ANALISIS BIAYA MATERIAL HANDLING PADA IMPLEMENTASI LAYOUT JUST IN TIME MENGGUNAKAN SIMULASI

(Studi Kasus di CV. Pakis Furniture, Delanggu, Klaten)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri



oleh :

Nama : Yoppi Agil Budiarno
No. Mahasiswa : 03 522 124

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS BIAYA MATERIAL HANDLING PADA IMPLEMENTASI LAYOUT JUST IN TIME MENGGUNAKAN SIMULASI

(Studi Kasus di CV. Pakis Furniture, Delanggu, Klaten)

TUGAS AKHIR

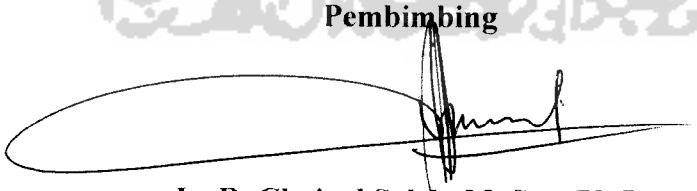
oleh :

Nama : Yoppi Agil Budiarno

No. Mahasiswa : 03 522 124

Yogyakarta, September 2007

Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS BIAYA MATERIAL HANDLING PADA IMPLEMENTASI LAYOUT JUST IN TIME MENGGUNAKAN SIMULASI

(Studi Kasus di CV. Pakis Furniture, Delanggu, Klaten)

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Yoppi Agil Budiarno
No. Mahasiswa : 03 522 124

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, September 2007

Tim Penguji

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

Imam Djati Widodo, Drs., M.Eng.Sc
Anggota I

Taufik Immawan, ST., MM.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

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

Teruntuk.....

Bapak & Ibu Serta Saudara dan Keluargaku

Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, kepercayaan dan dukungan yang telah diberikan selama ini.....

MOTTO

Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?

(QS. Ar Rahman 13)

"Wahai orang-orang yang beriman! Rukuklah, sujudlah, dan sembahlah Tuhanmu; dan berbuatlah kebaikan, agar kamu beruntung"

(QS. Al Hajj 77)

"Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah (urusan yang lain) dengan sungguh-sungguh, dan hanya kepada Tuhanmu hendaknya kamu berharap".

(QS. surat Al Insyiraah : 6-8)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, Rabb alam semesta. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rassulullah *Shallallahu Alaihi wa Sallam*, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Sesungguhnya atas petunjuk, pertolongan dan bimbingan-Nya maka Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata 1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. R. Chairul Saleh, M. Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ayah, Ibu dan keluarga yang selalu memberikan perhatian, do'a dan dorongan.
5. Segenap Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri, khususnya jurusan Teknik Industri atas segala dedikasinya dalam memberikan ilmu kepada penulis serta memberikan bantuan dalam segala hal.

6. Bapak Taufik Immawan, ST., MM. selaku pemilik perusahaan. Terima kasih telah berkenan untuk memberikan izin penelitian dan bimbingan di lapangan.
7. Ir. Aliq Zuhdi. MT, selaku Ka.Lab DELSIM & segenap rekan di Lab.DELSIM, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.
8. Rekan penelitian Nanin dan Mas Fajar yang telah bekerja sama menyelesaikan penelitian ini.
9. Pihak–pihak lain yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas perhatian dan dukungannya.

Semoga Allah membalas berlipat ganda atas segala amal shalihnya. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
HALAMAN MOTTO v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiv
ABSTRAK xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan dan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan 8
2.2 Kajian Pustaka 9
2.2.1 Sistem produksi 10

2.2.2 Just In Time (JIT) 11
2.2.3 Konsep Dasar Tata Letak Pabrik 21
2.2.4 Macam-Macam Tata Letak Pabrik 22
2.2.5 Group Technology 24
2.2.6 Penanganan Material (*Material Handling*) 27
2.2.7 Pemodelan Sistem 32
2.2.7.1 Pendekatan Sistem 32
2.2.7.2 Model 33
2.2.8 Simulasi 33
2.2.9 Perangkat Lunak Promodel 7.0 42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penentuan Obyek Penelitian 52
3.2 Model 52
3.3 Pengumpulan Data 54
3.4 Pengolahan Data dan Analisis 54
3.5 Kerangka Penelitian 56

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Tinjauan Singkat Perusahaan 57
4.2 Pengumpulan Data 57
4.2.1 Sistem Produksi Perusahaan 57
4.2.2 Layout Awal Departemen Produksi Pabrik 60
4.2.3 Jenis dan Dimensi Mesin yang Digunakan 62
4.2.4 Data Struktur Produk 63
4.2.5 Jadwal Kerja Perusahaan 64

4.2.6 Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen dan Peralatan Material Handling 64
4.2.7 Lead time Produksi 65
4.2.8 Data Waktu Proses di Setiap Mesin 65
4.2.9 Data Waktu Proses di Departemen Perakitan 70
4.2.10 Data Waktu Proses di Departemen Finishing 71
4.2.11 Peta Proses Operasi 71
4.2.12 Data Output Produksi Harian 71
4.3 Pengolahan Data 71
4.3.1 Penentuan Jarak Antar Stasiun Kerja Layout Awal 72
4.3.2 Penentuan Frekuensi Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Awal 73
4.3.3 Penentuan Jarak Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Awal 76
4.3.4 Pembuatan Layout Usulan 77
4.3.5 Penentuan Jarak antar Stasiun Kerja Layout Usulan 80
4.3.6 Penentuan Frekuensi Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Usulan 81
4.3.7 Penentuan Total Jarak Penanganan Material layout Usulan 83
4.3.8 Uji Keseragaman Data Waktu Proses 83
4.3.8 Uji Kecukupan Data Waktu Proses 86
4.4 Simulasi Sistem 88
4.4.1 Formulasi Sistem 88
4.4.2 Pengumpulan Data Simulasi 89
4.4.3 Pengolahan Distribusi Waktu 94
4.4.4 Model Simulasi Sistem JIT 96

4.4.5 Menjalankan Program 101
4.5 Penentuan Biaya material Handling 101
4.5.1 Biaya material Handling layout Awal 101
4.5.2 Biaya material Handling layout Usulan 103

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Analisa Layout Awal 107
5.2 Analisa Output Simulasi 108
5.3 Analisa Layout Usulan 109
5.4 Analisa Perbandingan Layout Awal dengan layout Usulan 111

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 113
6.2 Saran 113

DAFTAR PUSTAKA 114

LAMPIRAN 116

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Mesin di Departemen Pembahanan 59

Tabel 4.2. Koordinat Awal Departemen-departemen Produksi 61

Tabel 4.3. Koordinat Awal Mesin Produksi..... 62

Tabel 4.4. Dimensi Mesin Produksi..... 62

Tabel 4.5. *Bill Of Material* Produk *Coffe Table*..... 63

Tabel 4.6. Urutan Pada Mesin Produksi Tiap-tiap part..... 64

Tabel 4.7. Alokasi dan Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen 64

Tabel 4.8. Titik Centroid Awal Departemen 72

Tabel 4.9. Titik Centroid Awal Mesin-Mesin Pada Departemen Pembahanan ..72

Tabel 4.10. Jarak Antar Stasiun Kerja Awal..... 73

Tabel 4.11. Kebutuhan Part per 100 produk 74

Tabel 4.12. Urutan Aliran Produksi Tiap Part Awal..... 74

Tabel 4.13. Frekuensi Aliran Material Antar Stasiun Kerja Awal..... 76

Tabel 4.14. Total Jarak Perpindahan Material Awal.....76

Tabel 4.15. Initial Matrix 77

Tabel 4.16. Koordinat Departemen Produksi Usulan 80

Tabel 4.17. Koordinat Stasiun Kerja Pada Pada Departemen Pembahanan Usulan 80

Tabel 4.18. Jarak Antar Stasiun Kerja Usulan 81

Tabel 4.19. Urutan Aliran Produksi Tiap Part Usulan..... 81

Tabel 4.20. Frekuensi Perpindahan Antar Stasiun Kerja Usulan 82

Tabel 4.21. Total Jarak Antar Stasiun Kerja Usulan 83
Tabel 4.22 Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Tiap Part 86
Tabel 4.23 Hasil Uji Kecukupan Data Waktu Proses Tiap Part 88
Tabel 4.24 Daftar Elemen Kerja dalam Sistem JIT 91
Tabel 4.25 Pembagian Elemen Kerja pada Dept. *Assembly* 91
Tabel 4.26. Alokasi Jumlah Tenaga Kerja dalam Sistem JIT 92
Tabel 4.27 Data dan Informasi Sistem Untuk Model 93
Tabel 4.28 Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Tiap Mesin 97
Tabel 4.29 Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Dept. Perakitan dan Dept Finishing 97
Tabel 4.30 Total Ongkos *Material Handling* Pada Layout Awal 103
Tabel 4.31 Total Ongkos *Material Handling Layout* Usulan 106
Tabel 5.1 Jarak PerpindahanMaterial *Layout* Awal 108
Tabel 5.2 *Initial Matrix* 109
Tabel 5.3 Jarak Perpindahan Material *Layout* usulan 110
Tabel 5.4 Perbandingan *Lead time* Produksi Sebelum dan Sesudah JIT diterapkan 111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembrosan dalam suatu nilai 15

Gambar 2.2 Diagram alir syarat-syarat penerapan JIT 16

Gambar 2.3 Perbandingan ukuran lot sistem produksi tradisional dan JIT 17

Gambar 2.4 Pengorganisasian Tradisional Menurut Jenis Mesin dengan Aliran yang Rumit dan Batch yang Besar 18

Gambar 2.5 Perbandingan antara sistem produksi berbasis batch dan queue tradisional dengan proses yang mengalir 18

Gambar 2.6 Sel *One-Piece* yang berbentuk U 19

Gambar 2.7 Group Technology Flow Line Layout 24

Gambar 2.8 Group Technology Group Technology Cell Layout 25

Gambar 2.9 Group Technology Center Layout 25

Gambar 2.10 *initial Matrix* 5 komponen dan 5 mesin 26

Gambar 2.11 *final Matrix* 5 komponen dan 5 mesin 27

Gambar 2.12 Diagram Studi Sistem 34

Gambar 2.13 Hubungan Verifikasi dan Validasi 38

Gambar 2.14 Tampilan Locations 45

Gambar 2.15 Tampilan Entities 45

Gambar 2.16 Tampilan Arrival 46

Gambar 2.17 Tampilan Processing 46

Gambar 2.18 Tampilan Logic Builder 47

Gambar 2.19 Tampilan Membuka Bilangan Random 48

Gambar 2.20 Tampilan Bilangan Random 49
Gambar 2.21 Tampilan Grafik Bilangan Random 49
Gambar 2.22 Tampilan Distribusi Sesuai 50
Gambar 2.23 Tampilan Hasil Distribusi 50
Gambar 2.24 Tampilan Grafik Distribusi Data 51
Gambar 3.1 Diagram Alir Simulasi 55
Gambar 3.2 Diagram Alir Kerangka Penelitian 56
Gambar 4.1 Layout Awal Departemen Produksi 60
Gambar 4.2 Layout Awal Departemen Pembahanan 61
Gambar 4.3 Layout Usulan Departemen Pembahanan 79
Gambar 4.4 Grafik Keseragaman Data Waktu Proses Part Top pada Mesin Rip Saw 85
Gambar 4.5 Data Waktu Proses pada Stat Fit 95
Gambar 4.6 Distribusi data pada Stat Fit 95
Gambar 4.7 *Export Fit* Pada Stat Fit 96
Gambar 4.8 Grafik Distribusi Uniform (10, 10.95) 96
Gambar 4.9 Layout Awal Departemen Pembahanan CV. Pakis Furniture 98
Gambar 4.10 Layout Departemen Perakitan CV. Pakis Furniture 99
Gambar 4.11 Layout Usulan CV. Pakis Furniture 100

Abstraksi

Salah satu strategi untuk dapat meningkatkan performansi perusahaan.adalah dengan menerapkan sistem produksi yang optimal dan efisien. Sistem produksi modern yang mendukung untuk tercapainya hal tersebut adalah sistem produksi yang menganut filosofi Just In Time (JIT). Sistem JIT menerapkan filosofi bahwa semua bentuk "waste" (buangan) harus dieliminasi. Masalah yang muncul dalam penerapan JIT adalah perlunya menata ulang layout pabrik untuk mendukung penerapan filosofi tersebut dalam hal efisiensi pemindahan material. Dalam penerapannya, layout JIT mengadopsi Cellular Manufacturing System (CMS) karena sangat mendukung dalam hal efisiensi pemindahan material. Pemindahan material mempunyai kaitan yang erat dengan ongkos materal handling (OMH), akan tetapi layout yang memberikan OMH terkecil belum tentu memberikan hasil yang signifikan terhadap performansi sistem. Untuk dapat menganalisis pengaruh perubahan terhadap performansi sistem maka diperlukan simulasi karena merupakan alat analisis yang paling mendekati keadaan sistem nyata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis OMH pada perubahan layout sistem produksi non JIT menjadi layout sistem produksi yang menerapkan filosofi JIT menggunakan simulasi. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan OMH untuk layout awal sebesar Rp. 503,333.33, sedangkan layout usulan setelah dilakukan simulasi memberikan OMH yang lebih besar yaitu Rp.864,947.45, akan tetapi membuat semakin pendeknya lead time produksi yaitu dari 13.10 jam menjadi 8.3 jam.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Persaingan yang sangat ketat dalam dunia industri membuat para pelaku bisnis harus memberikan perhatian penuh pada kualitas produknya. Pada saat ini konsumen sangat selektif dalam memilih produk yang dibutuhkan, ditinjau dari segi manfaat, biaya, dan lain sebagainya.

Sistem produksi saat ini harus memiliki sistem yang integral, yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Di dalam sistem ini terjadi suatu proses transformasi dari input menjadi output yang memberikan nilai tambah. Sebuah sistem produksi, harus didukung oleh strategi produksi dengan tujuan supaya kinerja perusahaan dapat berjalan optimal dan efisien. Salah satu istem produksi modern yang mendukung untuk tercapainya peningkatan kinerja perusahaan adalah sistem produksi yang menganut filosofi tepat waktu (*Just In Time*) disingkat JIT. Sistem JIT menerapkan filosofi bahwa semua bentuk "*waste*" (buangan) harus dieliminasi. Jenis buangan dalam sistem produksi biasanya seperti produksi berlebih, menunggu, transportasi, proses yang tidak efisien, inventori, gerak yang tidak diperlukan, kerusakan produk dan lain sebagainya yang tidak memberikan nilai tambah pada nilai produk.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan sistem JIT seperti tersebut diatas adalah perlunya perancangan tata letak (*layout)* untuk menciptakan sistem produksi seefisien mungkin. Tata letak fasilitas yang terencana dengan baik akan menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan juga akan menjaga kelangsungan hidup atau keberhasilan suatu perusahaan. Mesin-mesin produksi yang

canggih tidak akan ada artinya jika perancangan tata letak fasilitas tidak terencana dengan baik, karena biasanya aktivitas produksi suatu industri yang berjalan secara normal harus berlangsung dalam jangka waktu yang panjang dengan tata letak yang tidak berubah-ubah. Oleh karena itu kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak ini dapat menyebabkan kerugian yang tidak kecil.

Di dunia industri, perencanaan fasilitas tidak hanya digunakan untuk menata peralatan baru, akan tetapi juga untuk kegiatan tata letak ulang sebagai perbaikan dari suatu sistem produksi yang sudah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Perencanaan fasilitas juga digunakan dalam perencanaan penanganan material *(material handling)* dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi, juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan. Sedangkan tujuan dari perancangan fasilitas adalah untuk memenuhi kapasitas produksi dan kebutuhan kualitas dengan cara yang paling ekonomis melalui pengaturan dan koordinasi yang efektif dari dari fasilitas fisik. Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas dari fasilitas-fasilitas produksi dapat diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok secara efektif dan efisien dimana merupakan salah satu tujuan dari JIT.

Masalah utama dalam produksi ditinjau dari sedi kegiatan atau proses adalah bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat produksi berikutnya. Walaupun banyak orang menganggap bahwa kegiatan *material handling* merupakan kegiatan yang kurang penting dalam suatu pabrik, tetapi kenyataannya tidak demikian halnya. Hal ini karena terdapat banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk pemindahan material dalam tingkat-tingkat produksi yang harus dilalui dalam suatu produksi. Oleh karena itu tidaklah mengherankan apabila penelitian yang dilakukan para ahli

menyatakan bahwa 20% hingga 70% dari biaya produksi dihabiskan untuk biaya material hanling (Heragu, 1997). Dengan demikian perlu dilakukan perencanaan *material handling* yang baik untuk mendapatkan aliran material yang optimal.

Perencanaan *material handling* penting sekali untuk dipelajari karena kenyataan yang ada menunjukkan bahwa biaya *material handling* menyerap sebagian besar biaya produksi. Tujuan utama dari perencanaa *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi dan mengoptimalkan ongkos *material handling* (OMH). Akan tetapi *material handling* yang memberikan nilai OMH paling kecil belum tentu merupakan sistem produksi yang paling optimal, dan belum tentu juga usulan *layout* yang memberikan nilai OMH tersebut memiliki perbedaan yang signifikan dan dapat diterapkan di lantai produksi. Oleh karena perlu dilakuan penelitian lebih lanjut untuk melihat apakah *layout* yang memberikan OMH paling kecil merupakan *layout* optimal untuk mencapai target produksi dan untuk melihat apakah *layout* tersebut dapat memberikan perubahan yang signifkan ketika diterapkan dilantai produksi.

Pada suatu perusahaan manufaktur yang memproduksi *furniture*, pengaturan tata letak pada departemen produksi merupakan salah satu hal yang utama,dimana masih menggunakan tenaga manusia sebagai operator mesin dan operator beberapa alat *material handling*. Bagaimana tata letak fasilitas yang baik agar aliran produk menjadi lebih lancar dan dapat mengurangi keterlambatan penyelesaian produk, serta target produksi dapat terpenuhi, sehingga perusahaan dapat terus melakukan produksi. Demikian pula yang terjadi pada CV *Pakis Furniture*, Delanggu, Jawa Tengah sebagai perusahaan manufaktur yang memproduksi barang-barang *furniture*, dan berlokasi di Delanggu, Klaten.

1.2. Perumusan Masalah

Perubahan sistem produksi non JIT menjadi sistem JIT tentu saja memerlukan investasi yang besar, disebabkan perubahan tata letak peralatan yang kemungkinan juga diikuti penggantian peralatan. Sehingga dalam kajian ini timbul permasalahan-permasalahan yang perlu diselesaikan, sebagai berikut :

1. Bagaimanakah perancangan tata letak fasilitas produksi pada perusahaan yang telah dirubah sistem produksinya dari non JIT menjadi JIT?
2. Bagaimanakah pengaruh perubahan tata letak fasilitas terhadap ongkos *material handling* dan waktu produksi?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian di CV Pakis Furniture, Delanggu, Jawa Tengah.
2. Penelitian dilakukan pada departemen produksi dengan memfokuskan pada masalah tata letak fasilitas produksi ditinjau dari ongkos *material handling*.
3. Seluruh asumsi, data maupun pembahasan sesuai model matematis yang diajukan.
4. Kebutuhan luas area dianggap tetap.
5. Jumlah mesin yang digunakan dianggap tetap.
6. Mesin yang akan diatur layoutnya adalah mesin yang digunakan dalam pembuatan produk yang diteliti saja.
7. Pemakaian ukuran lot adalah tetap.

8. Kecepatan perpindahan material dianggap konstan.
9. Kapasitas produksi sesuai dengan kapasitas industri tempat penelitian dilaksanakan.
10. Pesanan mendadak tidak diperkenankan (*no shortage allowed*)
11. Jenis Permintaan adalah *Make to Order*.
12. Alat simulasi komputer yang digunakan adalah ProModel® 7.0

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisis pengaruh *layout* usulan terhadap biaya *material handling* pada sistem produksi pabrik yang menerapkan sistem JIT.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif *layout* fasilitas pabrik yang optimal.
2. Dengan adanya penentuan tata letak yang optimal maka meminimalkan biaya *material handling*.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstrukturnya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan penelitian. Dalam bab ini akan dipresentasikan juga kajian literatur induktif dan deduktif yang mendukung penelitian. Disamping itu akan memaparkan bukti bahwa kajian ini terbarukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menguraikan metodologi penelitian yang didalamnya terdiri dari model kajian, objek kajian, alat-alat penelitian, cara pengambilan data, dan jenis-jenis analisis yang akan digunakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan memaparkan pengambilan dan analisis data, yang diikuti pula dengan teknik analisis dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan tentang hasil yang dicapai dalam pengambilan dan analisis data berdasarkan metodologi penelitian yang

digunakan. Bagian ini sangat penting karena akan memberikan jawaban terhadap hasil analisa yang diperoleh.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir dalam laporan penelitian ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan. Diikuti pula dengan rekomendasi yang perlu diberikan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi yang mendorong terciptanya perkembangan industri manufaktur membuat persaingan untuk merebut pangsa pasar semakin ketat. Kondisi persaingan dalam dunia industri tersebut memacu timbulnya pemikiran-pemikiran untuk dapat mengembangkan sistem produksi yang lebih efisien. Sistem produksi suatu industri sangat menentukan dalam penerapan tujuan memaksimalkan keuntungan

CV Pakis Furniture merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan furniture. Perusahaan ini diharapkan untuk menghasilkan produk yang berkualitas supaya dapat bersaing di pasar luar negeri. Untuk mencapai hasil suatu produk yang baik dan dengan biaya yang minimal diperlukan optimasi sistem produksi yang tepat dan efisien.

