122	List Ambal	17334844.8
Total <i>Production Cost</i>		47976405.4

Tabel 4.29 Total Biaya Produksi Pada Periode 6

<i>Production Cost Periode 6</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	416703
110	Frame Atas	8667422.4
111	Bagian Ambal	361142.6
112	Kaki Meja	11556563.2
120	Ambal Bawah	2333536.8
121	Ambal	4667073.6
122	List Ambal	18668294.4
Total <i>Production Cost</i>		46670736

Tabel 4.30 Total Biaya Produksi Pada Periode 7

<i>Production Cost Periode 7</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	361142.6
110	Frame Atas	9334147.2
111	Bagian Ambal	388922.8
112	Kaki Meja	12445529.6
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Production Cost</i>		22529742.2

Tabel 4.31 Total Biaya Produksi Pada Periode 8

<i>Production Cost Periode 8</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	388922.8
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Production Cost</i>		388922.8

c. Perhitungan Biaya Simpan

$$\text{Holding Cost / unit (Rp)} \times \{\text{Inventory On Hand} + \text{Safety Stock}\}$$

$$= (\text{Rp / unit / periode})$$

Contoh perhitungan untuk Part 100 di periode 1 :

$$= \text{Biaya simpan /unit/periode} \times \{\text{Inventory On Hand} + \text{Safety Stock}\}$$

$$= \text{Rp 8.650,- / unit / periode} \times \{0 + 0\}$$

$$= \text{Rp 0,-}$$

Untuk total biaya di tiap periode dapat dilihat pada Tabel 4.24 - 4.31

Tabel 4.32 Total Biaya Simpan Pada Periode 1

<i> Holding Cost Periode 1</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

Tabel 4.33 Total Biaya Simpan Pada Periode 2

<i> Holding Cost Periode 2</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

Tabel 4.34 Total Biaya Simpan Pada Periode 3

<i>Holding Cost Periode 3</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

Tabel 4.35 Total Biaya Simpan Pada Periode 4

<i>Holding Cost Periode 4</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

Tabel 4.36 Total Biaya Simpan Pada Periode 5

<i>Holding Cost Periode 5</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Holding Cost</i>		0

Tabel 4.37 Total Biaya Simpan Pada Periode 6

<i>Holding Cost Periode 6</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
Total <i>Holding Cost</i>		0

Tabel 4.38 Total Biaya Simpan Pada Periode 7

<i>Holding Cost Periode 7</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

Tabel 4.39 Total Biaya Simpan Pada Periode 8

<i>Holding Cost Periode 8</i>		
Part	Nama Part	Cost (Rp)
100	<i>End Table</i>	0
110	Frame Atas	0
111	Bagian Ambal	0
112	Kaki Meja	0
120	Ambal Bawah	0
121	Ambal	0
122	List Ambal	0
<i>Total Holding Cost</i>		0

4.2.3 Penentuan Biaya dan Ukuran Lot Optimal Dengan Pendekatan *Simulated Annealing*

Ide dasar *Simulated Annealing* terbentuk dari pemrosesan logam. Annealing (memanaskan kemudian mendinginkan) dalam pemrosesan ini adalah suatu proses bagaimana membuat bentuk cair berangsur-angsur menjadi bentuk yang lebih padat seiring dengan penurunan temperatur. *Simulated Annealing* biasanya digunakan untuk penyelesaian masalah yang mana perubahan dari suatu kondisi ke kondisi yang lainnya membutuhkan ruang yang sangat luas. Pada penelitian kali ini ukuran lot yang akan digunakan sebagai variabel bebas yang akan berubah-ubah seiring dengan perubahan parameter temperatur untuk mencari solusi optimal dalam masalah ini.

4.2.4 Konfigurasi Algoritma *Simulated Annealing*

Parameter-parameter yang digunakan dalam *Simulated Annealing*, meliputi :

- a. Maximum Perulangan (Max Iterasi) : $20 \times \text{Panjang Jalur (N)}$
: 160
- b. Maximum Succesor : 1
- c. Penurunan Temperatur : $0.95 \times \text{Temperatur Awal (1840)}$

Penetapan parameter temperatur awal = 1840, tidak berdasarkan metode tertentu.