Sistem produksi yang dianut oleh perusahaan ini adalah sistem tradisional konvensional. Sistem ini biasanya boros dan tidak efisien. Sehingga untuk meningkatkan keuntungan industri perlu ditingkatkan kinerja secara keseluruhan. Dalam hal ini peningkatan kinerja dapat melakukan perubahan dari sistem tradisional konvensional yang dianut menjadi sistem yang modern seperti MRP dan JIT.

Perubahan sistem industri dapat diartikan merubah keseluruhan industri menjadi sistem industri yang baru sehingga dapat berakibat pada investasi yang sangat tinggi. Perubahan baik dari sistem tradisional konvensional maupun dari sistem produksi modern seperti MRP menuju JIT tidaklah mudah untuk dilaksanakan, disamping investasinya sangat tinggi, hal ini disebabkan perubahan sistem industri

berhubungan dengan beberapa faktor, misalnya faktor manusia, *layout*, sumber daya, budaya organisasi serta budaya bekerja. Sangat dimungkinkan jika perubahan tersebut harus dilakukan dengan melakukan penambahan serta pengurangan peralatan yang nantinya akan berpengaruh pada kondisi tata letak fasilitas perusahaan.

Salah satu cara untuk memperbaiki kondisi tata letak fasilitas pabrik ialah dengan menerapkan tata letak (*layout*) yang sesuai dengan kondisi pabrik, sehingga didapatkan tingkat efisiensi dan fleksibilitas yang tinggi. Kondisi *layout* fasilitas yang tidak sesuai dengan kondisi pabrik dapat menyebabkan kendala dalam hal jarak pemindahan bahan baku (*material handling*) yang kurang efisien. Permasalahan ini sangat berpengaruh dalam lingkungan produksi yang dapat memberikan implikasi besar pada biaya pemindahan bahan baku. Penerapan model simulasi diharapkan dapat membantu manajemen dalam melakukan analisa terhadap rencana-rencana penataan ulang (*relayout*) fasilitas produksi.

2.2 Kajian Pustaka

Bagian ini menjelaskan mengenai kajian literatur yang diperoleh dari peneliti sebelumnya. Beberapa penelitian mengenai *layout* diantaranya dilakukan oleh Ade Maulana (2005) yang mengoptimalkan layout menggunakan *Algoritma Tabu Search* dalam pembentukan sel manufaktur untuk meminimasi biaya *material handling*, sedangkan Kamal Ardly (2005) menggunakan Algoritma Genetik. Fajar Priyambada (2005) menggunakan Algoritma *Simulated Annealing* untuk tujuan yang sama. Hicks (2006) menggunakan alogaritma genetik untuk mengoptimalkan *cellular* dan *functional layout* sedangkan Xiaodian *et al.* (2007) untuk mengintegrasikan formasi sel dengan *layout* mesin dan *schedulling*. Djunaidi *et al.* (2006) meneliti tentang pengelompokan sel manufaktur menggunakan alogaritma BEA, ROC dan ROC2 dan

membandingkan performansinya menggunakan simulasi. Farahmand (2000) meneliti bahwa penerapan *manufacturing work cell* dapat mempersingkat *lead time, inventory,* dan jumlah operator. Mubarak *et al.* (2003) dalam penelitiannya melakukan studi simulasi untuk menentukan ukuran *batch* optimal pada *Cellular Manufacturing layout*, sedangkan Assad *et al.* (2003) meneliti tentang penerapan *functional* dan *cellular layout* serta membandingkannya menggunakan simulasi. Konak *et al.* (2006) melakukan optimasi *layout* dengan mempertimbangkan ketidakpastian produksi dan fleksibilitas routing. Framinan *et al.* (2006) menggunakan menggunakan pendekatan *adaptive branch and bound* untuk mentransformasikan *job-shop* ke *flow-shop.*

2.2.1 Sistem Produksi

Untuk melaksanakan fungsi-fungsi produksi dengan baik, maka diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem-sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasikan input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku, tenaga kerja, modal dan informasi, sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya seperti limbah, informasi dan sebagainya. Subsistem tersebut antara lain perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standart-standart operasi, Penentuan Fasilitas produksi, Perawatan Fasilitas Produksi, Penentuan Harga Pokok Produksi.

Tulang punggung dari beberapa sistem produksi adalah proses manufaktur, sebuah aliran proses dengan dua komponen utama yaitu, material dan informasi. Aliran secara fisik dari material dapat di lihat tetapi aliran informasi adalah *intangible* dan lebih sulit untuk diikuti.

Dalam penelitian ini, lingkungan sistem produksi akan dibatasi pada pembahasan sistem dalam mengendalikan suatu aliran bahan pada lantai produksi, yaitu dengan menerapkan filosofi JIT dalam sistem produksinya. Selanjutnya akan dibahas mengenai *layout* yang optimal berdasarkan filosofi JIT dan pengaruhnya terhadap biaya material handling.

2.2.2 JIT (*Just In Time*)

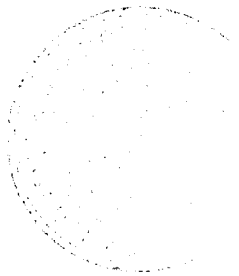
Sistem produksi ini merupakan sistem yang dikembangkan oleh Toyota Motor Company yang merupakan bagian dari Toyota Production System (TPS). Ide dasar JIT adalah sangatlah sederhana yaitu berproduksi hanya kalau ada permintaan (*Pull System*) yang konsepnya adalah menghasilkan suatu yang dibutuhkan sama dengan saat yang dibutuhkan dan pada jumlah yang dibutuhkan (Monden, 1995).. Untuk mencapai tujuan dari Sistem Produksi Toyota, maka beberapa tindakan yang harus dilakukan adalah :

a. Mereduksi biaya dengan cara mengeliminasi bermacam-macam waste (buangan)
b. Mempermudah dalam menjamin dan mencapai produk yang berkualitas
c. Percobaan untuk membuat stasiun kerja yang merespon segala perubahan dengan cepat
d. Mengatur stasiun kerja berdasarkan kemampuan tenaga terampil, kepercayaan dan dukungan, serta mengijinkan pekerja untuk merealisasikan kemampuan potensialnya (tenaga terampil)

Sistem ini sudah dioperasikan lebih dari dua puluh tahun, dan saat ini digunakan oleh perusahaan-perusahaan automobile di Jepang dan Amerika Utara. Sistem Produksi

Toyota meliputi seluruh aspek dalam aliran produksi dan inventory. Adapun beberapa hal yang termasuk dalam Sistem Produksi Toyota adalah :

1. Design proses, Job design, Job Stadarisasi
2. Economic lot size dan waktu setup
3. Just In Time
4. Autonomation
5. Kan'ban
6. Jidoka/andon
7. Yo-i-don



JIT merupakan suatu filosofi dalam bidang perindustrian 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 autonomisasi (*Autonomation*).

Sistem Produksi Toyota 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 diidentifikasikan 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*)

Ketidakteraturan (MURA) mengandung arti ketidak-merataan proses yang terjadi. Contoh : volume produksi, perubahan aliran kerja, dan perubahan jadwal produksi dapat menyebabkan *Mura*. Pengertian yang paling mudah adalah proses yang terjadi di setiap mesin tidak seimbang. Hal yang berlebihan (MURI), pada dasarnya diartikan sebagai penguluran(produksi) melebihi batas kapasitas. Terlalu membebani kapasitas SDM, sebanding dengan kapasitas mesin. Beban kerja operator (manusia) yang melebihi kapasitas normal dapat mengarah ke permasalahan keselamatan dan kualitas. Atau dengan kata lain, terlalu banyak beban pada mesin dapat menyebabkan mesin rusak dan produk cacat, meningkatnya biaya dan *lead time* serta penurunan kualitas menjadi lebih buruk. Harga jual, kualitas dan *lead time* adalah tiga hal yang paling menentukan dan pangsa pasar dan pendapatan keuntungan. Oleh karena itu, pada dasarnya adalah menerapkan metode produksi yang rasional dimana semua operator bekerja secara bersama-sama untuk meraih tujuan, yaitu biaya yang rendah, kualitas yang tinggi, serta mengurangi waktu pengiriman. Salah satu dari elemen penting dari metode produksi yang rasional adalah filosofi JIT (Singh,1996).

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

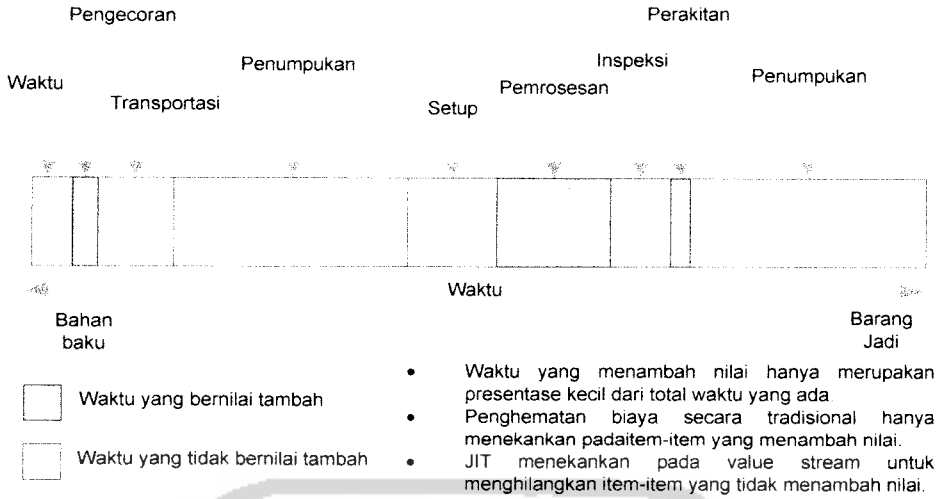
produk itu, tetapi merupakan biaya, dan biaya yang dikeluarkan tanpa memberikan nilai tambah pada produk merupakan pemborosan (*waste*).

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

1. Mengintegrasikan dan mengoptimumkan setiap langkah dalam proses manufaktur
2. Menghasilkan produk berkualitas sesuai keinginan pelanggan.
3. Menurunkan ongkos manufaktur secara terus menerus.
4. Menghasilkan produk hanya berdasrkan permintaan pelanggan
5. Mengembangkan fleksibilitas *manufacturing*
6. Mempertahankan komitmen tinggi untuk bekerja sama dengan pemasok dan pelanggan.

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. Ada empat aspek pokok dalam konsep JIT yang berhubungan dengan prinsip ini yaitu :

1. Menghilangkan semua aktivitas atau sumber-sumber yang tidak memberikan nilai tambah terhadap suatu produk jasa.
2. Komitmen terhadap kualitas prima.
3. Mendorong perbaikan berkesinambungan untuk meningkatkan efisiensi.
4. Memberikan tekanan pada penyederhanaan aktivitas dan peningkatan visibilitas aktivitas yang memberikan nilai tambah.



Gambar 2.1 Pembrosan dalam suatu nilai (Liker, 2004)

Terdapat beberapa keuntungan dan merupakan sasaran utama dari sistem produksi JIT antara lain sebagai berikut:

1. Pengurangan scrap dan rework.
2. Meningkatkan jumlah pemasok yang ikut JIT.
3. Meningkatkan kualitas proses industri (orientasi zero defect).
4. Mengurangi inventory (orientasi zero inventory).
5. Reduksi penggunaan ruang pabrik.
6. Linearitas output pabrik (berproduksi pada tingkat yang konstan selama waktu tertentu).
7. Pengurangan overhead.
8. Meningkatkan produktivitas total industri secara keseluruhan.

Beberapa syarat agar sistem produksi JIT dapat diterapkan yaitu antara lain:

1. Mengidentifikasi pemborosan
2. Penggunaan sistem Kan'ban, yang merupakan sistem manajemen untuk sistem produksi tepat waktu.
3. Pelancaran produksi

4. Pembakuan kerja
5. Memperpendek waktu penyiapan (set up)
6. Aktivitas perbaikan
7. Perancangan tata letak proses
8. Autonomasi

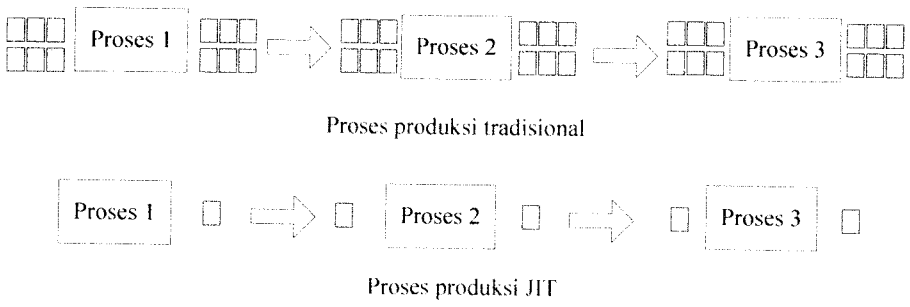
Dari uraian diatas, maka dapat dibuat suatu diagram alir syarat-syarat penerapan sistem Just In Time sebagai berikut :



Gambar 2.2 Diagram Alir Syarat-Syarat Penerapan JIT

Ukuran lot yang kecil dalam sistem JIT sesuai dengan filosofinya dalam praktek perlu dipertimbangkan, dengan ukuran lot yang kecil baik pada proses maupun pengiriman akan mengefektifkan operasi sistem JIT yaitu jumlah lot yang kecil dalam proses akan mengurangi persediaan dalam proses yang berakibat berkurangnya biaya penyimpanan, kebutuhan ruangan dan menyederhanakan ruang kerja. Disamping itu akan mengurangi biaya inspeksi dan pengerjaan ulang pada saat terjadi masalah kualitas. Lot yang kecil sangat fleksibel dalam penjadwalan. Berbeda dengan model tradisional, seringkali dalam memproduksi jumlah yang membutuhkan penjadwalan yang panjang karena masing-masing diproses dalam jumlah yang besar, sehingga terdapat waktu menunggu yang cukup lama, misalnya urutan proses A, B dan C jumlah lot yang besar di masing-masing proses akan membutuhkan waktu yang

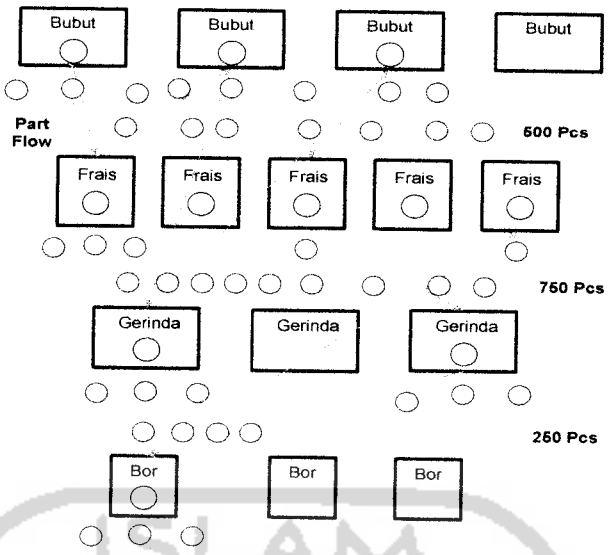
lama untuk menyelesaikan proses tersebut. Sebagai ilustrasi antara sistem JIT dan tradisional adalah sebagai berikut:



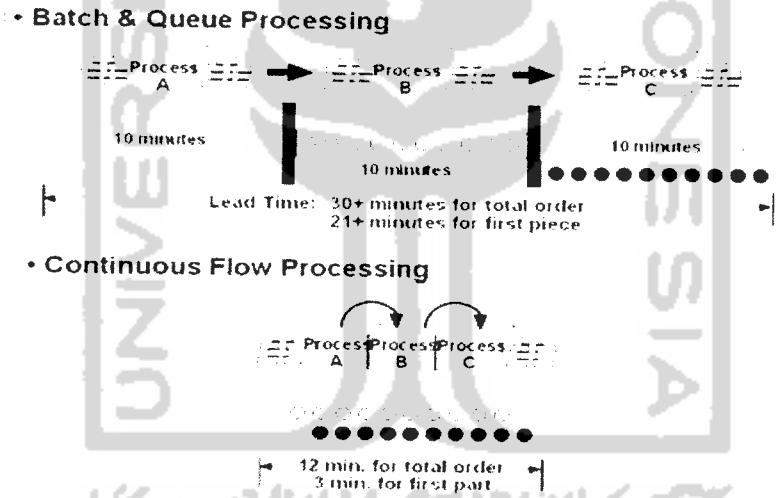
Gambar 2.3. Perbandingan ukuran lot sistem produksi tradisional dan JIT

Dengan lot yang kecil setiap proses akan segera diselesaikan kemudian mengulangi proses yang baru lagi.

Salah saatu upaya dalam menghilangkan pemborosan adalah dengan menerapkan aliran proses yang mengalir secara kontinyu. Aliran produksi massal tradisional mengelompokkan profesi yang memiliki spesialisasi serupa dan peralatan manufaktur serupa menjadi satu departemen. Sistem produksi seperti ini akan menghasilkan banyak persediaan barang dalam proses (work-in-proses WIP). Peralatan tercepat akan menghasilkan WIP terbanyak dan menyebabkan penumpukan. Material yang hanya menunggu dalam bentuk persediaan merupakan pemborosan yang paling fundamental yaitu produksi berlebih. Dalam pemindahan material, sistem ini mempunyai proses perpindahan material antar departemen yang relatif banyak dangan ukuran batch yang besar, sehingga mengakibatkan masalah pemborosan yang lain yaitu pemborosan transportasi dan pengangkutan. Sistem produksi tradisional biasanya memiliki pengorganisasian mesin dengan aliran yang rumit.



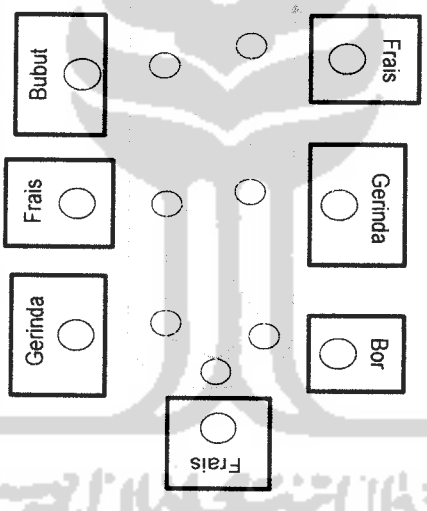
Gambar 2.4 Pengorganisasian tradisional menurut jenis mesin dengan aliran yang rumit dan batch yang besar



Gambar 2.5 Perbandingan antara sistem produksi berbasis *batch* dan *queue* tradisional dengan proses yang mengalir

Menciptakan proses yang mengalir berarti menyatukan beberapa operasi yang jika tidak akan terpisah-pisah. Ketika operasi-operasi tersebut disatukan, kerjasama tim akan meningkat, umpan balik yang cepat bila terjadi masalah kualitas, pengendalian terhadap proses menjadi lebih baik, dan memberi tekanan langsung bagi orang untuk

memecahkan masalah serta untuk berpikir dan berkembang. Proses yang mengalir atau dalam *Toyota Production System disebut* Sel *one-piece flow* terdiri dari pengaturan orang, mesin atau stasiun kerja dalam urutan pemrosesan. Mesin-mesin disusun sedekat mungkin sehingga perpindahan material dapat diminimalkan dengan ukuran batch yang kecil. Hal ini telah menghilangkan sebagian besar dari delapan jenis pemborosan yang ada pada sistem. Keajaiban dalam memperoleh produktivitas dan kualitas yang tinggi dan pengurangan yang besar dalam persediaan, ruang, dan *lead time* melalui *one-piece flow* telah dibuktikan berulang kali oleh perusahaan seluruh dunia (Liker, 2004). Dalam pelaksanaanya, penerapan *one-piece flow* sulit untuk dilakukan untuk sistem produksi dengan variasi produk yang tinggi. Persediaan penyangga (*buffer)* digunakan secara bijak saat aliran kontinyu tidak memungkinkan.



Gambar 2.6. Sel *one- piece* yang berbentuk U

Ketika *one-piece flow* diterapkan berarti juga menerapkan secara bersamaan sejumlah aktivitas untuk menghilangan semua *muda* (pemborosan). Manfaat *one-piece flow* antara lain (Liker 2004) :

1. Kualitas yang *inheren.*

Lebih mudah untuk menciptakan kualitas dalam proses *one-piece flow* karena setiap operator adalah inspektur kualitas yang memperbaiki setiap masalah di stasiun tersebut sebelum menyerahkannya ke stasiun selanjutnya.

2. Menciptakan fleksibilitas yang sebenarnya.

   Apabila peralatan didedikasikan untuk satu jenis produk, maka akan memiliki sedikit fleksibilitas untuk tujuan yang lain. Namun jika *lead time* untuk membuat satu produk sagat singkat, maka akan didapatkan lebih banyak fleksibilitas untuk merespon dan membuat apa yang diinginkan oleh pelanggan. *Changeover* untuk produk yang berbeda dapat dilakukan dengan segera untuk mengakomodasi perubahan permintaan pelanggan.

3. Menciptakan produktivitas yang lebih tinggi.

   Pada sel *one-piece flow* aktivitas yang tidak menambah nilai seperti pemindahan material sangat sedikit.. Ukuran batch yang digunakan kecil sehingga waktu tunggu untuk penumpukan dapat diminimalkan.

4. Mengosongkan ruang kerja.

   Dalam *one-piece flow*, peralatan didekatkan sehingga tidak terdapat ruang untuk persediaan yang merupakan pemborosan.

5. Meningkatkan keselamatan kerja.

   Ukuran *batch* besar membutuhkan peralatan khusus seperti *forklift* untuk memindahkan material. Dengan ukuran batch yang kecil maka penggunaan *forklift* yang menjadi penyebab utama kecelakaan dapat dihilangkan.