4.2.5 Pengolahan Data pada *Simulated Annealing*

Simulated Annealing dibangun dalam sebuah program aplikasi komputer dengan bahasa pemrograman MATLAB 7.0 Release 14, yang kemudian dijalankan pada personal komputer dengan kapasitas RAM 512 MB, dan dengan processor Intel Core Duo 2.0 GHz.

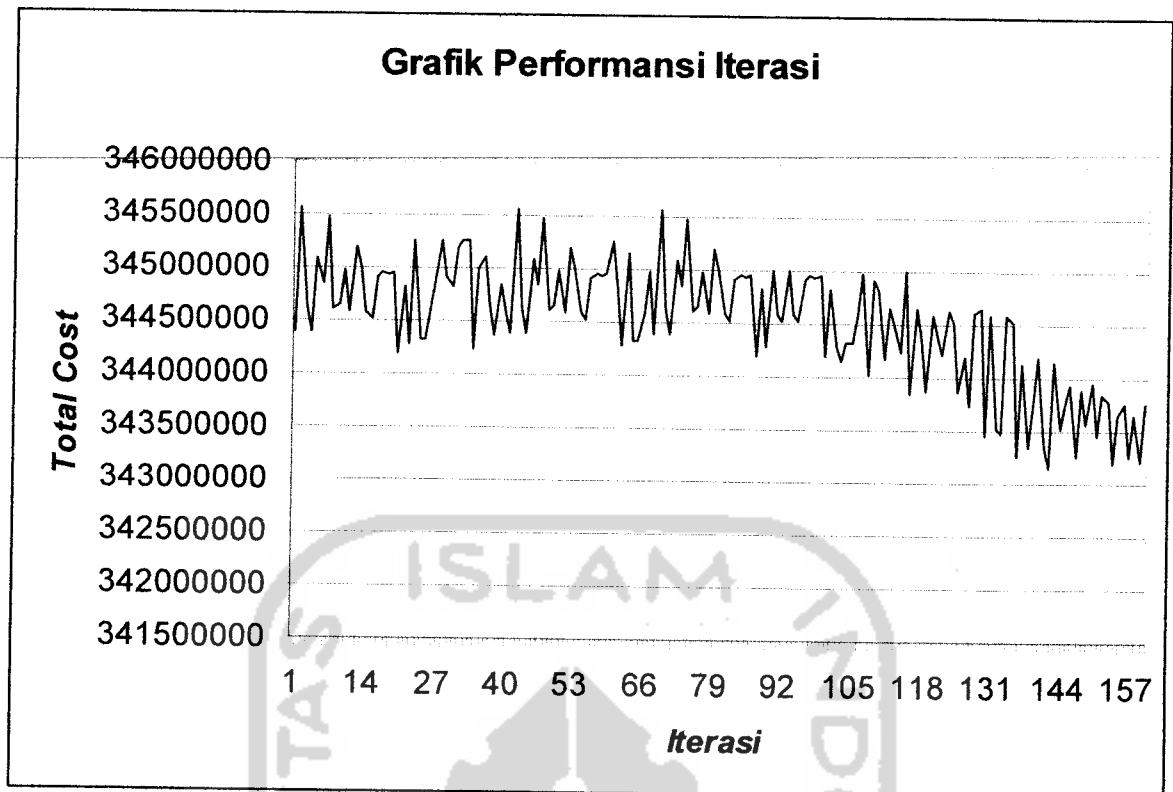
4.2.6 Optimasi dengan *Simulated Annealing*

Dalam melakukan pencarian dengan pendekatan *Simulated Annealing* ini, dilakukan beberapa eksperimen sebagai pembanding untuk menentukan hasil yang optimum.

a. Eksperimen 1

- Maximum Perulangan (Max Iterasi) : $20 \times$ Panjang Jalur (N)
: 160
- Maximum Successor : 1
- Temperatur Awal : 1840

Dari hasil pencarian diperoleh ukuran lot pada periode 1 : 379, periode 2 : 292, periode 3 : 289, periode 4 : 139, periode 5 : 367, periode 6 : 325, periode 7 : 308, periode 8 : 14, dengan nilai *total cost* optimum yaitu sebesar Rp 343.149.790,2 dengan T akhir sebesar : 897,32