6. Semangat kerja yang meningkat.

Pada *one-piece flow*, orang melakukan lebih banyak pekerjaan yang menambah nilai dan dapat dengan segera melihat hasil pekerjaan tersebut, memberikan mereka rasa keberhasilan dan kepuasan kerja.

7. Mengurangi biaya persediaan.

   Ketika persediaan minimal, Investasi dalam bentuk persediaan yang hanya menunggu di lantai produksi dapat diinvestasikan kedalam bentuk lain. Resiko persediaan yang kadaluwarsa juga akan menurun.

Aliran produksi yang kontinyu dapat dilakukan dengan sistem produksi JIT dan dibantu dengan sistem autonomasi. Autonomasi dapat diartikan sebagai pengendalian cacat secara otonom. Automasi sangat mendukung JIT dengan tidak memungkinkan unit cacat dari proses terdahulu untuk mengalir ke proses berikutnya. Dengan peralatan otomatis, proses produksi secara otomatis akan berhenti apabila ditemukan adanya bagian-bagian yang cacat dalam proses produksi tersebut. Dengan demikian, sejak awal bagian-bagian yang cacat telah dapat disingkirkan secara otomatis. Sistem pengendalian dalam JIT dikenal dengan istilah Andon, yaitu berupa lampu listrik, yang akan memberi tanda jika ada kerusakan atau keterlambatan pada suatu stasiun kerja yang bisa mengakibatkan lini produksi berhenti

2.2.3 Konsep Dasar Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik yaitu suatu tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran dari segala proses industri (Wignjosubroto.S, 1996). Dapat juga diartikan sebagai susunan dari mesin-mesin dan peralatan produksi di dalam suatu pabrik. Tujuan utama dari tata letak pabrik adalah mengatur area kerja yang

tersedia dan segala fasilitas produksi yang ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman sehingga akan menaikkan moral kerja dan performansi dari operator.

Tujuan utama didalam desain tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya sebagai berikut : (Wignjosoebroto, 1996) :

1. Biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, maupun fasilitas produksi lainnya.
2. Biaya pemindahan bahan (material handling costs)
3. Biaya produksi, maintenance, safety, dan biaya penyimpanan produk setengah jadi.

Tujuan perancangan fasilitas yaitu untuk memenuhi kapasitas produksi dan kebutuhan kualitas dengan cara yang paling ekonomis melalui pengaturan dan koordinasi yang efektif dari fasilitas fisik. Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas–aktivitas dari fasilitas–fasilitas produksi dapat diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok secara efektif dan efisien.

2.2.4. Macam-Macam Tata Letak Pabrik

Beberapa macam *layout* fasilitas (mesin/peralatan), antara lain sebagai berikut (Singh, 1996) :

a. Product layout

Adalah metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan kedalam suatu departemen tertentu. Dalam *layout* ini mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus menerus dalam suatu garis perakaitan. *Layout* ini

digunakan apabila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk yang tidak banyak dan sesuai untuk produksi yang kontinyu.

b. *Process layout*

Adalah metode pengaturan semua fasilitas produksi yang mempunyai sifat yang sama dikelompokkan ke dalam suatu departemen yang sama. Dengan kata lain material (bahan baku) dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan. *Layout* ini biasanya digunakan untuk variasi produk yang tinggi.

c. *Product family / Group Technology layout*

Tipe tata letak ini biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasazrkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam suatu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah "*manufacturing cell*".

d. *Fixed Position Lay Out*

Pada tata letak fasilitas berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dibutuhkan. *Fixed position layout* diartikan sebagai suatu tipe tata letak fasilitas dimana mesin, manusia serta komponen-komponen kecil bergerak menuju lokasi material untuk menghasilkan suatu produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses produk yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan ringan dan mudah untuk dipindahkan.

2.2.5. Group Technology

Group Technology (GT) adalah sebuah filosofi dalam dunia manufaktur yang mengidentifikasi dan mengelompokkan *part-part* yang serupa ke dalam kelompok *part* (*part family*) dengan memanfaatkan kesamaan dalam hal rancangan produk dan proses fabrikasi dalam siklus manufaktur. GT bertujuan untuk mengurangi waktu *setup*, aktivitas penanganan material, waktu *throughput*, *work in-process*, kebutuhan ruangan, waktu *idle* mesin, dan kompleksitas kontrol, yang pada gilirannya akan meningkatkan efisiensi produksi. Beberapa tahun terakhir ini pendekatan tersebut mendapat perhatian yang cukup besar sebagai alternative untuk sistem produksi dengan jenis *part* yang tingkat variasinya cukup tinggi serta sistem produksi berbasis *batch*.

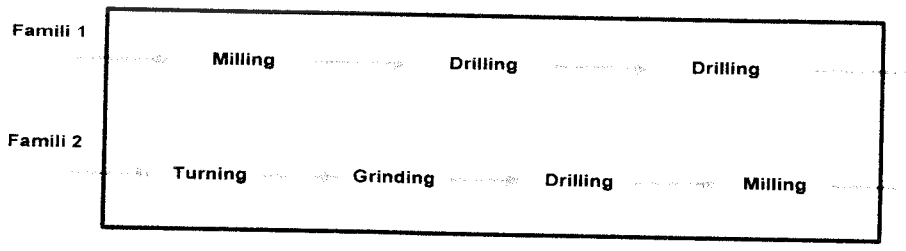
Dengan sistem manufaktur konvensional (*product layout* dan *process layout*) kondisi yang timbul adalah :

- effisiensi tinggi pada *product layout*.
- fleksibilitas tinggi pada *process layout*.

Secara teknis pengaturan mesin dalam *Group Technology* ada tiga kategori yaitu :

1) Group Technology Flow Line Layout.

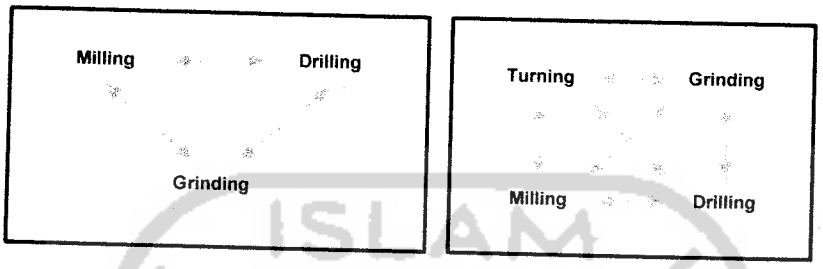
   Tipe *layout* ini digunakan ketika semua komponen pada group mengikuti aturan mesin yang sama. Mekanisme transfer otomatis terkadang digunakan untuk penanganan komponen dalam group.



Gambar 2.7. Group Technology Flow Line Layout

2) Group Technology Cell Layout

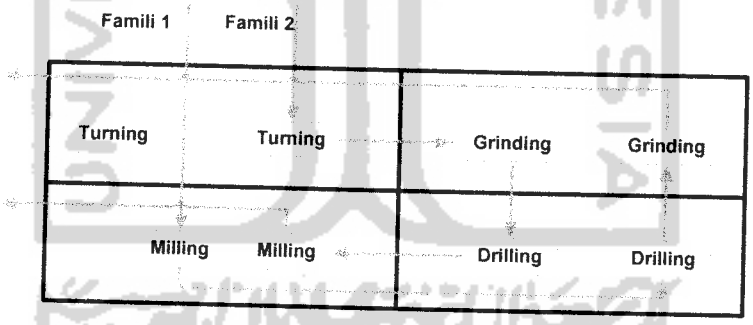
Pada *Group Technology Cell Layout* mengijinkan untuk bergerak / pindah dari satu mesin ke mesin lainnya. Hal ini sangat berbeda dengan *Group Technology Flow Line Layout* dimana komponen-komponen didalam group mengikuti urutan mesin yang sama. Aliran komponen dimungkinkan tidak terarah.



Gambar 2.8. Group Technology Group Technology Cell Layout

3) Group Technology Center Layout

Tipe *layout* ini didasarkan pada penyusunan mesin. Penyusunan ini dapat meningkatkan perubahan penanganan material dan sesuai pada saat *product mix* sering diubah.



Gambar 2.9. Group Technology Center Layout

Cellular Manufacturing System

Cellular manufacturing System (CMS) merupakan salah satu aplikasi dari GT. Ide yang mendasari CMS adalah pengelompokan mesin ke dalam sel-sel untuk memproduksi *part family*, yaitu sekelompok *part* yang membutuhkan proses-proses

manufaktur yang serupa. CMS mendekomposisi suatu sistem produksi ke dalam beberapa sub sistem, yang disebut sel mesin (*machine cell*), dimana dalam tiap sel dapat diproses satu atau beberapa *part family* secara penuh tanpa melakukan perpindahan antar sel. Dalam dunia industri, sistem produksi JIT mengadopsi filosofi CMS untuk mengatur layout pabrik karena dianggap sebagai

Cellular Manufacturing System merupakan strategi manajemen untuk memenangkan persaingan global dengan cara mengurangi biaya produksi, memperbaiki kualitas dan mengurangi lead time pengiriman produk dalam tingkat variasi tinggi dan permintaan rendah.

Proses pembentukan sel mesin memanfaatkan matriks keterhubungan (*incidence matrix*) mesin-komponen, yang dibentuk dari informasi yang terdapat pada *part routing sheet*. Entri ke-(*i,j*) dalam matriks akan bernilai 1 jika komponen ke-*j* diproses oleh mesin ke-*i*; jika tidak, nilainya 0 atau kosong. Matriks ini dimanipulasi sampai diperoleh bentuk diagonal blok yang baik. Contoh *initial matrix* untuk 5 buah komponen dan 5 buah mesin adalah sebagai berikut :

		Komponen				
		1	2	3	4	5
Mesin	1	0	1	1	0	1
	2	1	1	0	1	0
	3	1	0	1	1	1
	4	1	0	0	0	1
	5	0	1	1	1	0

Gambar 2.10 *initial Matrix* 5 komponen dan 5 mesin

Pengelompokan *family part* dan mesin-mesin dilakukan dengan cara mengubah-ubah urutan *komponen* dan mesin-mesin dalam *incidence matrix* sehingga terbentuk blok-blok yang berisi seluruhnya atau sebagian besar angka 1, dan *range-range* diluar blok diusahakan seluruhnya atau sebagian besar angka 0. Angka 0 di dalam blok menyebabkan sel yang terbentuk kurang efektif (terjadi *intracellular*),

sedangkan angka 1 diluar blok menyebabkan *part* mengalami *traveling* yang terlalu jauh (terjadi *intercellular*).

Sehingga untuk mendapatkan solusi pembentukan sel manufaktur yang mendekati sempurna (*a near perfect decomposition*) harus dipertimbangkan satu diantara dua tujuan berikut ini :

1. Meminimalkan total '0' yang ada di dalam sel manufaktur (*voids*)
2. Meminimalkan total '1' yang ada di luar sel manufaktur (*exceptional parts*).

		Komponen				
		1	2	3	4	5
Mesin	1	1	1	1	0	0
	2	1	1	1	0	0
	3	1	1	1	0	0
	4	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	1	1

Gambar 2.11 *final Matrix* 5 komponen dan 5 mesin

2.2.6 Penanganan Material (*Material Handling*)

Masalah utama bila ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah bergeraknya bahan-bahan dari suatu tingkat proses ketingkat proses produksi yang berikutnya. Hal ini dapat dilihat sejak bahan-bahan diterima ditempat penerimaan kemdian dipindahkan dari tempat penerimaan atau pemeriksaan ke tempat penyimpanan bahan-bahan tersebut.

Dari hasil penelitian maka pengangkutan/pemindahan bahan dari mulai berbentuk bahan baku sampai menjadi produk jadi bisa berlangsung sekitar 40 sampai 70 kali pemindahan atau hampir 50 sampai 70% dari keseluruhan aktivitas produksi (Wignjosoebroto,1996). Pemindahan bahan atau material handling diartikan sebagai suatu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat

dengan perancangan tata letak fasilitas produksi. Aktivitas ini sendiri sebetulnya merupakan aktivitas non-produktif sebab tidak memberikan nilai perubahan terhadap material atau bahan yang dipindahkan. Di sini tidak akan terjadi perubahan bentuk, dimensi maupun sifat-sifat fisik maupun kimiawi dari material yang dipindahkan. Di sisi lain justru kegiatan pemindahan bahan/material handling tersebut akan menambah biaya (cost). Dengan demikian aktivitas pemindahan bahan dieliminasi atau paling tepat untuk menekan biaya pemindahan bahan tersebut adalah memindahan bahan pada jarak yang sependek-pendeknya dengan mengatur tata letak fasilitas produksi atau departemen yang ada.

Untuk mengevaluasi alternatif tata letak departemen maka diperlukan teknik analisis untuk mengukur aliran bahan. Teknik–teknik perencanaan aliran bahan dibagi dalam dua kategori, yaitu :

a. Konvensional :

Metode ini telah digunakan bertahun – tahun, relatif mudah untuk digunakan, cara yang umum digunakan adalah bentuk grafis. Teknik ini membutuhkan rincian kerja yang banyak untuk membuat catatan perpindahan untuk sebuah operasi yang ada.

b. Kuantitatif

Menggunakan metode matematika dan statistik yang lebih canggih, dan umumnya diklasifikasikan sebagai penelitian operasional dan seringkali dengan menggunakan komputer.

Data–data yang dibutuhkan dari setiap perpindahan adalah :

1. Jalur yang dilalui bahan antar departemen
2. Volume yang dipindahkan
3. Jarak yang ditempuh

4. Frekuensi perpindahan
5. Kecepatan perpindahan bahan
6. Biaya yang diperlukan untuk proses perpindahan bahan

Ada beberapa teknik yang sering digunakan dalam merencanakan aliran bahan. Metode yang sangat populer yaitu dengan menggunakan peta–peta dan diagram. Peta–peta dan diagram yang sangat membantu dan berguna untuk menganalisis aliran bahan adalah :

1. Peta proses operasi
2. Peta aliran proses
3. Diagram alir
4. Peta dari-ke *(from- to chart)*

Untuk menghitung jarak antar mesin digunakan teknik pengukuran jarak yaitu Euclidean Distance. Jarak Euclidean merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya, dengan persamaan :

$$d(A,B) = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$$

Dimana : $A(x_a, y_a)$ = lokasi mesin A

$B(x_b, y_b)$ = lokasi mesin B

Ada 2 faktor yang mempengaruhi dalam mempelajari dan merencanakan sistem material handling yaitu pertama dikarenakan biaya material handling menyerap sebagian besar biaya produksi. Kedua material handling berpengaruh terhadap operasi dan perencanaan fasilitas yang diimplementasikan. Tujuan utama dari sistem material handling adalah :

1. Meningkatkan efisiensi aliran material untuk menjamin tersediaan material pada saat dan dimana dibutuhkan

2. Mengurangi biaya material handling
3. Meningkatkan penggunaan pemakaian fasilitas
4. Meningkatkan keamanan kondisi kerja
5. Memudahkan proses manufaktur
6. Meningkatkan produktivitas

Menurut Apple (1977) prinsip-prinsip pemindahan bahan yaitu :

1. Semua kegiatan pemindahan harus direncanakan
2. Rencanakan sebuah sistem yang menyangkut sebanyak mungkin kegiatan dan mengkoordinasikan cakupan operasi yang penuh
3. Rencanakan urutan operasi dan susunan peralatan untuk mengoptimalkan aliran bahan
4. Kurangi, gabungan atau hilangkan pemindahan yang tidak perlu.
5. Gunakan gravitasi untuk memindahkan barang jika mungkin.
6. Manfaatkan volume bangunan semaksimal mungkin
7. Tingkatkan jumlah, ukuran, berat beban yang dipindah.
8. Kurangi waktu kosong atau tidak produktif.

Dalam pelaksanaannya prinsip-prinsip pemindahan bahan sering berbenturan dengan prinsip-prinsip pada JIT. Salah satu prinsip dalam pemindahan bahan adalah peningkatkan jumlah (lot) dari material yang dipindahkan, sedangkan dalam JIT, ukuran lot perpindahan yang dikehendaki adalah ukuran lot yang kecil. Bahkan dalam filosofi *lean* manufacturing, lot terbaik adalah satu.

Tata letak pabrik dan penanganan material mempunyai tujuan umum yaitu meminimumkan biaya. Biaya penanganan material dapat diminimumkan dengan

menyusun lebih dekat departemen-departemen yang berhubungan, agar pemindahan material pada jarak yang pendek.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung ongkos *material handling* (OMH) adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{V_{tool}}{V_{mat}}$$

dimana :

C = Kapasitas alat angkut (unit)

$Vtoo\ \ l$ = Ukuran alat angkut (m3)

$Vma\ \ t$ = Ukuran unit dipindah (m3)

$$f = \frac{n_{mat}}{C}$$

dimana,

f = frekuensi pemindahan

$nmat$ = jumlah unit yang dipindah

C = kapasitas alat angkut (unit)

$$OMH/m = \frac{\cos t}{d}$$

dimana :

OMH/m = biaya angkut / meter (Rp/m)

$Cost$ = biaya operasi / jam (Rp/jam)

D = jarak angkut / jam (m/jam)

Sehingga biaya pemindahan bahan baku dapat dihitung dengan persamaan berikut:

OMH = r x f x OMH/m

dimana,

OMH = ongkos material handling

R = jarak perpindahan (m)

F = frekuensi pemindahan

2.2.7 Pemodelan Sistem

2.2.7.1 Pendekatan Sistem

Untuk mempelajari, mengamati, dan memahami suatu sistem tertentu dibutuhkan pengetahuan tentang pendekatan sistem yang membantu, pendekatan sistem memusatkan perhatian pada keseluruhan sistem dan interaksinya. Dengan demikian, sudah semestinya jika pendekatan sistem bersifat komprehensif, holistik, dan lintas disiplin. Dua tema pokok dari pendekatan sistem adalah :

1. Mengelola apa yang ada pada saat ini *(managing the present)*
2. Merancang apa yang diinginkan pada masa yang akan datang *(redesigning the future)*.

Sedangkan tipologi dari pendekatan sistem sendiri ada dua, pendekatan sistematik yang dipelopori oleh orang barat dan pendekatan sistemik yang dijiwai oleh filosofi oleh orang timur. Pendekatan sistematik digolongkan menjadi tiga pendekatan yaitu Introspeksi, Ekstraspeksi, dan Konstruksi. Ketiga pendekatan sistem tersebut memiliki perbedaan pada faktor-faktor yang ada pada peneliti sistem seperti Superioritas peneliti, independensi, lintas disiplin, maupun cara pembagian tugas dalam penelitian akan sistem tersebut. Sedang pendekatan sistemik disebut juga sebagai pendekatan kontemplasi yang didasari filosofi bahwa sesuatu yang ada di dunia ini tidak dapat dipisah-pisahkan.

2.2.7.2 Model

Model merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem nyata yang disepakati. Sehingga model dapat dikatakan sebagai sebuah kesatuan yang menggambarkan karakteristik suatu sistem. Model dibuat dengan cara simplifikasi dari sistem yang ada sehingga untuk mempelajari sebuah sistem, dapat dilakukan dengan pengamatan pada model sistem tersebut. Walaupun model merupakan bentuk sederhana dari sebuah sistem, tapi dalam pembentukannya harus tetap memperhatikan kompetensi dari karakteristik sistem yang diamati.

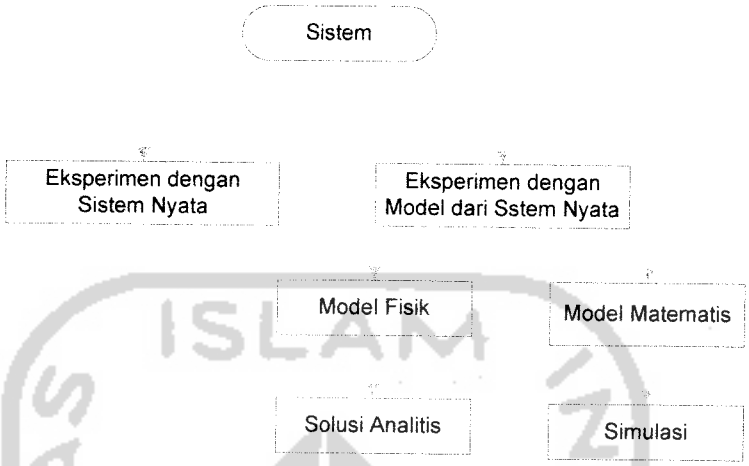
Beberapa model dari sebuah sistem yang sama, bisa saja berbeda, tergantung pada persepsi, kemampuan, dan sudut pandang analis sistem yang bersangkutan. Ditegaskan kembali bahwa pada dasarnya model adalah suatu representasi yang memadai dari sebuah sistem.

2.2.8 Simulasi

Simulasi adalah suatu metode untuk melakukan percobaan dengan menggunakan model dari sistem nyata. Oleh karena simulasi bukan merupakan alat optimasi yang dapat memberi suatu keputusan hasil namun hanya merupakan alat pendukung keputusan sehingga terutama sekali berkenaan dengan percobaan untuk mengestimasi perilaku dari sistem nyata untuk maksud perancangan sistem.

Apabila secara analitis permasalahan itu sangat sulit atau tidak dapat diselesaikan maka simulasi diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, penggunaan komputer dalam melakukan perhitungan merupakan keharusan agar proses kalkulasi berjalan cepat dengan menghasilkan penyelesaian yang cukup akurat. Dengan demikian, hasil simulasi akan tergantung pada sipembuat model

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem sendiri dikategorikan menjadi 2, yaitu sistem diskret dan sistem kontinyu.



Gambar 2.12 Diagram Studi Sistem

Sistem diskret mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah. Sedangkan Sistem kontinyu mempunyai arti jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu. Pada dasarnya, peneliti dilapangan memiliki alasan-alasan melakukan simulasi sebagai suatu percobaan sistem nyata untuk membantu membuat keputusan (Bryan, 2005), diantaranya:

1. Proses aktual tidak atau belum tersedia
2. Proses yang diusulkan terlalu mahal untuk dibangun atau fasilitas belum tersedia untuk dicoba.
3. Proses yang diteliti terlalu kompleks untuk dianalisis dalam sebuah laporan penelitian.
4. Sistem aktual yang secara fisiknya tidak dapat diganggu atau dirubah.
5. Sistem yang diteliti fleksible untuk dirubah

Namun pada pelaksanaannya, simulasi memiliki keuntungan dan kekurangan, keuntungan simulasi adalah sebagai berikut:

1. Simulasi relatif fleksibel dan dapat secara langsung dirubah.
2. Simulasi dapat digunakan untuk menganalisa keadaan sistem nyata yang kompleks dan luas yang tidak dapat diselesaikan dengan model operasi konvensional.
3. Kesulitan-kesulitan pada sistem nyata dapat disertakan dalam simulasi dimana pada model P/OM tidak dapat diijinkan. Simulasi dapat menggunakan distribusi probabilitas yang didefinisikan pengguna.
4. Penyingkatan waktu yang memungkinkan dalam simulasi apabila menggunakan simulasi komputer.
5. Simulasi mengijinkan pertanyaan "what-if".
6. Simulasi tidak bertentangan dengan sistem nyata.
7. Dengan simulasi, kita dapat mempelajari pengaruh secara interaktif dari komponen atau variable yang diinginkan untuk dihitung bagian mana yang penting

Sedangkan kekurangan Simulasi adalah sebagai berikut:

1. Model simulasi yang baik dapat menjadi mahal, karena mungkin membutuhkan waktu yang lama untuk mengembangkannya.
2. Simulasi diciptakan bukan untuk solusi optimal dalam menyelesaikan suatu masalah, karena simulasi mengunakan pendekatan *trial-eror* yang memungkinkan berbagai jenis solusi dalam menjalankannya.
3. Pemodel harus memasukkan semua kondisi dan batasan permasalahan untuk solusi yang akan dihitung.

4. Solusi dari simulasi tidak akan menjawab dengan baik jika tidak disertakan data masukan yang baik.
5. Tiap model yang disimulasikan memiliki perbedaan tersendiri. Solusi dan kesimpulannya biasanya tidak dapat disesuiakan dengan masalah lain

Bagian-Bagian Model Simulasi

Beberapa bagian model simulasi yang berupa istilah-istilah asing perlu dipahami oleh pemodel karena bagian-bagian ini sangat penting dalam menyusun suatu model simulasi.

c. Entiti (*Entity*)

Kebanyakan simulasi melibatkan pemain yang disebut entiti yang bergerak, merubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entiti yang lain serta mempengaruhi hasil pengukuran kinerja sistem.

d. Atribut (*Attribute*)

Atribut adalah karakteristik atau ciri-ciri tertentu yang dimiliki oleh setiap entiti yang membedakan antara satu dengan yang lain. Misalnya waktu antar kedatangan, prioritas.

e. Variabel (*Variablel*)

Variabel merupakan potongan informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem. Misalnya panjang antrian, *batch size*.

f. Sumber daya (*Resource*)

Entitas-entitas seringkali saling bersaing untuk mendapat pelayanan dari *resource* yang ditunjukkan oleh operator, peralatan, atau ruangan penyimpanan yang terbatas. Suatu *resource* dapat berupa group atau pelayanan individu

g. Antrian (*Queue*)

Ketika entiti tidak bergerak, hal ini dimungkinkan karena *resource* menahan (*seize*) suatu entiti sehingga mengikat entiti yang lain untuk menunggu.

h. Kejadian (*Event*)

Kejadian adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada tiga kejadian umum dalam simulasi, yaitu *Arrival* (kedatangan), *Departure* (entiti meninggalkan sistem), dan *The End* (simulasi berhenti)

i. *Simulation Clock*

Simulation Clock adalah nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variabel.

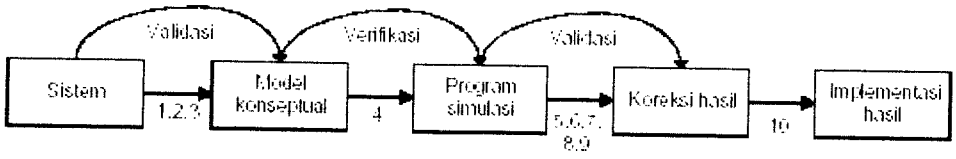
j. Replikasi

Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulai dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula (*identical part*), tetapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah (*independent part*) untuk membangkitkan waktu antar kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu simulasi yang diinginkan untuk setiap replikasi disebut *length of replication*.

Validasi data dan Verifikasi

Ketika mengerjakan suatu model dan kadangkala disaat kita membangun model tersebut maka disanalah waktu untuk melakukan verifikasi dan validasi terhadap model tersebut. Verifikasi adalah suatu langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan atau bersifat seperti yang dikehendaki. Validasi merupakan langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan seperti sistem nyatanya. Kedua langkah ini tidak dapat dilakukan dengan asumsi begitu saja namun harus dengan

teknik teknik statistik. Secara sederhana hubungan antara verifikasi dan validasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.13 Hubungan Verifikasi dan Validasi

Dalam menguji validasi dari suatu data pengamatan yang sudah ada, langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut

Uji Distribusi Data Input

Data input dalam model simulasi adalah bagian terpenting yang harus mendapat perhatian tersendiri. Dalam simulasi sistem antrian misalnya, dikenal dengan input data dengan bentuk distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan.

Untuk menghasilkan simulasi sistem nyata yang baik, penentuan bentuk distribusi dari input data merupakan tugas utama dan sangat penting, karena akan berdampak pada hasil atau output yang akan diinterpretasikan dan dianalisaPengujian ini dilakukan untuk menguji data input, dimana data masukan data tersebut mengikuti suatu distribusi tertentu. Alat statistik untuk menguji kesesuaian fungsi didtribusi probabilitas teoritis terhadap fungsi distribusi probabilitas empiris, dalam penelitian ini menggunakan dua jenis metode yaitu "*Chi Square Goodness of Fit Test*" dan metode "*Kolmogorov-Smirnov Test*"

Langkah yang dilakukan untuk uji *Chi Square:*

1. Data yang sudah tersedia dibuat range dengan rumus

Range = $D_{max} - D_{min}$ .....(2.1)

2. Menetukan banyak kelas. Dengan menggunkan aturan sturgess, jumlah intervalnya adalah:

   k = 1 + 3,3 (log n).....(2.2)

3. Penentuan panjang kelas inteval

   $$p = \frac{range}{jumlahkelas} \quad \text{.....(2.3)}$$

4. Pembuatan Histogram. Untuk menentukan dengan distribusi probabilitas apa sample akan disesuaikan, maka dibuatlah histogramnya dan secara visual dilihat kecocokannya dengan sebuah distribusi probabilitas tertentu.

5. Uji Chi Square, dengan menggunakan statistik uji sesuai dengan persamaan (2.4) maka dapat diyakinkan bahwa nilai statistiknya dapat mewakili bahwa nilai hitung sesuai dengan nilai tabel.

   $$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{.....(2.4)}$$

   Oi = frekuensi observasi

   Ei = Frekuensi teoritis

6. Uji Hipotesis

   Ho : data waktu berdistribusi normal

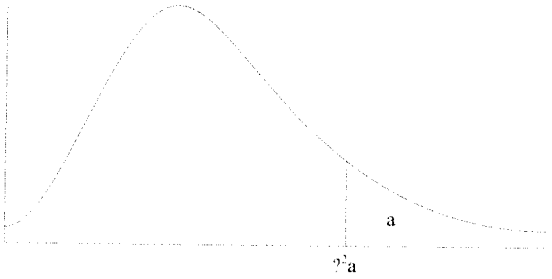
   Hi : data waktu tidak berdistribusi normal

   daerah kritis $\alpha = 0{,}05$

   statistik uji $\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ .....(2.5)

derajat bebas n-k-1

Kurva daerah penerimaan



kurva daerah penolakan

Kesimpulan

Terdapat empat langkah umum untuk pengembangan model input data :

1. Mengumpulkan data dari sistem nyata
2. Mengidentifikasi distribusi probabilitas sebagai representasi dari input proses.
3. Memilih parameter dari data
4. Mengevaluasi ditribusi probabilitas terpilih dengan menggunakan grafik (uji statistik) atau dengan alat untuk mempermudah seperti Input Analyzer (ARENA), StatFit (ProModel) dan lain sebagainya.

Beberapa distribusi probabilitas yang telah ada, diantaranya adalah Binomial, Poisson, Normal, Lognormal, Eksponensial, Gamma, Beta, Erlang, Diskrit atau kontinyu, uniform dan Triangular.

Pada Software ProModel 6.0 telah disediakan alat bantu untuk menguji distribusi data masukan. Dalam penelitian ini, data masukan akan diuji di alat ini untuk mempermudah dalam masukan data simulasi dengan menggunakan *Stat Fit.*

Analisa Output Hasil Simulasi

Model simulasi kejadian diskret memiliki karakteristik yang berbeda dari sebagian besar jenis model yang ada. Hal itu dikarenakan model simulasi kejadian diskret terdiri dari banyak variabel random yang muncul bersamaan dalam suatu *state*

yang membentuk karakteristik suatu mekanisme perubahan sistem yang diamati. Variabel random yang ada pada simulasi sistem kejadian diskret tidak hanya pada probabilitas input yang ada, bahkan hasil *output* simulasinyapun merupakan variabel random, karena memiliki probabilitas dan tidak dapat diestimasikan sebagai sesuatu yang pasti (definitif).

Sebuah pilihan pendekatan, untuk menentukan metode analisis yang tepat dari suatu model simulasi adalah dengan menilai tipe simulasi yang ada. Berkenaan dengan metode analisis, maka simulasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu *terminating simulation* dan *non-terminating simulation*. Perbedaan antara kedua jenis tipe tersebut adalah ketergantungannya pada kejelasan untuk menghentikan proses simulasi. Kedua jenis simulasi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. *Terminating Simulation*

Simulasi *terminating* adalah simulasi yang mempresentasikan sebuah mekanisme kejadian yang memiliki "*initial condition*", dimana simulasi ini dijalankan pada durasi waktu yang tetap(ditentukan). Kondisi inisial dapat difahami sebagai sebuah kondisi dimana keadaan sistem akan di setup seperti keadaan semula setiap akan melakukan simulasi. Sebagai contoh adalah adalah sebuah sistem yang disimulasikan dimulai pada kondisi awal yang telah ditentukan, dan dihentikan setelah durasi waktu tertentu. Satu simulasi yang dapat dijadikan contoh adalah simulasi pada suatu bank dengan kondisi awal yang selalu 0 pelanggan dan memiliki durasi waktu kerja yang sama tiap harinya

.

b. *Non terminating Simulation*

Pada simulasi jenis terminating simulation berbeda dengan sistem produksi sebuah perusahaan manufaktur. Misalnya diketahui sebuah perusahaan manufaktur yang memiliki kegiatan produksi untuk membuat suatu produk yang dibagi-bagi kedalam beberapa stasiun kerja yang berurutan samapi selesainya produk tersebut. Meskipun perusahaan tersebut menetapkan bahwa setiap hari memiliki waktu kerja 10 jam dan 5 hari kerja dalam seminggu, akan tetapi sistem diatas termasuk dalam sistem *non-terminating simulation*

Pada kondisi *nonterminating* penghentian simulasi tidak didasrkan pada jam kerja sebagai mana pada sistem antrian, akan tetapi karena sistem pada dasarnya berjalan sepanjang waktu hanya dipotong oleh waktu istirahat tanpa ada inisialisai baru.

2.2.9 Perangkat Lunak Promodel 7.0

Bahasa Pemograman Simulasi

PROMODEL adalah salah satu program simulasi yang merupakan evolusi dari bahasa pemrograman terdahulu. Beberapa bahasa simulasi yang dapat dipelajari saat ini adalah GPSS-PC, SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN, ARENA, POWERSIM dan lain sebagainya.

Secara umum bahasa pemrograman untuk simulasi dapat di kategorikan menjadi 2 :

1. Tujuan atau kepentingan pemrograman
   a. *General Purpose Simulation Language* (GPSL)

      General Purpose Simulation Language (GPSL) adalah bahasa simulasi yang didesain untuk membuat program simulasi sesuai dengan kreatifitas

programer. Artinya bahasa simulasi ini tidak didesain untuk menyelesaikan beberapa masalah secara spesifik dan keragaman serta ketelitian program sangat dipengaruhi oleh ketrampilan dan pengetahuan programer. Oleh karena itu GPSL sangat fleksibel digunakan untuk membuat program simulasi.

b. *Special Purpose Simulation Language* (SPLL)

Sebaliknya Special Purpose Simulation Language lebih spesifik didesain untuk beberapa permasalahan yang dihadapi sebuah sistem.

2. Tingkat bahasa

a. High Level Simulation Language

b. Low Level Simulation Language

Adanya level menunjukan sejauh mana bahasa pemrograman tadi dapat dimengerti oleh programmer. Hal ini berkaitan dengan kemampuan program untuk mengkomunikasikan dirinya dengan pengguna (*user interface*). Semakin rendah level suatu bahasa pemrograman, maka semakin kompleks alur pemahaman bahasa simulasi tadi (semakin sulit digunakan). Dan sebaliknya semakin tinggi sebuah bahasa pemrograman, maka semakin kurang kompleks alur pemahaman bahasa tersebut (semakin mudah digunakan).

Keunggulan ProModel

Dengan menggunakan PROMODEL, keuntungan yang didapatkan antara lain :

1. Memberikan kombinasi yang baik dalam kemudahan pemakaian dan kemampuan untuk memodelkan suatu sistem nyata yang lebih realistik.
2. Kelengkapan elemen/modul dalam PROMODEL memberikan fleksibilitas dalam membangun model yang kompleks.

3. Adanya koreksi error otomatis yang sangat membantu dalam *debugging* pembuatan model.

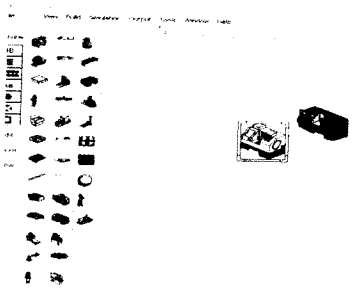
Selain itu, PROMODEL sangat cocok dalam memodelkan dan mensimulasikan sistem manufactur seperti : *Process Reengineering, Cycle Time Reduction, Material Handling System, TQM, Factory Layout,* dan sebagainya.

ProModel dalam Pemodelan Sistem

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya, bahwa software PROMODEL memiliki kemampuan yang baik dalam menjalankan simulasi khususnya pada sistem yang bersifat diskret. Untuk dapat memfungsikannya, terlebih dahulu kita harus memodelkan sistem tersebut, dengan format yang dapat dipahami oleh PROMODEL. PROMODEL menerjemahkan berbagai model sistem dengan menggambarkan karakteristik elemen sistem dengan sebuah blok yang dinamakan Module/Element. Untuk itu kita harus dapat menggunakan berbagai Module yang ada dalam software ini secara tepat agar mendapatkan model yang kita inginkan. Ada beberapa module panel yang disediakan, yaitu Basic Modules dan Optional Modules. Untuk basic Modules termasuk didalamnya adalah Locations, Entities, Processing, dan Arrivals. Sedangkan Optional Modules antara lain Resources, Table Functions, Variables, Shifts, Costs, Attributes, Macros, dan Path Networks.

1. Penggunaan Modul Basic

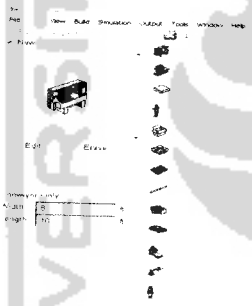
   a. Locations



Gambar 2.14 Tampilan Locations

Merupakan tempat dari model suatu sistem, yang berisi gambar latar belakang dari sistem yang berupa gambar-gambar sesuai kebutuhan. Lokasi adalah komponen statis sehinga tidak ikut bergerak selama simulasi dijalankan.

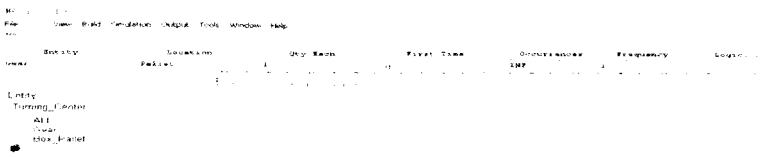
b. Entities



Gambar 2.15 Tampilan Entities

Adalah benda-benda yang diproses dalam model sistem, seperti bahan baku dan *paperworks*. Masing-masing entitas punya nama dan dapat direpresentasikan dengan satu atau lebih grafik selama simulasi.

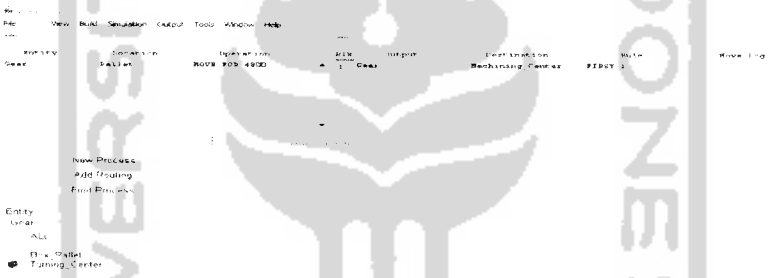
c. Arrivals



Gambar 2.16 Tampilan Arrivals

Menunjukkan tempat dimana entitas tiba ada suatu sistem yang diamati untuk pertama kalinya. Misalnya kedatangan nasabah, dalam hal ini adalah lokasi kedatangannya di kasir, atau setiap berapa menit nasabah datang dalam periode waktu tertentu.

d.Processing



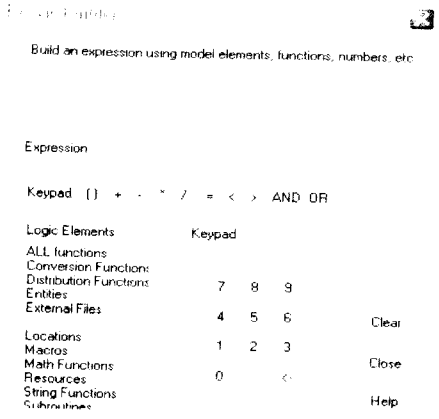
Gambar 2.17 Tampilan Processing

Menunjukkan proses yang dialami suatu entitas.

2. Fitur inovatif pada PROMODEL

a.Logic Builder

Logic builder adalah alat untuk memudahkan kita dalam membuat pernyatan logic yang valid tanpa mengingat kata kunci, syntax, atau nama element model.



Gambar 2.18 Tampilan Logic Builder

b. Dynamic Plots

Dynamic Plots memungkinkan kita membuat penelitian secara grafis dan merekam informasi statistik tentang performansi dari element model selama sistem berjalan.

Stat Fit

Data input dalam model simulasi adalah bagian terpenting yang harus mendapat perhatian tersendiri. Dalam simulasi sistem antrian misalnya, dikenal dengan input data dengan bentuk distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan. Pada sistem inventori atau persediaan, input data yang dibutuhkan terdiri dari distribusi-distribusi permintaan. Pada kasus perawatan dan reliabilitas sistem dikenal beberapa input data yang dibutuhkan, seperti : distribusi waktu antar kerusakan komponen.

Pada aplikasi simulasi di sistem nyata, penentuan bentuk distribusi dari input data merupakan tugas utama dan sangat penting. Karena akan berdampak pada hasil atau output yang akan diinterpretasikan dan dianalisa.

Terdapat empat langkah umum untuk pengembangan model input data :

1. Mengumpulkan data dari sistem riil yang diamati

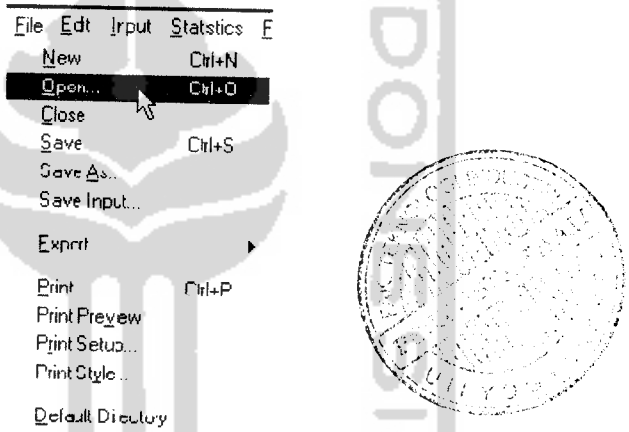
2. Mengidentifikasi distribusi probabilitas sebagai representasi dari input proses.
3. Memilih parameter dari data
4. Mengevaluasi ditribusi probabilitas terpilih dengan menggunakan grafik atau uji statistik.

Dalam Promodel disediakan suatu fasilitas untuk menguji distribusi bilangan random dan pembangkitan bilangan random sesuai dengan distribusi yang diinginkan pemodel, fasilitas ini disebut Stat Fit.