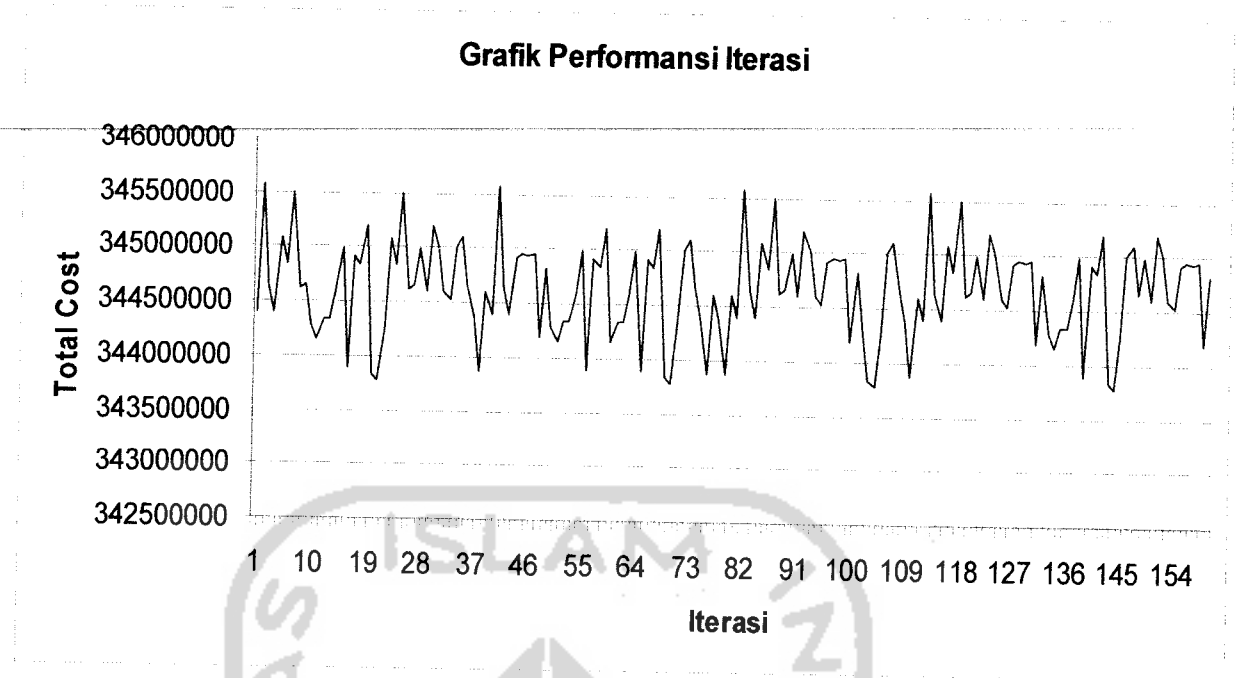
Gambar 4.1 Grafik Performansi Iterasi Eksperimen 1

b. Eksperimen 2

Ditetapkan parameter-parameter sebagai berikut :

- Maximum Perulangan (Max Iterasi) : $20 \times$ Panjang Jalur (N)
: 160
- Maximum Successor : 1
- Temperatur Awal : 920

Dari hasil pencarian diperoleh ukuran lot pada periode 1 : 379, periode 2 : 367, periode 3 : 325, periode 4 : 139, periode 5 : 292, periode 6 : 286, periode 7 : 308, periode 8 : 14, dengan nilai *total cost* optimum yaitu sebesar Rp 343.776.068,1 dengan T akhir sebesar : 448,7



Gambar 4.2 Grafik Performansi Iterasi Eksperimen 2

Dari kedua eksperimen yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa pada eksperimen 1 dan 2 memiliki jumlah iterasi yang sama yaitu 160, namun dapat dilihat bahwa eksperimen 1 memiliki nilai *total cost* yang paling optimum sehingga eksperimen 1 dapat dipergunakan untuk menghasilkan solusi yang diinginkan.