Cara penggunaan Stat Fit :

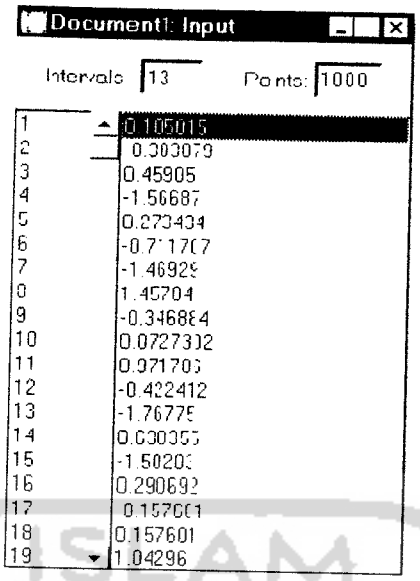
Jika data telah tersedia dan ingin diketahui distribusi dari bilangan random tersebut :

a. Buka file bilangan random



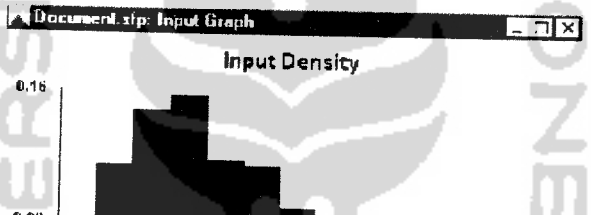
Gambar 2.19 Tampilan membuka bilangan random

b. Masukkan input data bilangan random



Gambar 2.20 Tampilan bilangan random

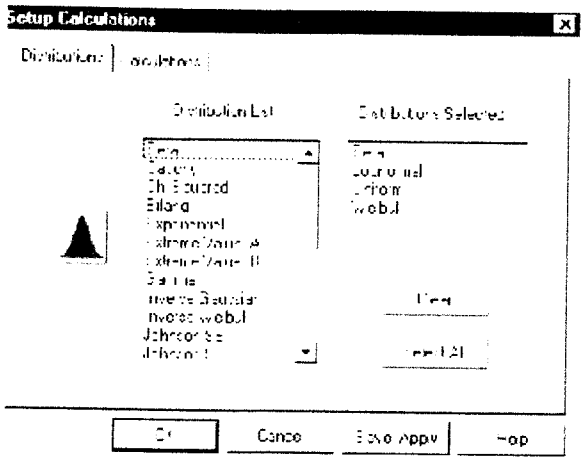
c. Lihat Grafik input data dengan meng-klik *"input Graph"* 



Gambar 2.21 Tampilan grafik bilangan random

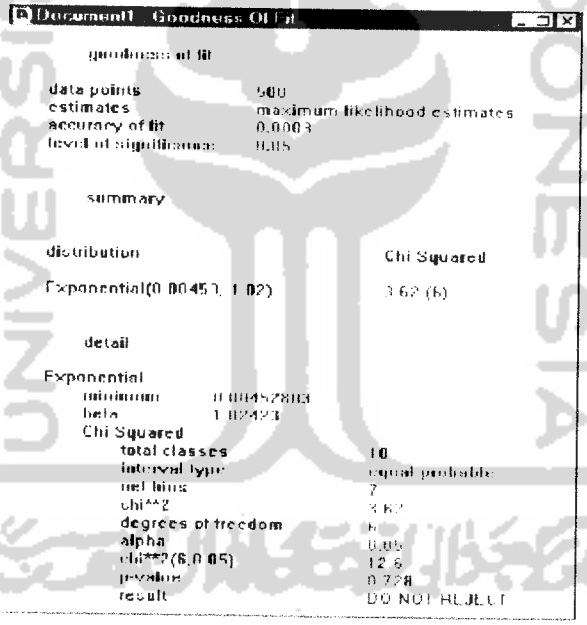
d. Klik tombol 

untuk memilih distibusi analisa yang pemodel inginkan dengan memasukkan distribusi analisa dari kolom *"distribution list"* ke kolom *"distribution selected"*



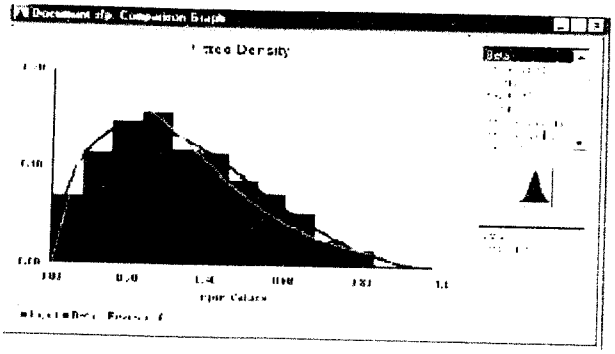
Gambar 2.22 Tampilan distiribusi sesuai

e. Hasil dari penghitungan "*Goodness of fit tests*" dapat dilihat dengan meng-klik tombol FIT



Gambar 2.23 Tampilan hasil distribusi

f. Untuk melihat grafik dari distribusi yang pemodel inginkan maka dapat meng-klik tombol "*Graph Fit*"



Gambar 2.24 Tampilan grafik distribusi data

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai sub bab dari metodologi penelitian, seperti Studi Pustaka, Penentuan Objek Penelitian, model yang akan digunakan dan analisisnya.

3.1 Penentuan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di perusahaan CV Pakis Furniture Furniture yang berlokasi di Delanggu, Klaten, Jawa Tengah, dan di Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri (DELSIM) Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3.2 Model

a. Biaya Material Handling

Persamaan yang digunakan untuk menghitung ongkos *material handling* (OMH) adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{V_{tool}}{V_{mat}}$$

Dimana :

C = Kapasitas alat angkut (unit)

Vtool = Ukuran alat angkut (m3)

Vmat = Ukuran unit dipindah (m3)

$$f = \frac{n_{mat}}{C}$$

dimana,

f = frekuensi pemindahan

$nmat$ = jumlah unit yang dipindah

C = kapasitas alat angkut (unit)

$$OMH/m = \frac{cost}{d}$$

Dimana :

OMH/m= biaya angkut / meter (Rp/m)

$Cost$ = biaya operasi / jam (Rp/jam)

d = jarak angkut / jam (m/jam)

Sehingga biaya pemindahan bahan baku dapat dihitung dengan persamaan berikut:

OMH = r x f x OMH/m

Dimana,

OMH = ongkos material handling

r = jarak perpindahan (m)

f = frekuensi pemindahan

b. Perhitungan jarak antar mesin

Penentuan jarak antar stasiun kerja/departemen pada tata letak faslitas lama yang digunakan perusahaan. Penentuan jarak ini didasarkan perhitungan jarak Euclidean dengan rumus :

$$d(i,j) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

dimana :

$A(x_i, y_j)$ = lokasi mesin i

$B(x_i, y_j)$ = lokasi mesin j

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam dua cara :

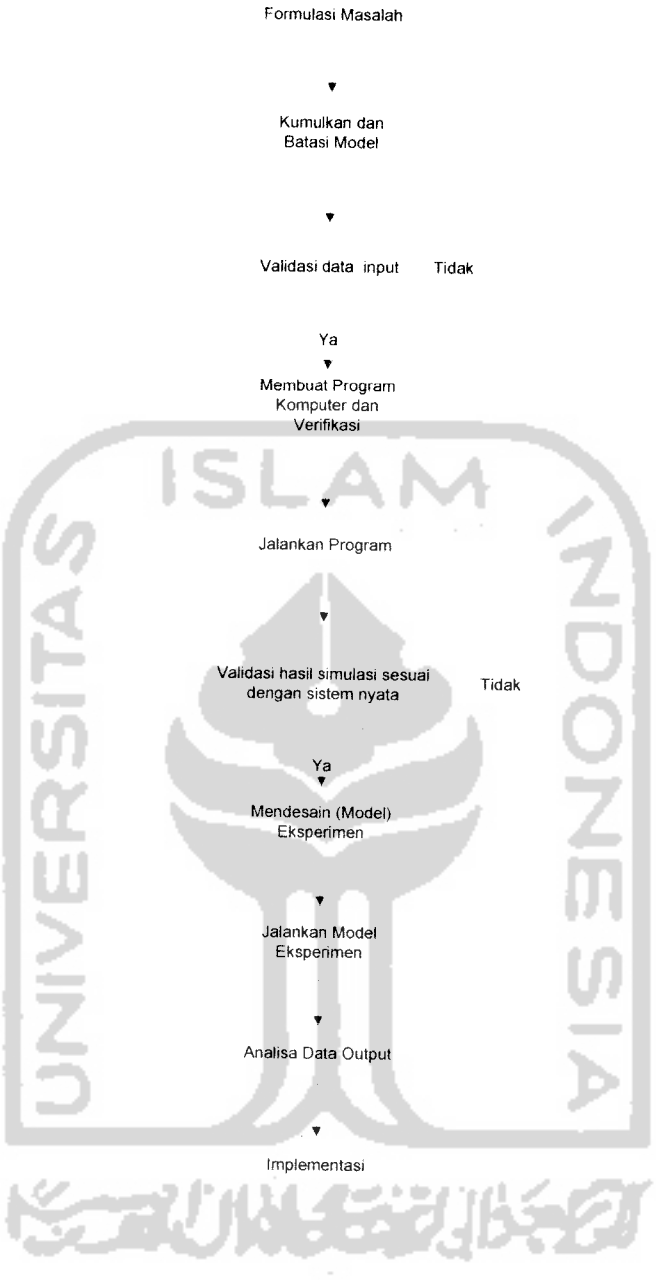
1. Wawancara bebas tidak didokumentasikan secara terstruktur
2. Studi lapangan, yang dilakukan pengamatan secara langsung dan pencatatan data produksi seperti data mesin, data waktu , pekerja, data biaya – biaya yang diperlukan.

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

3.4 Pengolahan Data dan Analisis

Data-data yang sudah terkumpul kemudian di analisa untuk diidentifikasi pemborosan yang terjadi pada sistem, selanjutnya dilakukan penerapan JIT untuk memperbaiki permborosan tersebut. Perubahan yang terjadi salah satunya akan berpengaruh terhadap *layout* perusahaan, sehingga akan dilakukan perbaikan usulan. Perubahan sistem akan dianalisis performansinya menggunakan software simulasi ProModel 7.0

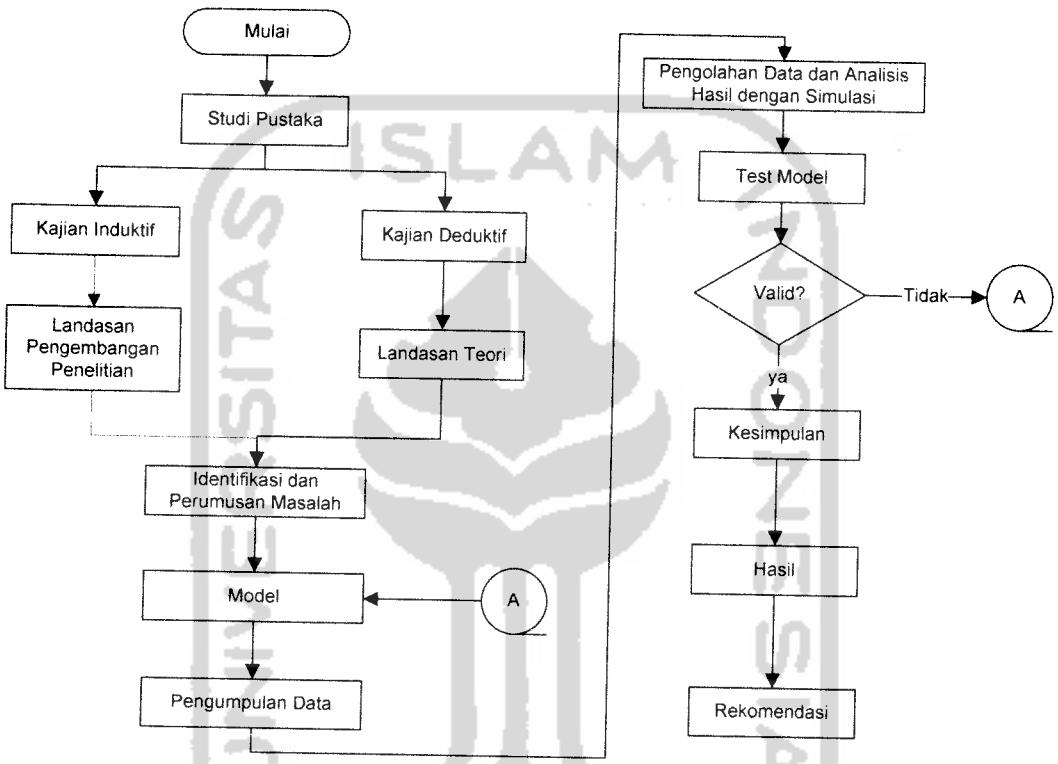
Adapun tahapan – tahapan dalam Simulasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Simulasi

3.5 Kerangka Penelitian

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



Gambar 3.2 Diagram Alir Kerangka Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Tinjauan Singkat Perusahaan

Pakis Furniture didirikan dengan bentuk usaha CV (komanditer), yang berlokasi Dusun Boto, Pakis, Delanggu, Klaten. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 2000. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang *furniture*, dengan bahan baku utama kayu jati. Pada awal berdirinya, perusahaan baru mempunyai 7 mesin untuk proses produksinya. Tenaga kerja pada awal berdirinya hanyalah 7 orang, yang berasal dari penduduk sekitar perusahaan.

Perusahaan terus melakukan pengembangan-pengembangan, terutama pada peningkatan standar mesin, menjaga kualitas dan jadwal pengiriman pesanan. Agar produk yang dihasilkan benar-benar berkualitas, maka kayu jati sebagai bahan utama pembuatan produk dipilih yang berkualitas bagus, yaitu kayu jati jenis grade A. Pembeli yang melakukan kontrak perusahaan berasal dari luar negeri. Komunikasi dengan pembeli dilakukan lewat *e-mail* dan faks. Setiap 2 bulan sekali pembeli datang ke Indonesia untuk mengamati proses produksi, apakah produk yang dipesan benar-benar dikerjakan.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Sistem Produksi Perusahaan

Respon perusahaan terhadap permintaan konsumen termasuk dalam kategori *Make to Order*, dimana jenis produk yang dibuat adalah berdasarkan pesanan. Jenis produk yang dipesan begitu bervariasi dan memiliki nilai jual yang tinggi. Beberapa produk yang ditawarkan antara lain : *Coffe Table* (meja), *Wine Rack* (rak), *Cabinet Store 8 Sl*

Doors (almari), dan lain sebagainya. Salah satu produk utama yang diamati dalam penelitian ini adalah *Coffe Table* dengan orientasi eksport. Produk *Coffe Table* memiliki dua tipe yang berbeda. dimana yang membedakan adalah dimensi masing-masing produk tersebut. Walaupun memiliki dimensi yang berbeda-beda, namun proses produksinya relatif sama. Dalam berproduksi, perusahaan juga melakukan sub kontrak ke CV Amalia Surya Cemerlang

Departemen produksi yang dimiliki perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Departemen Pengovenan
2. Departemen Pembahanan
3. Departemen *Assembly*
4. Departemen *Finishing*.

Adapun jenis operasi yang dilakukan pada tiap departemen :

1. Departemen Pengovenan

Pada Departemen Pengovenan dilakukan proses pengovenan terhadap kayu-kayu yang akan diproses menjadi suatu produk jadi untuk mengurangi kadar air.

2. Departemen Pembahanan

Pada Departemen Pembahanan dilakukan pemeriksaan ukuran raw material komponen yang akan diproses. Peralatan yang digunakan yaitu mistar dan pensil kayu. Kayu-kayu yang akan diproses di departemen ini sebelumnya telah mengalami proses pengovenan. Pada Departemen Pembahanan terdapat 10 mesin dengan fungsi sebagai berikut :

Tabel 4.1 Mesin di Departemen Pembahanan

no.	jenis mesin	Fungsi
1	Mesin Planner/Thickneser	Perataan dan penyeragaman ukuran
2	Mesin Jointer	Menyerut permukaan komponen menjadi siku/tegak lurus
3	Mesin Bandsaw	Untuk membuat bentuk yang tidak siku dan memotong log
4	Mesin Crosscut	Untuk memotong ukuran panjang
5	Mesin Radial arm saw	Pemotongan pada panjang kayu sekaligus membuat sudut pada ujung kayu
6	Mesin Rip saw	Membelah kayu dengan lebar tertentu
7	Mesin Finger Joint	Untuk membuat sambungan arah panjang kayu
8	Mesin Spindel	Pembuatan lengkung, Grooving, dan bentuk arah memanjang
9	Mesin Circle	Membelah kayu yang telah dipotong menjadi kayu batangan dengan ukuran tertentu
10	Mesin Bor/chisel	Pembuatan lubang baik vertikal maupun horisontal

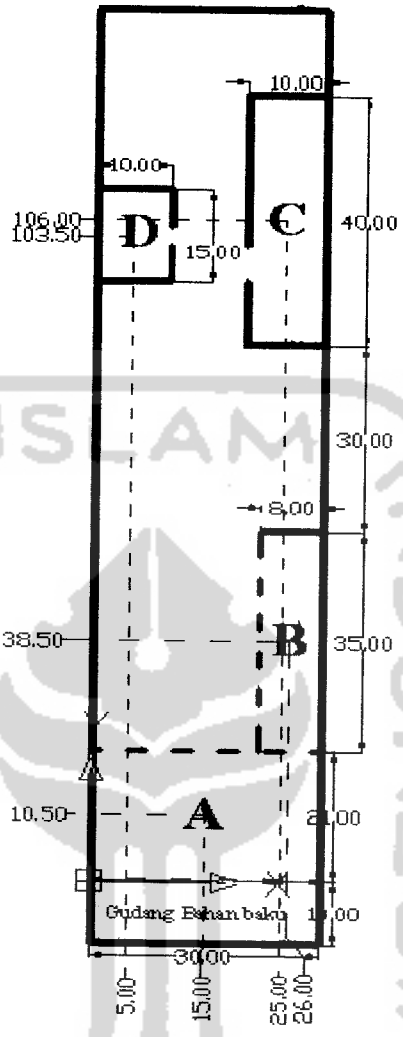
3. Departemen *Assembly* (Perakitan)

Departemen ini melakukan operasi perakitan komponen yang ada di buffer perakitan. Saat ini, di departemen *assembly* terdapat 3 lini perakitan. Jumlah tenaga kerja di lini perakitan adalah sebanyak 15 orang. Beberapa pekerja melakukan pengeleman dan yang lainnya melakukan perakitan. Sehingga sering dijumpai adanya tenaga kerja yang menganggur. Tiap lini perakitan melakukan operasi dari mulai perakitan awal sampai perakitan akhir menjadi produk jadi.

4. Departemen *finishing*

Produk hasil rakitan kemudian dikirim ke departemen *Finishing*. Di departemen ini produk mengalami proses *Sading* dan *Spraying*.

4.2.2 Layout Awal Departemen Produksi Pabrik



Gambar 4.1 Layout Awal Departemen Produksi

Keterangan :

▬▬ : Tembok

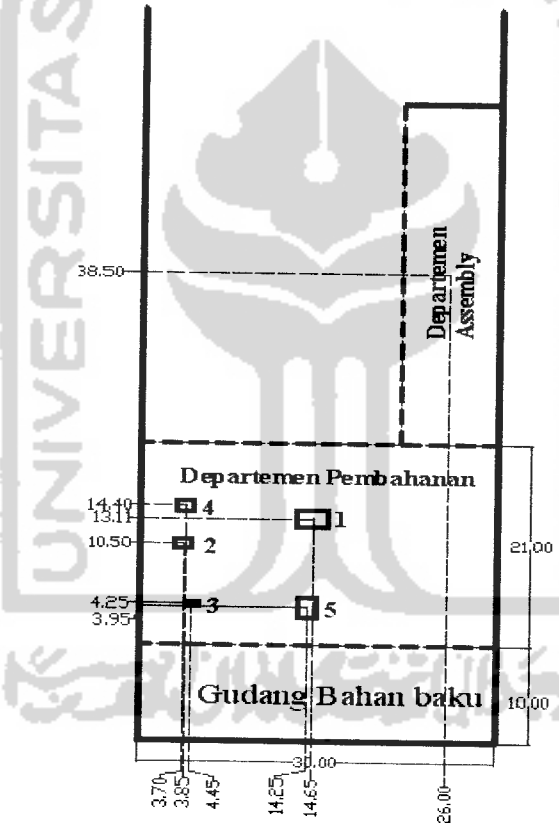
- - - : Batas Departemen tanpa tembok

Koordinat Departemen adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Koordinat Awal Departemen-departemen Produksi

No	Simbol	Departemen	koordinat	
			x	y
1	A	Departemen Pembahanan	15	10.5
2	B	Departemen Perakitan	26	38.5
3	C	Departemen Finishing	25	106
4	D	Departemen Pengovenan	5	103.5

Mesin-mesin utama untuk pembuatan part diletakkan di Departemen Pembahanan. Layout mesin yang digunakan untuk pembuatan part *coffe table* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2. Layout Awal Departemen Pembahanan dan Assembly

Keterangan :

▬▬ : Tembok

- - - : Batas Departemen tanpa tembok

Sehingga koordinat mesin-mesin pada departemen pembahanan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Koordinat Awal Mesin Produksi

Simbol	Jenis Mesin	Koordinat	
		X	Y
1	Mesin Rip Saw	14.65	13.11
2	Mesin Planner	3.7	10.5
3	Mesin Jointer	4.45	4.25
4	Mesin Cross Cut	3.38	14.4
5	Mesin Bor	14.25	3.95

4.2.3 Jenis dan Dimensi Mesin yang Digunakan

Pada pembuatan produk *Coffe Table*, mesin-mesin yang digunakan adalah :

1. Mesin Rip Saw
2. Mesin Planner
3. Mesin Jointer
4. Mesin Cross Cut
5. Mesin Bor

Sedangkan Dimensi mesin adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Dimensi Mesin Produksi

Simbol	Jenis Mesin	Koordinat	
		Panjang	Lebar
1	Mesin Rip Saw	1.7	2.7
2	Mesin Planner	1.5	1
3	Mesin Jointer	1.1	0.5
4	Mesin Cross Cut	1.3	1.2
5	Mesin Bor	1.5	2.1

4.2.4 Data Struktur Produk

Produk *Coffe Table* memiliki dua tipe yang berbeda, dimana perbedaan tersebut terletak pada dimensinya. Adapun jenis Coffe Table terbagi menjadi 2 yaitu :

A. *Coffe Table* berukuran 100 x 100 x H 45

B. *Coffe Table* berukuran 60 x 60 x H 45

Pada penelitian ini, peneliti hanya akan meneliti Coffe Table tipe A yakni *Coffe Table* berukuran 100 x 100 x H 45. Adapun Bill Of Material dari produk *Coffe Table* ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.5 *Bill Of Material* Produk *Coffe Table*

No	Nama Part	Work Center	Per Parent (unit)
1	Top (3 x 100x 100)	1	5
3	Kaki (8 x 8 x 42)	2	4
4	sdk dp & blk atas (2.5 x 5 x 92)	1	2
6	sdk spg atas(2.5 x 5 x 92)	2	2
8	sdk tgh bwh top (2.5 x 4 x 100)	2	1
10	sdk dp & blk bwh (2.5 x 4 x 98)	3	2
12	sdk spg bwh (2.5 x 4 x 92)	3	2
14	sdk tgh bwh pp bwh (2.5 x 4 x 84)	3	2
16	pp bwh (pas) (1.5 x 84 x 100)	3	5

Aliran material yang akan dianalisis adalah dari pembahanan hingga finishing sehingga sebagai urutan produksi tiap-tiap part adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Urutan Pada Mesin Produksi Tiap-tiap part

No	Nama Part	Urutan Stasiun kerja
1	Top	1-2-3-4-B-C
2	Kaki	1-2-3-4-5-B-C
3	Frame dp & blk atas	1-2-3-4-5-B-C
4	Frame spg atas	1-2-3-4-5-B-C
5	Frame tgh bwh top	1-2-3-4-5-B-C
6	Frame dp & blk bwh	1-2-3-4-5-B-C
7	Frame spg bwh	1-2-3-4-5-B-C
8	Frame tgh bwh pp bw	1-2-3-4-5-B-C
9	Papanp bwh	1-2-3-4-B-C

Part frame mempunyai urutan produksi yang sama dengan dimensi yang hampir sama sehingga waktu produksinya dianggap sama.