4.2.7 Perbandingan Tingkat Performansi

Nilai *total cost* terbaik sebagai nilai performansi dari pencarian dengan *Simulated Annealing* akan dibandingkan dengan nilai *total cost* awal untuk mengetahui apakah sebuah perbaikan performansi terjadi atau tidak. Dari hasil pengolahan data dapat dihitung perbaikan sebuah performansi terjadi atau tidak. Dari hasil pengolahan data

dapat dihitung perbaikan sebuah performansi yang dihasilkan oleh pencarian *Simulated Annealing* adalah :

$$\frac{\text{Rp } 345.310.591 - \text{Rp } 343.149.790,2}{\text{Rp } 345.310.591} \times 100 \% = 0,63 \%$$

Nilai diatas menunjukkan sebuah perbaikan performansi awal. Pencarian secara *Simulated Annealing* memberikan peningkatan performansi sebesar 0,63 %. Hal itu membuktikan bahwa pencarian oleh *Simulated Annealing* mampu untuk meminimasi *total cost* yang terdiri dari biaya *set-up*, biaya produksi, dan biaya simpan secara signifikan.



BAB V

PEMBAHASAN

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa penelitian ini bertujuan untuk menentukan biaya optimal berdasarkan kapasitas ukuran lot sehingga diharapkan dapat meminimasi *total cost* yang dikeluarkan oleh perusahaan. Untuk mencari ukuran lot digunakan metode *Simulated Annealing* yang merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Oleh karena itu pada bab ini akan dilakukan pembahasan lebih mendalam mengenai data-data dan hasil penelitian pada bab sebelumnya.

5.1 Kondisi Awal Perusahaan

Berdasarkan data dan pengamatan awal oleh peneliti sebelumnya menjelaskan bahwa P.T Amelia Surya Cemerlang adalah sebuah perusahaan *furniture* yang memiliki tipe *make to order* (MTO) yaitu dimana sistem perencanaan produksi dilakukan setelah adanya permintaan dari *customer*. Sebelum dilakukan penelitian, total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, yang meliputi biaya *set-up*, biaya produksi, dan biaya simpan, adalah sebesar Rp 345.310.591,-.

5.2 Input-Input Data yang Digunakan

Data-data yang diperoleh dari penelitian dan perhitungan pada bab IV sudah memenuhi unsur-unsur yang diperlukan untuk mencari biaya optimal berdasarkan kapasitas ukuran lot yang dikeluarkan oleh perusahaan. Data-data tersebut adalah jadwal induk produksi per minggu, struktur produk, waktu *set-up* dan waktu proses, biaya tenaga kerja, dan biaya *overhead* variabel. Selain itu, parameter-parameter yang digunakan sebagai input pada pendekatan *Simulated Annealing* adalah Max Iterasi, Max Successor, dan penurunan temperatur (DecT). Penggunaan temperatur awal tidak berdasarkan suatu metode tertentu.

5.3 Hasil Pengolahan dengan *Simulated Annealing*

Pada kondisi awal perusahaan mengeluarkan total biaya sebesar Rp 425.310.591,- dengan kapasitas ukuran lot tetap di tiap periode nya. Dengan pencarian menggunakan *Simulated Annealing* diperoleh ukuran lot pada periode 1 : 379, periode 2 : 292, periode 3 : 289, periode 4 : 139, periode 5 : 367, periode 6 : 325, periode 7 : 308, periode 8 : 14, dengan nilai *total cost* akhir yaitu sebesar Rp 343.149.790,2 dengan T akhir sebesar : 897,32

5.4 Analisis Optimasi Dengan *Simulated Annealing*

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penentuan biaya optimal berdasarkan kapasitas ukuran lot dapat menurunkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dan *Simulated Annealing* mampu untuk menentukan biaya yang optimal berdasarkan ukuran lot. Optimasi yang dihasilkan oleh *Simulated Annealing* dapat menurunkan biaya secara signifikan yaitu sebesar 0,63 %.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dan mengacu pada permasalahan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan pencarian menggunakan *Simulated Annealing* diperoleh ukuran lot pada periode 1 : 379, periode 2 : 292, periode 3 : 289, periode 4 : 139, periode 5 : 367, periode 6 : 325, periode 7 : 308, periode 8 : 14, dengan nilai total cost akhir yaitu sebesar Rp 343.149.790,2
2. *Simulated Annealing* dapat memberikan performansi atau penurunan biaya yang lebih baik dalam penentuan biaya yang optimal yaitu sebesar 19,32 %.

6.2 Saran

Saran berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Biaya optimum dengan menentukan kapasitas ukuran lot perlu dilakukan oleh P.T Amelia Surya Cemerlang karena biaya yang dihasilkan akan lebih rendah serta dapat meningkatkan performansi perusahaan. Dengan demikian proses produksi dan hasil yang diperoleh akan lebih optimal.

2. Penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut, sebagai upaya dalam meningkatkan dan mengembangkan khasanah ilmu pengetahuan pada teknologi industri khususnya di bidang kajian sistem produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina Ika F, *Aplikasi Algoritma Lot Bucket dalam Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Produk*, Tugas Akhir, FTI-UII, Yogyakarta, 2003.
- Buckham, J. Bradley, *Simulated Annealing Applications*, Mechanical Engineering Department, University of Victoria, 1999.
- Casimir, Robert J, *Lot Bucket MRP : International Journal of Production Economics vol 58*, 173 – 181, 1999.
- Chairul Saleh, Azmi Hassan., Md. Yusoff Jamaluddin., *Optimasi Ukuran Lot Menggunakan Pengulangan Ganda Algoritma Genetik*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan manajemen Produksi TIMP 2002, 207 – 212. 6 – 7 Agustus, Surabaya, 2002
- Chairul Saleh, Azmi Hassan., *Optimization Planning in Acceptance Sampling Inspection for Multi-stage Manufacturing System with Genetic Algorithm*. Jurnal Teknik Manajemen Industri, Institute Teknologi Bandung (ITB), vol 19,2, 1999
- Chairul Saleh., *Optimasi Biaya Pada Penentuan Kapasitas Ukuran Lot Menggunakan Pendekatan AG – 3LP*, Seminar Nasional Intelligent Control for Manufacturing Systems, Jurnal Teknoin, 411 – 417, 23 Juli, Yogyakarta, 2005
- Cochran. J. K and Kim. S. S, *A Simulation Approach to Determine An Optimum Junction Point in Hibrid Push and Pull Manufacturing Systems*, Simulators XII Conference, Phoenix AZ, 1998.
- Vincent Gaspersz, *Manajemen Kualitas Penerapan Konsep-Konsep Kualitas Dalam Manajemen Bisnis Total*, P.T Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1997
- Vincent Gaspersz, *Production Planning and Inventory Control : Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*, P.T Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998.
- Hanna Lestari, *Optimasi Biaya, Ukuran Lot, dan Titik Penggabungan antara Sistem Tekan / Tarik pada Lini Produksi Menggunakan Pendekatan Simulated Annealing*, Tugas Akhir, FTI-UII, Yogyakarta, 2005.
- Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-Teknik Heuristik*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- Sri Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.
- Plossl, George, *Orlicky's Material Requirement Planning*, McGraw-Hill Companies, 1994.
- Riggs, James L, *Production Systems : Planning, Analysis and Control*, John Willey and Sons Inc, Canada, 1987.
- Sipper, Daniel dan Buffin, Robert L, *Production : Planning, Control, and Integration*, International Edition, Singapura, 1998