4.2.5 Jadwal Kerja Perusahaan

Dalam satu minggu, perusahaan beroperasi selama enam hari, yaitu mulai hari senin sampai dengan sabtu, sedangkan hari minggu libur. Dengan jam kerja mulai dari pukul 07.00 – 16.00 dengan waku istirahat dari pukul 12.00 – 13.00 sehingga jumlah jam kerja dalam satu minggu adalah 48 jam kerja.

4.2.6 Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen dan Peralatan material Handling

Jumlah tenaga kerja total pada bagian produksi adalah 30 orang. Adapun alokasi untuk tiap departemen ditampilkan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Alokasi dan Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen

Departemen	Alokasi Jumlah Tenaga Kerja
Pembahanan	7
Assembly	15
Finishing	8

Peralatan material handling yang digunakan adalah sebuah gerobak dengan dimensi 1.2m x 2.55m. Dengan harga Rp.300.000 dan umur ekonomis 5 tahun. Kecepatan gerobak adalah konstan 50 meter per detik.

4.2.7 Lead Time Produksi

Untuk memproduksi 100 produk total waktu yang dibutuhkan rata-rata adalah satu bulan atau dalam 28 hari kerja adalah 3.8 produk perhari.

4.2.8 Data Waktu Proses di Setiap Mesin

Pengamatan terhadap waktu proses dilakukan sebanyak 30 kali pengamatan untuk masing-masing mesin dan masing-masing part. Adapun waktu proses tersebut memiliki distribusi tertentu. Untuk mengetahui distribusi dari masing-masing waktu proses, maka digunakan fasilitas Stat Fit pada ProModel.

1. Data waktu proses pada Mesin Rip Saw

   a. Part TOP dan Papan (detik)

10.83	10.75	10.29
10	10.77	10.03
10.61	10.29	10.65
10.75	10.12	10.63
10.45	10.4	10.69
10.2	10.95	10.73
10.73	10.78	10.37
10.76	10.56	10
10.29	10.05	10.03
10.23	10.87	10.65

   b. Part Kaki (detik)

10.37	11.40	11.12
10.52	11.52	10.20

11.61	10.81	11.28
10.52	10.21	11.24
10.96	10.74	11.38
10.51	11.02	11.85
10.86	10.36	10.58
11.10	10.55	10.75
10.79	11.65	11.03
10.25	11.71	11.05

c. Part Sunduk / Frame (detik)

9.95	9.74	10.16
9.09	9.83	10.6
9.24	9.5	9.79
10.74	10.77	9.7
9.88	9.22	10.62
10.2	10.3	9.77
9.54	9.35	10.33
9.47	9.43	10.78
9.41	9.37	10.44
9.36	10.14	9.42

2. Data waktu proses pada Mesin Planner

a. Part TOP dan Papan (detik)

11.29	11.22	10.91
10.17	10.12	11.35
10.51	11.12	10.21
10.99	10.08	10.17
10.34	11.14	10.64
10.18	10.45	11.27
10.45	10.46	10.27
10.59	10.8	10.66
10.27	10.35	10.21
10.77	10.31	11.22

b. Part Kaki (detik)

11.84	12.23	11.64
10.07	10.21	10.02
10.04	10.19	11.73
10.86	10.24	10.02
12.97	12.75	10.21
12.76	10.52	10.37
10.48	10.61	12.13
10.87	10.55	10.78
10.69	10.86	12.39
12.95	10.01	10.8

c. Part Sunduk / Frame (detik)

10.42	11.17	10.19
11.23	11.05	10.43
10.56	11.19	11.55
10.37	10.56	11.26
10.42	11.38	10.44
11.04	10.59	10.15
10.97	10.92	10.19
10.48	11.43	10.28
11.66	10.18	11.35
10.77	10.06	10.75

3. Data waktu proses pada Mesin Jointer

a. Part TOP dan Papan (detik)

10.45	11.46	12.53
11.88	11.95	10.56
10.28	10.09	10.26
11.24	12.29	11.15
12.04	10.29	11.07
11.34	10.34	11.41
11.87	10.84	11.52
11.14	12.05	11.47

11.82	12.50	10.78
11.20	12.17	11.81

b. Part Kaki (detik)

10.80	10.81	10.88
10.80	10.80	10.78
10.80	10.80	10.65
10.80	10.78	10.67
10.88	10.88	10.80
10.78	10.66	10.80
10.64	10.80	10.66
10.86	10.81	10.66
10.80	10.80	10.80
10.82	10.64	10.81

c. Part Sunduk / Frame (detik)

10.07	10.10	9.82
9.64	9.22	10.90
10.31	10.51	9.98
10.22	9.91	10.94
9.66	10.44	10.08
9.21	10.72	9.55
10.56	9.16	9.28
10.80	10.25	9.45
9.49	10.35	10.73
10.95	9.41	10.75

4. Data waktu proses pada Mesin Cross Cut

a. Part TOP dan Papan (detik)

15.57	15.25	16.27
15.36	15.72	15.05
16.48	15.45	16.97

15.54	16.60	15.00
16.48	16.89	15.68
15.16	16.57	15.86
15.07	15.47	15.89
16.87	15.85	15.07
15.13	16.83	16.13
15.39	16.64	16.62

b. Part Kaki (detik)

15.52	16.78	17.02
15.47	16.88	16.70
15.29	15.30	16.82
17.15	16.14	17.62
16.36	15.48	16.36
16.43	16.44	16.63
17.63	15.65	15.82
17.28	16.78	16.21
17.26	16.20	17.89
15.35	17.43	16.49

c. Part Sunduk / Frame (detik)

15.71	16.31	15.19
17.83	15.16	15.75
15.96	18.73	15.69
16.26	16.89	18.07
15.40	18.37	16.50
15.09	15.43	17.99
16.57	15.53	15.30
17.09	18.00	16.88
15.82	16.62	16.79
17.85	18.20	17.43

5. Data waktu proses pada Mesin Bor

a. Part kaki (Detik)

15.71	16.88	15.19
16.50	16.79	15.75
17.99	17.83	15.69
15.30	15.96	18.07
15.53	18.37	17.09
15.09	15.43	15.82
16.57	15.16	17.85
16.26	18.00	18.73
15.40	16.62	16.89
16.31	18.20	17.43

b. Part Sunduk / Frame (Detik)

15.52	16.78	18.02
15.47	16.88	16.70
18.29	15.15	16.82
17.15	18.14	19.62
16.36	15.48	19.36
16.43	16.44	17.63
17.63	15.65	15.82
19.28	16.78	15.21
19.26	19.20	17.89
15.35	17.43	16.49

4.2.9 Data Waktu Proses di Departemen Perakitan

Waktu proses pada perakitan sebagai berikut :

44.38	45.22	45.74
43.90	44.88	44.49
45.40	44.83	44.98
45.15	44.63	46.11
44.43	45.88	44.76
44.42	45.26	44.17

45.78	45.16	44.48
44.58	45.61	44.90
44.95	44.89	45.99
44.70	45.08	45.33

4.2.10 Data Waktu Proses di Departemen Finishing

5.40	5.44	5.53
5.30	5.52	5.35
5.36	5.40	5.50
5.29	5.39	5.43
5.34	5.44	5.33
5.34	5.33	5.38
5.45	5.46	5.35
5.46	5.42	5.48
5.33	5.38	5.32
5.48	5.43	5.40

4.2.11 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi dapat dilihat pada lampiran

4.2.12 Data Output Produksi harian

CV Pakis Furniture dapat menyelesaikan order sebanyak 100 produk dalam 20 hari kerja.

4.3 Pengolahan Data

Dari data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan tujuan dari penelitian. Ketepatan pengolahan data tergantung ketepatan perhitungannya. Jika hal tersebut di penuhi diharapkan keakuratan hasil yang diperoleh akan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan perhitungan model matematis untuk menentukan ongkos material handling (OMH) pada *layout* sistem nyata pembuatan produk *Coffe* Table di CV Pakis Furniture. Selanjutnya, hasil pengolahan data ini akan dibandingkan dengan perhitungan OMH setelah dilakukan perubahan layout produksi ketika filosofi Just In Time diterapkan pada pembuatan produk Coffe Table.

4.3.1 Penentuan Jarak Antar Stasiun Kerja Layout Awal

Berdasarkan Layout awal, maka jarak Euclidean antar stasiun kerja dapat kita hitung dengan terlebih dahulu dengan mendata pusat tiap stasiun kerja (Titik Centroid)

Tabel 4.8. Titik Centroid Awal Departemen

No	Simbol	Departemen	koordinat	
			x	y
1	A	Departemen Pembahanan	15	10.5
2	B	Departemen Perakitan	26	38.5
3	C	Departemen Finishing	25	106
4	D	Departemen Pengovenan	5	104

Tabel 4.9. Titik Centroid Awal Mesin-Mesin Pada Departemen Pembahanan

Simbol	Jenis Mesin	Koordinat	
		x	y
1	Mesin Rip saw	14.65	13.11
2	Mesin Planner/Thickneser	3.7	10.5
3	Mesin Jointer	4.45	4.25
4	Mesin Crosscut	3.85	14.4
5	Mesin Bor/chisel	14.25	3.95

Dari data–data masing–masing stasiun kerja tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan jarak antar stasiun kerja yang saling berhubungan, misalnya pada jarak antara Departemen A ke Departemen B sebagai berikut :

Perhitungan Jarak Euclidean : $\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$

(1-2) : $\sqrt{(15-26)^2 + (10.5-38.5)^2} = 11.26$

Sehingga didapatkan jarak antar departemen dan jarak antar mesin sebagai berikut:

Tabel 4.10. Jarak Antar Stasiun Kerja Awal

	1	2	3	4	5	B	C
1	0.00	11.26	13.51	10.88	9.17	27.81	93.46
2		0.00	6.29	3.90	12.42	35.80	97.85
3			0.00	10.17	9.80	40.47	103.80
4				0.00	14.74	32.73	94.01
5					0.00	36.49	102.61
B						0.00	67.51
C							0.00

4.3.2 Penentuan Frekuensi Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Awal

Dalam menentukan besarnya aliran (Frekuensi) material handling dari satu stasiun kerja ke satu stasiun kerja yang lain, dipengaruhi beberapa faktor, antara lain :

1. Besarnya jumlah produksi per periode
2. Banyaknya komponen tiap item komponen produk
3. Urutan aliran produksi dari tiap komponen
4. Urutan/Lot Size tiap komponen dalam sekali proses pemindahan material

Jumlah produksi per bulan adalah 100 unit Coffe Table sehingga kebutuhan part Coffe table adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11. Kebutuhan Part per 100 produk

No	Keterangan	Kebutuhan Part per unit	Kebutuhan Part
1	top (pas)	5	500
2	kaki (pas)	4	400
3	sdk dp & blk atas	2	200
4	sdk spg atas	2	200
5	sdk tgh bwh top	1	100
6	sdk dp & blk bwh	2	200
7	sdk spg bwh	2	200
8	sdk tgh bwh pp bwh	2	200
9	pp bwh (pas)	5	500

Urutan aliran produksi tiap part :

Tabel 4.12. Urutan Aliran Produksi Tiap Part Awal

No	Nama Part	Urutan Stasiun Kerja
1	top (pas)	1-2-3-4-B-C
2	kaki (pas)	1-2-3-4-5-B-C
3	sdk dp & blk atas	1-2-3-4-5-B-C
4	sdk spg atas	1-2-3-4-5-B-C
5	sdk tgh bwh top	1-2-3-4-5-B-C
6	sdk dp & blk bwh	1-2-3-4-5-B-C
7	sdk spg bwh	1-2-3-4-5-B-C
8	sdk tgh bwh pp bwh	1-2-3-4-5-B-C
9	pp bwh (pas)	1-2-3-4-B-C

Untuk selanjutnya part sunduk/frame mempunyai dimensi yang hampir sama dengan waktu proses yang sama, sehingga keenam part tersebut diketegorikan menjadi part Frame. Lot pemindahan material untuk semua jenis part dalam Departemen Pembahanan adalah 10, sedangkan pemindahan material dari Departemen Perakitan ke Departemen Finishing adalah 1.

Frekuensi pemindahan part antar Stasiun kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{i-j} = \sum \frac{n_{mat}}{C}$$

dimana,

f_{i-j} = frekuensi pemindahan dari mesin i ke mesin j

nmat = jumlah unit part yang dipindah

C = ukuran lot pemindahan

Sehingga frekuensi pemindahan antar mesin adalah sebagai berikut :

$$f_{1-2} = \frac{500}{10} + \frac{400}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{100}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{500}{10} = 250 \text{ kali}$$

$$f_{2-3} = \frac{500}{10} + \frac{400}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{100}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{500}{10} = 250 \text{ kali}$$

$$f_{3-4} = \frac{500}{10} + \frac{400}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{100}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{500}{10} = 250 \text{ kali}$$

$$f_{4-5} = \frac{400}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{100}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} = 150 \text{ kali}$$

$$f_{4-B} = \frac{500}{10} + \frac{500}{10} = 100 \text{ kali}$$

$$f_{5-B} = \frac{400}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{100}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} + \frac{200}{10} = 150 \text{ kali}$$

Untuk perpindahan dari departemen perakitan ke departemen finishing berupa meja sehingga frekuensi perpindahan sebagai berikut :

$$f_{4-B} = \frac{100}{1} = 100$$

Setelah dilakukan perhitungan frekuensi aliran material dan jarak antar stasiun kerja , maka dapat ditentukan jarak total yang ditempuh selama berlangsungnya kegiatan proses produksi. Jarak total berdasarkan Metode Euclidean adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13. Frekuensi Aliran Material Antar Stasiun Kerja Awal

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi
	Dari	Ke		
1	1	2	11.26	250
2	2	3	6.29	250
3	3	4	10.17	250
4	4	5	14.74	150
5	4	B	32.73	100
6	5	B	36.49	150
7	B	C	67.51	100

4.3.3 Penentuan Jarak Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Awal

Untuk menentukan total jarak perpindahan material antar stasiun kerja adalah dengan mengalikan frekuensi pemindahan dengan jarak antar stasiun kerja.

Misal untuk total perpindahan pada stasiun kerja 1 ke 2 adalah :

= 11.26 x 250

= 2814.19m

Sehingga tabel jarak perpindahan material sebagai berikut :

Tabel 4.14.Total Jarak Perpindahan Material Awal

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)
	Dari	Ke			
1	1	2	11.26	250	2814.19
2	2	3	6.29	250	1573.71
3	3	4	10.17	250	2541.93
4	4	5	14.74	150	2211.48
5	4	B	32.73	100	3273.27
6	5	B	36.49	150	5474.00
7	B	C	67.51	100	6750.74
Total			**179.20**	**1250**	**24639.33**

4.3.4 Pembuatan Layout Usulan

Pengelompokan mesin-mesin pada departemen dilakukan berdasarkan famili part untuk membentuk suatu sel manufaktur menggunakan *incidence matrix* untuk mengetahui membentuk part familes sekaligus mengidentifikasikan mesin-mesin yang dibutuhkan oleh setiap part dalam proses produksinya yang selanjutnya dikelompokan dalam *machine group*.

Matrik awal (*initial matrik)* adalah sebagai berikut :

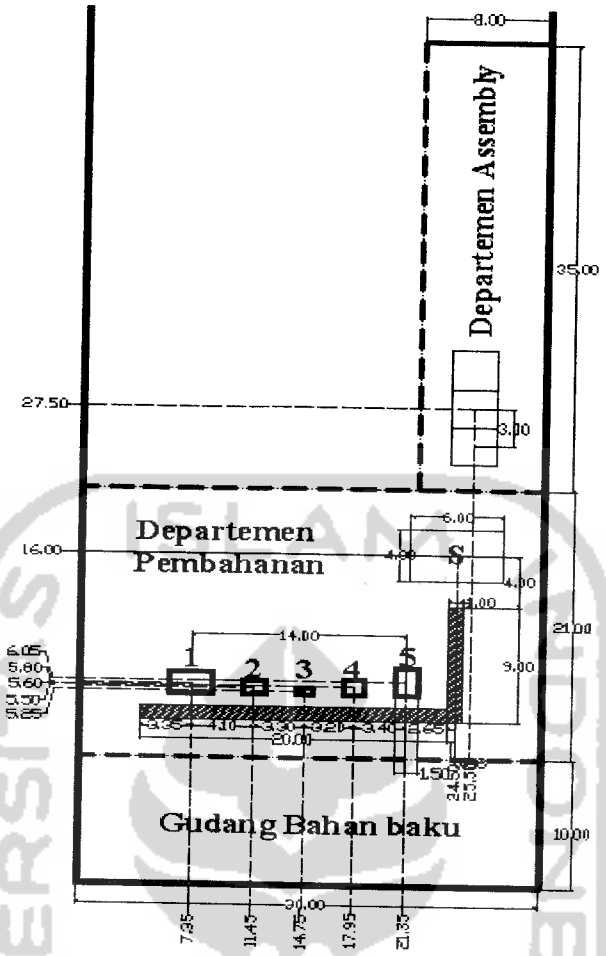
Tabel 4.15. *Initial Matrix*

		Mesin				
		1	2	3	4	5
Part	1	1	1	1	1	0
	2	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	0

Dari pengamatan *incidence matrix* diketahui bahwa *part* dapat dikelompokkan dalam satu *family* karena hanya terdapat dua nilai 0 pada keseluruhan matrik. Oleh karena itu mesin produksi yang digunakan dapat dikelompokkan dalam satu sel manufaktur. Pengelompokan yang diusulkan adalah menggunakan *Group Technology Flow Line Layout.*

Untuk menerapkan JIT pada lantai produksi pabrik maka dibutuhkan stacking area untuk menampung part sebelum dibawa ke perakitan. Kebutuhan luas yang diusulkan adalah 18 m^2 dan ditempatkan di departemen Pembahanan karena pada departemen tersebut masih banyak tersisa *space.*

Untuk menerapkan konsep *one-piece flow* pada sel dimana didalam filosofinya menggunakan ukuran batch yang kecil, atau dalam filosofi *Lean manufacturing* batch terbaik adalah satu, maka usulan perpindahan material pada Departemen Pembahanan diusulkan menggunakan conveyor.



Gambar 4.3. Layout Usulan Departemen Pembahanan dan Assembly

Keterangan :

Simbol	Keterangan
1	Mesin Rip Saw
2	Mesin Planner
3	Mesin Jointer
4	Mesin Cross Cut
5	Mesin Bor
S	Stacking Area
	Conveyor
	Tembok
	Batas Departemen tanpa tembok

4.3.5 Penentuan Jarak Antar Stasiun Kerja Layout Usulan

Berdasarkan Layout awal, maka jarak Euclidean antar stasiun kerja dapat kita hitung dengan terlebih dahulu dengan mendata pusat tiap stasiun kerja (Titik Centroid)

Tabel 4.16. Koordinat Departemen Produksi Usulan

No	Simbol	Departemen	koordinat	
			x	y
1	A	Departemen Pembahanan	15	10.5
2	B	Departemen Perakitan	25.5	27.5
3	C	Departemen Finishing	25	106
4	D	Departemen Pengovenan	5	103.5

Tabel 4.17. Koordinat Stasiun Kerja Pada Pada Departemen Pembahanan Usulan

Simbol	Jenis Mesin	Koordinat	
		x	y
1	Mesin Rip saw	7.35	5.85
2	Mesin Planner	11.45	5.5
3	Mesin Jointer	14.75	5.25
4	Mesin Crosscut	17.95	5.6
5	Mesin Bor/chisel	21.35	6.05
6	Stacking Area	24.5	16

Perhitungan Jarak Euclidean : $\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$

(1-2) : $\sqrt{(7.35 - 11.45)^2 + (5.85 - 5.5)^2} = 4.11$

Sehingga didapatkan jarak antar departemen dan jarak antar mesin setelah dilakukan perubahan layout sebagai berikut:

Tabel 4.18. Jarak Antar Stasiun Kerja Usulan

		Jarak Antar Stasiun Kerja							
		1	2	3	4	5	S	B	C
Stasiun Kerja	1	0	4.11	7.42	10.60	14.00	19.93	28.25	101.69
	2		0	3.31	6.50	9.92	16.75	26.10	101.41
	3			0	3.22	6.65	14.51	24.71	101.27
	4				0	3.43	19.50	23.16	100.65
	5					0	16.15	21.85	100.02
	S						0	11.54	90.00
	B							0	78.50
	C								0

4.3.6 Penentuan Frekuensi Pemindahan Antar Stasiun Kerja Layout Usulan

Urutan aliran produksi tiap part usulan :

Tabel 4.19 Urutan Aliran Produksi Tiap Part Usulan

No	Nama Part	Urutan Stasiun Kerja
1	top (pas)	1-2-3-4-S-B-C
2	kaki (pas)	1-2-3-4-5-S-B-C
3	Frame dp & blk atas	1-2-3-4-5-S-B-C
4	Frame spg atas	1-2-3-4-5-S-B-C
5	Frame tgh bwh top	1-2-3-4-5-S-B-C
6	Frame dp & blk bwh	1-2-3-4-5-S-B-C
7	Frame spg bwh	1-2-3-4-5-S-B-C
8	Frame tgh bwh pp bwh	1-2-3-4-5-S-B-C
9	pp bwh (pas)	1-2-3-4-S-B-C

Lot pemindahan material untuk semua jenis part ke Stacking area menggunakan conveyor sehingga lot pemindahan adalah adalah 1.

Frekuensi pemindahan part antar Stasiun kerja dapat dihitung dengan rumus :

Sehingga frekuensi pemindahan antar mesin adalah sebagai berikut :

f_{1-2} = 500+400+200+200+100+200+200+200+500 = 2500 kali

f_{2-3} = 500+400+200+200+100+200+200+200+500 = 2500 kali

f_{3-4} = 500+400+200+200+100+200+200+200+500 = 2500 kali

f_{4-5} = 400+200+200+100+200+200+200 = 1500 kali

f_{5-S} = 500+500 = 1000 kali

f_{4-S} = 400+200+200+100+200+200+200 = 1500 kali

Perpindahan material dari Stacking area ke Assembly menggunakan gerobak dorong oleh kumbang putar dengan lot pemindahan part adalah sesuai dengan jumlah part yang dibutuhkan untuk membuat satu meja yaitu 25. dengan perincian 5 parttop, 5 part papan bawah, 11 part frame dan 4 part kaki. Sehingga

$$f_{S-B} = \frac{2500}{25} = 100$$

Untuk perpindahan dari departemen perakitan ke departemen finishing menggunakan gerobak dorong dengan lot pemindahan satu berupa meja sehingga frekuensi perpindahan sebagai berikut :

$$f_{4-B} = \frac{100}{1} = 100$$

Tabel 4.20 Frekuensi Perpindahan Antar Stasiun Kerja Usulan

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi
	Dari	Ke		
1	1	2	4.11	2500
2	2	3	3.31	2500
3	3	4	3.22	2500
4	4	5	3.43	1500
5	4	S	19.50	1000
6	5	S	16.15	1500
Total Conveyor			**49.72**	**11500**
7	S	B	11.54	100
8	B	C	78.50	100
Total			**139.76**	**11700**

4.3.7 Penentuan Total Jarak Penanganan Material Layout Usulan

Total jarak perpindahan material pada conveyor adalah sebagai berikut :

Tabel 4.21 Total Jarak Antar Stasiun Kerja Usulan

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)
	Dari	Ke			
1	1	2	4.11	2500	10275.00
2	2	3	3.31	2500	8275.00
3	3	4	3.22	2500	8050.00
4	4	5	3.43	1500	5145.00
5	4	S	19.50	1000	19500.00
6	5	S	16.15	1500	24225.00
Total Conveyor			**49.72**	**11500**	**75470.00**
7	S	B	11.54	100	1154.00
8	B	C	78.50	100	7850.00
Total			**139.76**	**11700**	**84474.00**

Sedangkan total jarak perpindahan material pada Stacking area ke perakitan oleh kumbang putar :

= frekuensi x jarak perpindahan

=100 x 11.54 = 1154m

Total jarak dari perakitan ke *finishing* :

= frekuensi x jarak perpindahan

=100 x 78.50 = 7850m

4.3.8 Uji Keseragaman Data Waktu Proses

Dalam proses pengukuran waktu kerja, diperlukan kegiatan pengujian terhadap data yang dikumpulkan. Kegiatan pengujian tersebut dimulai dari analisis atas konsistensi kerja operator sampai dengan analisis atas jumlah data yang seharusnya dikumpulkan.

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data.

Waktu proses yang dimiliki setiap part pada masing-masing mesin produksi pada pembuatan produk *Coffe Table* didapatkan berdasarkan pengamatan sebanyak 30 kali. Dari data ini dilakukan pengujian keseragaman data dengan menggunakan rumus :

$$UCL = \overline{X} + k\sigma$$

$$LCL = \overline{X} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{N-1}}$$

Dengan :

UCL = Upper Control Limit / Batas Kontrol Atas

LCL = Lower Control Limit / Batas Kontrol Bawah

$\overline{X}$ = Nilai Rata-rata

σ = Standart Deviasi

k = Tingkat keyakinan

Contoh uji keseragaman data untuk part Top pada mesin Ripsaw :

$\overline{X}$ = 10.48

k = 2

$$\sigma = \sqrt{\frac{(10.83-10.48)^2 + (10-10.48)^2 + (10.61-10.48)^2 + \ldots + (10.65-10.48)^2}{30-1}}$$

= 0.30

UCL = 10.48 +(2 x 0.30)

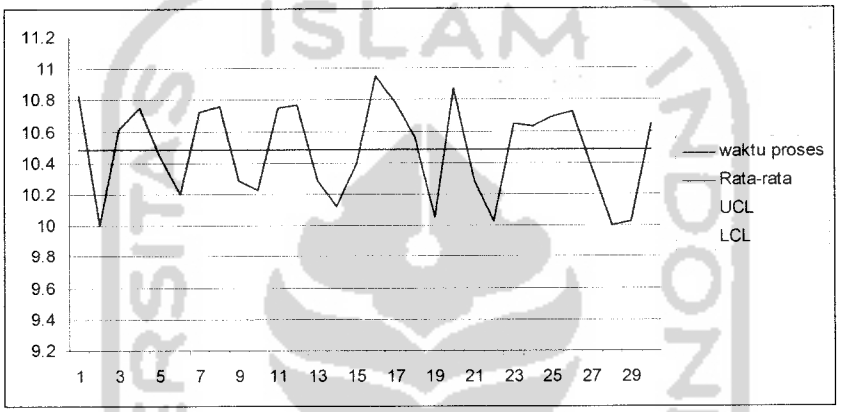
= 11.08

LCL = 10.48 – (2 x 0.30)

= 9.88

Nilai minimum waktu proses part Top pada mesin Ripsaw = 10.00.

Nilai Maksimum waktu proses part Top pada mesin Ripsaw = 10.95.



Gambar 4.4 Grafik Keseragaman Data Waktu Proses Part Top pada Mesin Rip Saw

Dari perhitungan diatas, terlihat bahwa nilai minimum dan maksimum waktu proses part Top pada mesin Ripsaw masih berada diantara range UCL dan LCL. Maka data waktu proses ini dapat dikatakan seragam.

Hasil Uji Keseragaman Data adalah sebagai berikut :

Tabel 4.22 Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Tiap Part

Stasiun Kerja	Part	$\bar{X}$	Minimum	Maximum	σ	UCL	LCL	Keterangan
Rip Saw	Top	10.48	10	10.95	0.3	11.08	9.88	Seragam
	Papan	10.48	10	10.95	0.3	11.08	9.88	Seragam
	Kaki	10.93	10.2	11.85	0.48	11.88	9.98	Seragam
	Frame/sunduk	9.87	9.09	10.78	0.52	10.91	8.84	Seragam
Planer	Top	10.62	10.08	11.35	0.41	11.45	9.79	Seragam
	Papan	10.62	10.08	11.35	0.41	11.45	9.79	Seragam
	Kaki	11.06	10.01	12.97	1	13.05	9.07	Seragam
	Frame/sunduk	10.77	10.06	11.66	0.47	11.72	9.82	Seragam
Jointer	Top	11.33	10.09	12.53	0.72	12.76	9.89	Seragam
	Papan	11.33	10.09	12.53	0.72	12.76	9.89	Seragam
	Kaki	10.78	10.64	10.88	0.07	10.92	10.63	Seragam
	Frame/sunduk	10.08	9.16	10.95	0.58	11.23	8.93	Seragam
Cross Cut	Top	15.9	15	16.97	0.66	17.21	14.58	Seragam
	Papan	15.9	15	16.97	0.66	17.21	14.58	Seragam
	Kaki	16.48	15.29	17.89	0.75	17.99	14.97	Seragam
	Frame/sunduk	16.61	15.09	18.73	1.11	18.84	14.38	Seragam
Bor	Kaki	16.61	15.09	18.73	1.11	18.84	14.38	Seragam
	Frame/sunduk	17.07	15.15	19.62	1.37	19.81	14.34	Seragam
Perakitan		45	43.9	46.11	0.56	46.11	43.89	Seragam
Finishing		5.4	5.29	5.53	0.07	5.53	5.27	Seragam

4.3.9 Uji Kecukupan Data Waktu Proses

Pengujian data yang kedua adalah uji kecukupan data. Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah data yang cukup secara obyektif. Uji kecukupan data menggunakan rumus :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Dengan :

k = Tingkat Keyakinan = 95% = 2

s = Derajat Ketelitian = 0.05

N = Jumlah data pengamatan

N' = Jumlah data teoritis

Jika N'< N, maka data dianggap cukup.

Contoh uji kecukupan data untuk part Top pada mesin Ripsaw :

$\sum X = 314.46$

$\left(\sum X\right)^2 = 98885.09$

$\sum X^2 = 3298.785$

N = 30

$$N' = \left[\frac{{}^{2}/_{0.05}\sqrt{(30 \times 3298.785) - 98885.09}}{314.46}\right]^2$$

$= 1.269488029 \approx 1.27$

Diketahui bahwa N'< N, yaitu 1.27 < 30, maka data dikatakan cukup untuk digunakan dalam penelitian ini.

Hasil Uji Kecukupan Data adalah sebagai berikut :

Tabel 4.23 Hasil Uji Kecukupan Data Waktu Proses Tiap Part

Stasiun Kerja	Part	N	k	S	$\sum X$	$(\sum X)^2$	$\sum X^2$	N'	Keterangan
Rip Saw	Top	30	2	0.05	314.46	98885.09	3298.79	1.27	Cukup
	Papan	30	2	0.05	314.46	98885.09	3298.79	1.27	Cukup
	Kaki	30	2	0.05	327.94	107541.63	3591.27	2.93	Cukup
	Frame/sunduk	30	2	0.05	296.14	87698.90	2931.07	4.25	Cukup
Planer	Top	30	2	0.05	318.52	101454.99	3386.82	2.36	Cukup
	Papan	30	2	0.05	318.52	101454.99	3386.82	2.36	Cukup
	Kaki	30	2	0.05	331.79	110084.60	3698.26	12.54	Cukup
	Frame/sunduk	30	2	0.05	325.33	105840.85	3538.70	4.84	Cukup
Jointer	Top	30	2	0.05	339.80	115464.72	3863.73	6.20	Cukup
	Papan	30	2	0.05	339.80	115464.72	3863.73	6.20	Cukup
	Kaki	30	2	0.05	323.12	104406.53	3480.42	0.09	Cukup
	Frame/sunduk	30	2	0.05	302.46	91480.68	3058.98	5.05	Cukup
Cross Cut	Top	30	2	0.05	476.87	227402.52	7592.62	2.65	Cukup
	Papan	30	2	0.05	476.87	227402.52	7592.62	2.65	Cukup
	Kaki	30	2	0.05	494.37	244406.44	8163.36	3.24	Cukup
	Frame/sunduk	30	2	0.05	498.40	248403.16	8316.13	6.96	Cukup
Bor	Kaki	30	2	0.05	498.40	248403.16	8316.13	6.96	Cukup
	Frame/sunduk	30	2	0.05	512.23	262378.24	8800.09	9.91	Cukup
Perakitan		30	2	0.05	1350.07	1822694.9	60765.4	0.23	Cukup
Finishing		30	2	0.05	162.03	26253.72	875.25	0.23	Cukup

4.4 Simulasi Sistem

4.4.1 Formulasi Sistem

Tahap ini merupakan landasan permasalahan penelitian yang akan dikaji. Sesuai dengan batasan masalah, variable yang akan dikaji dalam suatu sistem adalah biaya *material handling* Produksi yang dimulai dari proses pembahanan sampai proses finishing, dengan menganalisa dari output simulasi yaitu hasil keluaran end produk yang terjadi dalam simulasi sistem.

4.4.2 Pengumpulan Data Simulasi

Supaya Model yang disimulasi dapat menyerupai sistem nyatanya, maka harus mengidentifikasikan bagian model simulasi, yaitu sebagai berikut

1. Entitas adalah bahan baku, yang diidentifikasikan sebagai Jenis bahan baku untuk membuat part-part tertentu.
2. Atribut untuk identifikasi jenis-jenis part yang mengalami beberapa proses yang berbeda
3. Variable sistem adalah total end produk, WIP dan Lead Time Produksi
4. Sumber daya sistem adalah Operator atau pekerja yang berperan dalam memproduksi end produk.
5. Path Network adalah jalur untuk resource bergerak dan berpindah.
6. Antrian sistem adalah waktu menunggu atau ditahannya part sebelum proses. Dimana besarnya ditentukan dari hasil pengamatan sistem
7. Kejadian(event) adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada tiga kejadian umum dalam simulasi ini, yaitu *Arrival* (kedatangan), *Departure* (entiti meninggalkan sistem), dan *The End* (simulasi berhenti)
8. Simulation Clock adalah nilai sekarang dari waktu dalam simulasi.
9. Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulai dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula (identical part), tetapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah (independent part) untuk membangkitkan

waktu antar kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu simulasi yang diinginkan untuk setiap replikasi disebut *Run Hours* yaitu selama 8 jam kerja, sedangkan banyaknya replikasi disebut *Number Of Replication* yaitu sebanyak 1 replikasi. Dimana 1 replikasi menunjukkan bahwa simulasi dijalankan selama 1 hari.

Sistem yang akan dimodelkan dan disimulasikan adalah sistem produksi pada CV Pakis Furniture yang menerapkan filosofi JIT. Oleh karena itu, sebelum memodelkan dan mensimulasikan sistem tersebut, kita menentukan rancangan model yang menerapkan filosofi JIT pada proses produksi CV. Pakis Furniture.

Dalam model JIT ini, dilakukan identifikasi pemborosan. Pemborosan yang terdapat pada proses produksi di CV. Pakis Furniture diantaranya :

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

Setelah dilakukan identifikasi pemborosan, maka kita merancang beberapa tindakan yang dapat meminimasi bahkan menghilangkan pemborosan tersebut. Diantaranya :

1. Jumlah bahan baku yang datang sesuai dengan jumlah order yang diterima oleh CV. Pakis Furniture.

2. Untuk memudahkan perpindahan part antar stasiun kerja selama produksi berlangsung, maka perusahaan menggunakan conveyor.
3. Pekerja yang bertugas, merupakan pekerja yang berfungsi ganda dan telah terlatih.
4. Terdapat perputaran kan'ban selama produksi
5. Adanya perubahan layout shop floor untuk mengoptimalkan proses produksi.

Beberapa rancangan model JIT di CV. Pakis Furniture adalah sebagai berikut :

1. Pembagian Elemen Kerja pada Departemen Perakitan

Tabel 4.24 Daftar Elemen Kerja dalam Sistem JIT

Kode	Elemen Kerja
A	Perakitan Kaki dan sunduk samping atas dan sunduk samping bawah
B	Perakitan frame 1 (sunduk depan atas, sunduk belakang atas, sunduk tengah bawah top)
C	Perakitan frame 2 (sunduk depan bawah, sunduk belakang bawah, sunduk tengah bawah papan bawah)
D	Perakitan Top
E	Perakitan papan bawah

2. Pembagian elemen kerja pada Departemen *Assembly*

Tabel 4.25 Pembagian Elemen Kerja pada Dept. *Assembly*

Jenis Stasiun Kerja	Jenis Aktivitas
Perakitan I	A
Perakitan II	B, C
Perakitan III	D, E

3. Alokasi jumlah tenaga kerja

Tabel 4.26 Alokasi Jumlah Tenaga Kerja dalam Sistem JIT

Departemen		Alokasi Jumlah Tenaga Kerja
Pembahanan		6
Assembly	SK I	2
	SK II	2
	Sk III	2
Finishing		8
Kumbang putar		1

4. Waktu Proses pada Departemen *Assembly*

Perakitan I :

9.50	10.37	10.81
9.49	10.29	10.03
10.19	10.15	9.75
9.92	9.79	10.67
9.12	10.42	9.79
10.14	9.84	9.47
10.79	9.90	10.08
9.57	10.79	9.85
10.42	10.54	10.52
9.37	9.51	9.96

Perakitan II :

19.18	18.88	18.55
18.97	18.81	18.62
19.2	18.68	19.31
19.03	18.99	19.09
19.6	19.49	18.98
18.55	19.4	19.28
19.2	19.15	18.99
18.94	18.45	18.72
19.2	18.61	19.15
19.38	19.04	19.12

Perakitan 3 :

15.70	15.97	16.38
15.44	15.78	15.84
16.01	16.00	15.92
16.20	15.85	16.35
15.71	15.97	15.99
15.73	16.02	15.42
15.79	16.11	15.41
16.07	16.37	16.33
15.33	15.74	16.32
15.95	16.53	16.25

Untuk informasi dan data akan dikumpulkan secara terpusat, yang akan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur operasi dan distribusi probabilitas untuk variable random yang terdapat dalam model. Data-data yang dijadikan informasi dalam simulasi tersebut adalah:

Tabel 4.27 Data dan Informasi Sistem Untuk Model

No	Data dan Informasi	Input Model	Keterangan
1	Jam Kerja	*Run Hours*	8 Jam Kerja/Hari
		Number Of Replication	1 hari
2	Jenis, Jumlah Mesin dan Kapasitas tiap SK	*Location*	31 lokasi,termasuk 6 mesin produksi
3	Jumlah Pekerja dan alur Pekerja	Path Network dan Resource	6 pekerja di Dept. Pembahanan, 3 di Dept. Perakitan, 1 kumbang putar dan 5 di Dept. Finishing
3	Urutan Proses	*Processing*	urutan proses tiap part
5	Kedatangan bahan baku	*Arrival*	Jenis Bahan Baku dan Logic yang digunakan
6	Jumlah kedatangan bahan baku setiap kali datang	*Arrival (Quantity Each* dan *Frekuensi)*	Jenis Bahan Baku dan Logic yang digunakan

7	Waktu proses tiap part di tiap mesin/perakitan	*Logic Simulation*	Wait dan *Logic Expression*
8	*WIP, End Produk*	*Variable*	*Logic Simulation*
9	Ukuran Lot	*Group size*	
10	Aturan Kanban	*Logic Simulation*	*Logic Simulation*

Sistem yang akan disimulasikan adalah sistem yang menerapkan filosofi Just In Time.

4.4.3 Pengolahan Distribusi Waktu

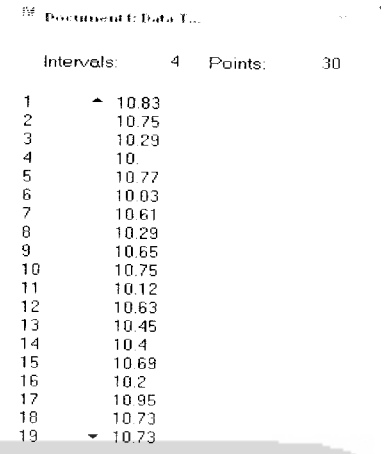
Dalam tahap ini, tidak dilakukan uji kecukupan data dan keseragaman data waktu yang telah ada. Namun akan dicari distribusi yang sesuai dengan menggunakan Stat Fit sebagai *toll* pembantu dari Software ProModel. Contoh tahapan pencarian distribusi yang sesuai untuk waktu proses adalah sebagai berikut:

1. Diketahui data waktu proses part Top dan Papan pada mesin Rip Saw adalah :

(Dalam Detik)

10.83	10.75	10.29
10	10.77	10.03
10.61	10.29	10.65
10.75	10.12	10.63
10.45	10.4	10.69
10.2	10.95	10.73
10.73	10.78	10.37
10.76	10.56	10
10.29	10.05	10.03
10.23	10.87	10.65

2. Memasukkan data tersebut ke tools ProModel yaitu Stat Fit, untuk mencari distribusi waktu yang sesuai :



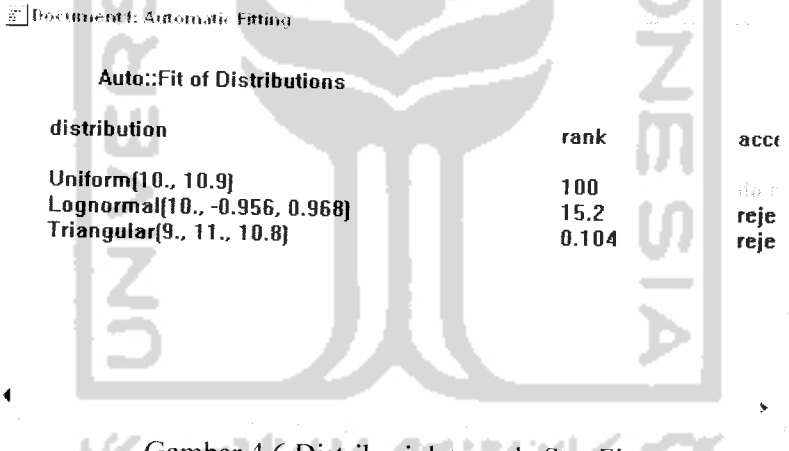
Document1: Data T...