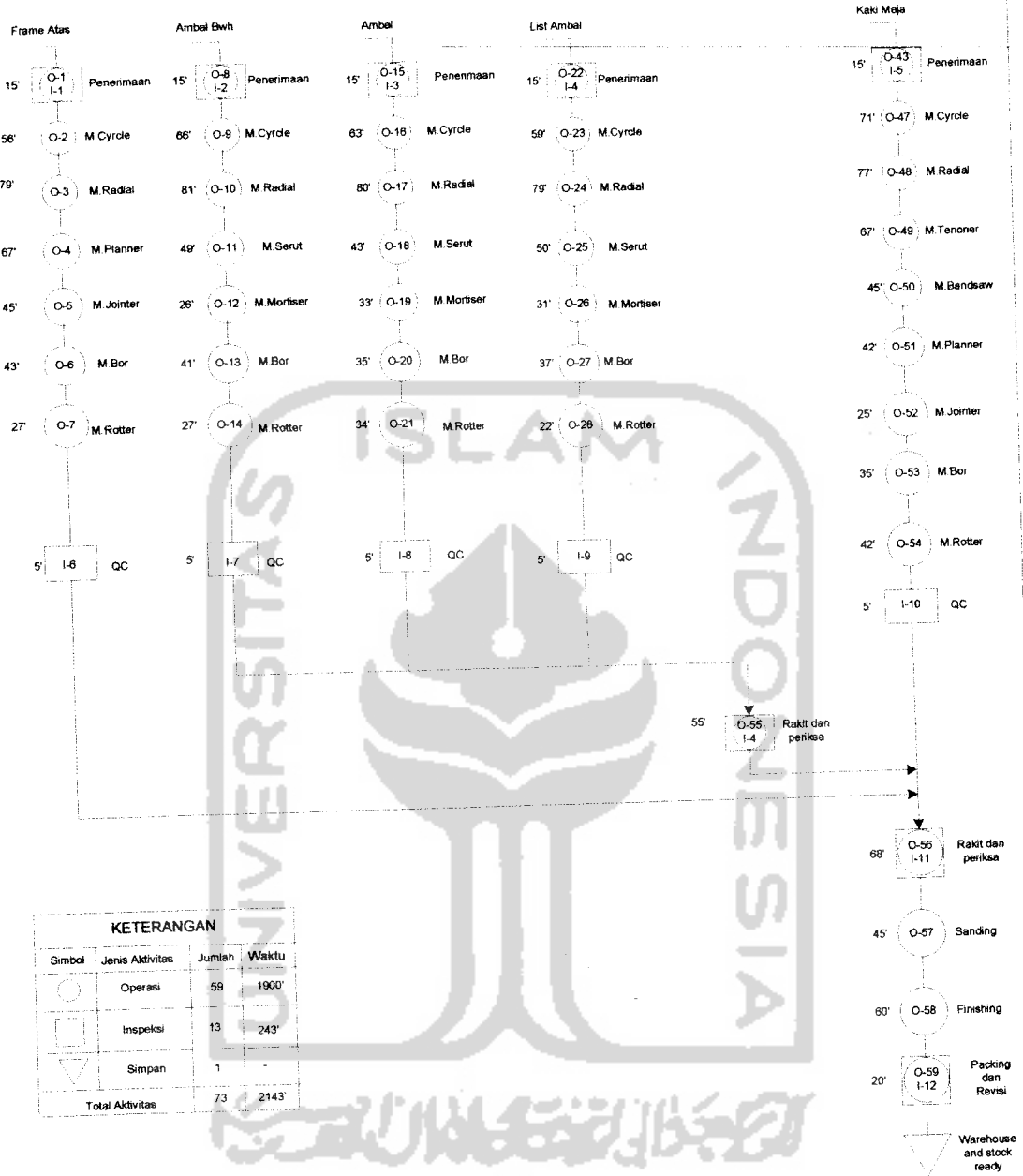
Tersine. Richard J. *Principles of Inventory and Materials Management*, 4th edition, Prentice Hall International Edition, New Jersey. 1994

Zulian Zamit. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, BPFE Jogjakarta 1996

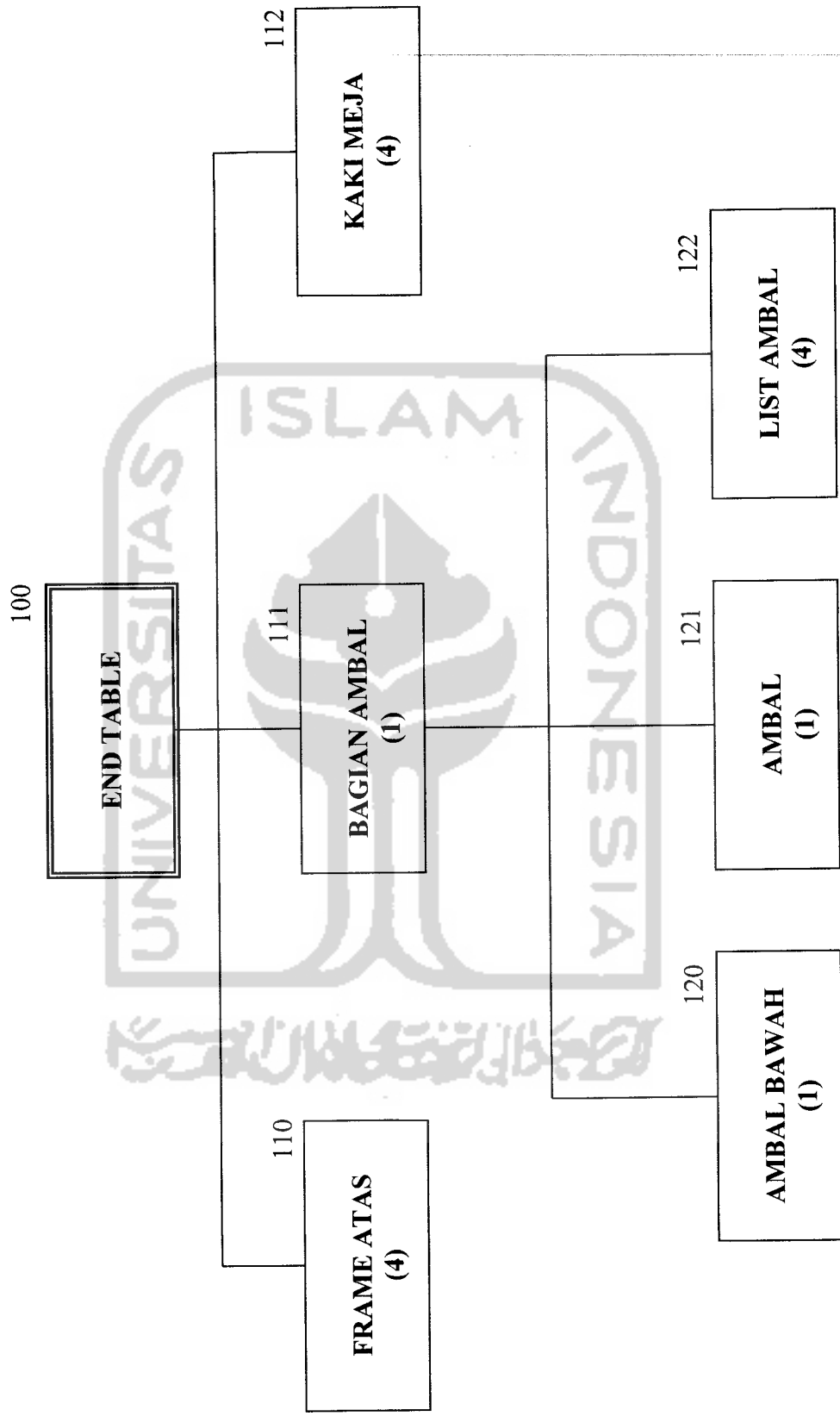


Peta Proses Operasi

Nama Objek : End Table
 Dipetakan Tanggal : 29 Juli 2006
 Dipetakan Oleh : Adimas Danasmoro



BILL OF MATERIAL (BOM) PRODUK END TABLE





PT. AMALIA SURYA CEMERLANG

Jl. Raya Klaten - Solo Km. 5 Ketandan - Klaten - Jawa Tengah - Indonesia
Telp. 62-272-328013 - 328014
Fax. 62-272-328013

SURAT KETERANGAN

No : 003/SK/Pers- Umum/ASC/III/2006


Yang bertanda tangan dibawah ini atas nama Pimpinan PT. Amalia Surya Cemerlang, menerangkan bahwa :

Nama : ADIMAS DANASMORO
No. Mahasiswa : 02522006
Fakultas : Teknik Industri
Jurusan : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian terhitung mulai tanggal 20 Juli sampai 20 Agustus 2006, guna menyusun Skripsi dengan judul "**OPTIMASI BIAYA PADA PENENTUAN KAPASITAS UKURAN LOT MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULATED ANNEALING**" studi kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang, Klaten.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 1 September 2006
Personnel & General Affair,


Riza Rahmasari