Intervals: 4 Points: 30

1	10.83
2	10.75
3	10.29
4	10.
5	10.77
6	10.03
7	10.61
8	10.29
9	10.65
10	10.75
11	10.12
12	10.63
13	10.45
14	10.4
15	10.69
16	10.2
17	10.95
18	10.73
19	10.73

Gambar 4.5 Data Waktu Proses pada Stat Fit

Dari data tersebut, didapatkan distribusi yang sesuai, dengan menggunakan auto fit. Dan distribusi yang digunakan akan di-*export* *Fit* terlebih dahulu untuk selanjutnya akan digunakan pada software ProModel

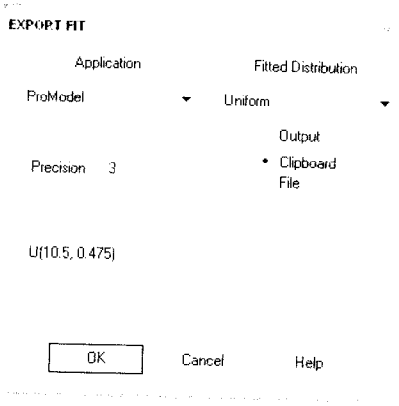


Document1: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

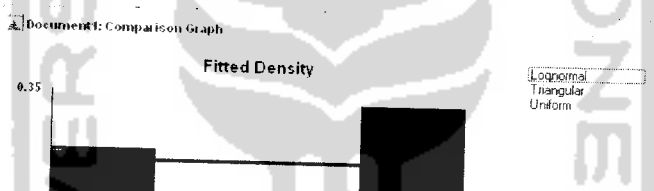
distribution	rank	acc
Uniform(10., 10.9)	100	
Lognormal(10., -0.956, 0.968)	15.2	reje
Triangular(9., 11., 10.8)	0.104	reje

Gambar 4.6 Distribusi data pada Stat Fit



Gambar 4.7 *Export Fit* Pada Stat Fit

3. Dari Hasil Stat Fit, diketahui bahwa distribusi data yang dimiliki oleh Waktu Proses part Top dan Papan pada mesin Rip Saw adalah Uniform dengan nilai minimum 10 dan nilai maksimum sebesar 10.95. Dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.8 Grafik Distribusi Uniform (10, 10.95)

4. Setelah diketahui distribusi yang sesuai, maka nilai distribusi tersebut dimasukkan ke dalam *logic simulation* pada software ProModel

4.4.4 Model Simulasi Sistem JIT

Model simulasi sistem JIT ini dibuat sebagai Lead untuk mengetahui Lead Time Produksi CV. Pakis Furniture selama filosofi JIT diterapkan dalam sistem

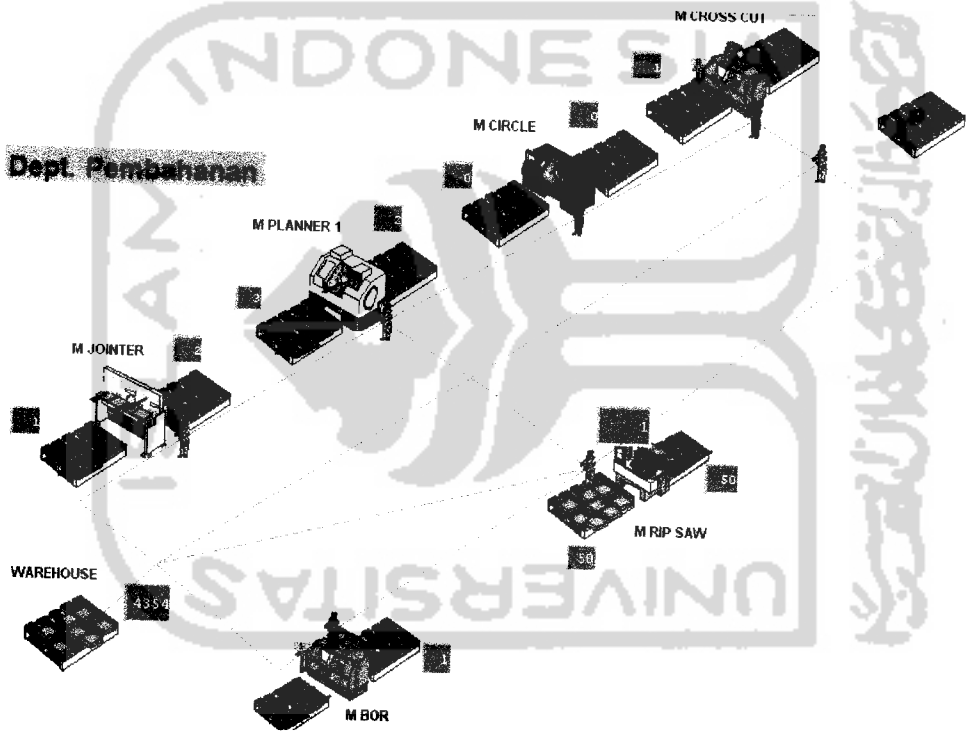
produksinya. Model Simulasi ProModel untuk Sistem JIT akan ditampilkan pada gambar 4.11

Tabel 4.28 Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Tiap Mesin

Nama Part	Jenis Mesin				
	Rip Saw	Planner	Jointer	Cross Cut	Bor
Top	U(10.5, 0.475)	10.+L(0.643, 0.594)	U(11.5, 1.46)	15.+E(0.895)	-
Papan	U(10.5, 0.475)	10.+L(0.643, 0.594)	U(11.5, 1.46)	15.+E(0.895)	-
Kaki	T(10., 10.6, 12.1)	10.+E(1.06)	10.+L(0.771, 8.73e-002)	U(16.4, 1.45)	T(15., 15.1, 19.4)
Frame/Sunduk	T(9., 9.29, 11.2)	T(7., 10.2, 14.3)	U(9.97, 0.975)	T(15., 15.1, 19.4)	T(15., 15.2, 20.6)

Tabel 4.29 Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Dept. Perakitan dan Dept. Finishing

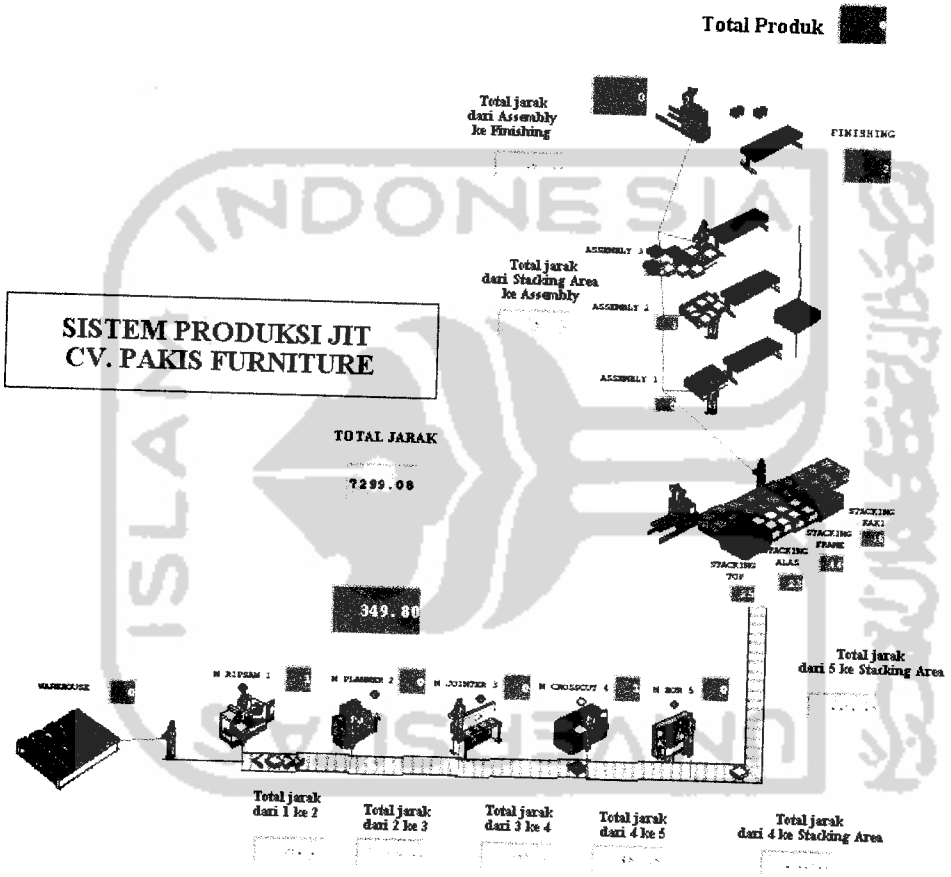
Nama Stasiun Kerja	Distribusi Waktu
Perakitan I	T(9., 9.91, 11.1)
Perakitan II	18.+L(1.02, 0.334)
Perakitan III	15.+L(0.958, 0.38)
Finishing	5.+L(0.401, 6.58e-002)



Gambar 4.9 Layout Awal Departemen Pembahanan CV. Pakis Furniture



Gambar 4.10 Layout Departemen Perakitan CV. Pakis Furniture



Gambar 4.11 Layout Usulan CV. Pakis Furniture

4.4.5 Menjalankan Program

Dengan menggunakan software ProModel 7.0, model yang telah dibuat tersebut dijalankan (*run*), dengan jumlah kedatangan part sebanyak 100. Hasil *report* simulasi dapat dilihat pada lampiran.

4.5 Penentuan Biaya Material Handling

4.5.1 Biaya Material Handling Layout Awal

Dalam penentuan biaya – biaya *material handling* (OMH) akan dipengaruhi oleh jenis peralatan yang digunakan, biaya (upah) tenaga kerja, jarak yang ditempuh perhari dan jumlah hari kerja. Peralatan *material handling* yang digunakan adalah gerobak. Keterangan mengenai alat material handling ini, adalah :

1. Jumlah 1 buah, dengan harga pembelian perunit Rp. 300.000,-. Dengan umur ekonomis 5 tahun.
2. Kebutuhan tenaga kerja 1 orang, dengan biaya tenaga kerja perhari sebesar Rp. 25.000 / orang.
3. Jam kerja adalah 8 jam / hari.
4. Jumlah hari kerja perbulan 26 hari, atau 312 hari pertahun.

Dari data–data tersebut maka perhitungan ongkos *material handling* dapat ditentukan sebagai berikut :

- Biaya penyusutan (metode garis lurus)

$$= \frac{300.000}{5 \times 12} = \text{Rp. } 5000/\text{Bulan}$$

$$= \frac{5000}{30} = \text{Rp.166.66/bulan}$$

=Rp.166.66 x 20 =Rp. 3,333.33 per hari

- Biaya tenaga kerja = Rp. 25.000 /hari x 20

= Rp. 500.000 per 20 hari

Biaya operasional = Biaya penyusutan + biaya tenaga kerja

=Rp 500,000+ Rp. 3,333.33 =Rp.503,333.33/bulan

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa ongkos operasional alat material handling per 20 hari sebesar Rp. Rp.503,333.33/bulan dan jarak total perpindahan per 20 hari sejauh 24639.33 m, sehingga besarnya ongkos *material handling* per meter adalah :

$$OMH/m = \frac{\text{cost}}{d}$$

$$= \frac{Rp.503{,}333.33}{24639.33}$$

= Rp. 20.43 / m.

Setelah diketahui *ongkos material* handling permeter dan total jarak untuk antar fasilitas produksi (mesin), maka dapat menentukan ongkos *material handling* secara total. Total ongkos *material handling* pada tiap aliran proses sebagai berikut :

Tabel 4.30. Total Ongkos *Material Handling* Pada Layout Awal

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak(m)	OMH/m	Total OMH (Rp)	
	Dari	Ke						
1	1	2	11.26	250	2814.19	20.43	Rp	57,493.89
2	2	3	6.29	250	1573.71	20.43	Rp	32,150.89
3	3	4	10.17	250	2541.93	20.43	Rp	51,931.62
4	4	5	14.74	150	2211.48	20.43	Rp	45,180.59
5	4	B	32.73	100	3273.27	20.43	Rp	66,873.00
6	5	B	36.49	150	5474.00	20.43	Rp	111,833.89
7	B	C	67.51	100	6750.74	20.43	Rp	137,917.63
Total			**179.20**	**1250**	**24639.33**		**Rp**	**503,381.51**

4.5.2 Biaya Material Handling Layout Usulan

Material handling pada departemen pembahanan diusulkan menggunakan conveyor dengan spesifikasi panjang 29 meter yang dibagi 2 segmen, masing-masing 20 dan 9 meter (lihat gambar) dengan harga pembelian Rp. 40.000.000 dan umur ekonomis 10 tahun. Conveyor menggunakan dua buah motor listrik dengan daya 6000 Wh. Biaya listrik /KWh adalah Rp.1200 atau Rp 1,2 per Wh sehingga biaya operasional per jam adalah :

$$\text{Biaya listrik} = \frac{6000 \times 2 \times 1200}{1000} = Rp.14{,}400 / jam$$

$$\text{Biaya depresiasi} = \frac{40{,}000{,}000}{10 \times 12 \times 26 \times 8} = Rp.1{,}602.56 / jam$$

$$\text{Biaya perawatan} = \frac{20{,}000/\text{bulan}}{26 \times 8} = Rp.96.15 / jam$$

Biaya operasional conveyor /jam = Biaya listrik + Biaya depresiasi + Biaya Perawatan

$$= 14{,}400 + 1602{,}56 + 96.15$$

= 16,098.71/jam

Sehingga biaya operasional per hari adalah :

$=16{,}098.71 \times 8$

=Rp. 128,789.68 /Hari

Hasil simulasi menunjukkan bahwa layout awal mampu mengurangi waktu produksi dari 20 hari kerja menjadi 4, 76 hari (38.1 jam) sehingga biaya operasional conveyor :

= Rp. 16,098.71 x 38.1

= Rp. 613,360.85

$$\text{OMH /m} = \frac{\text{Rp. } 613{,}360.85}{75470} = RP.8.13/m$$

Sedangkan pemindahan material dari dari Stacking Area ke perakitan dan perakitan ke *finishing* menggunakan gerobak dengan harga Rp. 300.000 dengan umur ekonomis 5 tahun dan membutuhkan tenaga kerja masing-masing satu orang. Dari data–data tersebut maka perhitungan ongkos *material handling* dapat ditentukan sebagai berikut :

- Biaya penyusutan (metode garis lurus)

$$= \frac{300{,}000}{5 \times 12} = \text{Rp. } 5000/\text{Bulan}$$

$$= \frac{5000}{30} = \text{Rp.}166.66/\text{hari}$$

=Rp.166.66 x 4.76 =Rp. 793.3

- Biaya tenaga kerja

= Rp. 25,000 /hari x 5

= Rp. 125,000

- Biaya operasional = Biaya penyusutan + biaya tenaga kerja

=Rp 125,000+ Rp. 793.3 =Rp.125,793.3

Jarak total perpindahan perbulan untuk kumbang putar adalah sejauh 1154 m, sehingga besarnya ongkos *material handling* per meter adalah :

$$OMH / m = \frac{\cos t}{d}$$

$$= \text{Rp. } \frac{Rp.125,793.3}{1154}$$

= Rp. 109 / m.

Jarak total perpindahan untuk gerobak adalah sejauh 7850 m, sehingga besarnya ongkos *material handling* per meter adalah :

$$= \text{Rp. } \frac{Rp.125,793.3}{7850}$$

= Rp. 16.02/ m

Total ongkos *material handling* pada tiap aliran proses sebagai berikut :

Tabel 4.31 Total Ongkos *Material Handling Layout* Usulan

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)	OMH/m	OMH
	Dari	Ke					
1	1	2	4.11	2500	10275.00	8.13	83535.75
2	2	3	3.31	2500	8275.00	8.13	67275.75
3	3	4	3.22	2500	8050.00	8.13	65446.5
4	4	5	3.43	1500	5145.00	8.13	41828.85
5	4	S	19.50	1000	19500.00	8.13	158535
6	5	S	16.15	1500	24225.00	8.13	196949.25
Total Conveyor			**49.72**	**11500**	**75470.00**		**613571.1**
7	S	B	11.54	100	1154.00	109	125786
8	B	C	78.50	100	7850.00	16.02	125757
Total			**185.37**	**11700**	**84474.00**		**865114.1**

Sehingga total biaya material handling usulan adalah :

=OMH conveyor + OMH kumbang putar+ OMH gerobak

=Rp. 613,360.85 + Rp.125,793.3 + Rp. 125,793.3

=Rp. 864,947.45

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Tata Letak Awal

Pada Departemen pembahanan terdapat 5 mesin yang dipergunakan untuk memproduksi 9 part *coffe table*. Dari pengamatan yang dilakukan, ditemukan ada beberapa hal yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi, sehingga menyebabkan adanya pemborosan, dalam hal perpindahan material antara lain :

1. Tata letak fasilitas produksi belum memperhatikan urutan-urutan komponen dan tidak terencana dengan baik dan menyebabkan aliran material yang tidak efisien sehingga kurang optimal. Jarak perpindahan material antar stasun kerja relatif jauh sehingga waktu transfer material menjadi besar.
2. Lot perpindahan material pada departemen cukup besar yaitu 10 unit tiap perpindahan. Material yang hanya menunggu dalam bentuk persediaan barang setengah jadi (*work in process WIP)* merupakan pemborosan. Penumpukan *part* yang akan dirakit menyebabkan terjadinya pemborosan waktu dan menyebabkan besarnya waktu tunggu *part* yang akan dirakit dan menganggurnya lini perakitan karena menunggu part untuk ditransfer.

Layout awal mempunyai jarak total perpindahan material 24,639.33 m. Berdasarkan perhitungan pada Bab IV didapat jarak material handling *layout* awal seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.1 Jarak PerpindahanMaterial *Layout* Awal

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)
	Dari	Ke			
1	1	2	11.26	250	2814.19
2	2	3	6.29	250	1573.71
3	3	4	10.17	250	2541.93
4	4	5	14.74	150	2211.48
5	4	B	32.73	100	3273.27
6	5	B	36.49	150	5474.00
7	B	C	67.51	100	6750.74
Total			**179.20**	**1250**	**24639.33**

Berdasarkan biaya pemindahan per meter yaitu sebesar Rp20.43/ meter dan jarak total material handling yaitu 24,639.33 meter, maka total biaya pemindahan untuk 100 produk yang harus dikeluarkan perusahaan adalah sebesar Rp 503,333.33

5.2 Analisa Output Simulasi

Dari hasil simulasi diketahui bahwa untuk memproses *coffe table* sebanyak 100 pada system JIT dapat mengurangi waktu produksi dari 20 hari kerja menjadi hanya 4.76 hari kerja (38.13)

5.3 Analisa *Layout* Usulan

Dari *incidence matrix* diketahui bahwa *part* dapat dikelompokkan dalam satu *family* karena hanya terdapat dua nilai 0 pada keseluruhan matrik. Oleh karena itu mesin produksi yang digunakan dapat dikelompokkan dalam satu sel manufaktur. Pengelompokan yang diusulkan adalah menggunakan *Group Technology Flow Line Layout.*

Tabel 5.2. *Initial Matrix*

		Mesin				
		1	2	3	4	5
Part	1	1	1	1	1	0
	2	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	0

Pembentukan sel manufaktur yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan urutan produksi setiap komponen dan hubungan antara komponen dengan mesin yang ditunjukan melalui matrik komponen-mesin. Untuk mengaplikasikan konsep *one-piece flow* dimana lot pemindahan material yang diharapkan adalah 1, maka pada departemen ini diusulkan menggunakan conveyor. Pengaturan jarak antar mesin yang diusulkan adalah 2 m degan pertimbangan untuk manuver operator ketika mengerjakan material.

Selain itu untuk menerapkan JIT pada system, dimana nantinya diperlukan terdapat aliran kanban, maka ditambahkan Stacking area untuk menampung part-part sebelum dirakit. Penempatannya diletakkan di Departemen pembahanan

karena pada departemen ini masih banyak terdapat *space* yang dapat dimanfaatkan. Kumbang putar diusulkan menggunakan gerobak yang sama dengan gerobak yng digunakan pada sistem awal. Gambar *layout* usulan dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Pada *layout* usulan terdapat penambahan departemen sehingga terjadi perubahan sebagai berikut sebagai berikut :

Tabel 5.3 Jarak Perpindahan Material *Layout* usulan

No	Aliran Proses		Jarak Euclidean (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)
	Dari	Ke			
1	1	2	4.11	2500	10275.00
2	2	3	3.31	2500	8275.00
3	3	4	3.22	2500	8050.00
4	4	5	3.43	1500	5145.00
5	4	S	19.50	1000	19500.00
6	5	S	16.15	1500	24225.00
Total Conveyor			**49.72**	**11500**	**75470.00**
7	S	B	11.54	100	1154.00
8	B	C	78.50	100	7850.00
Total			**139.76**	**11700**	**84474.00**

Pada *Layout* usulan diketahui bahwa jarak total perpindahan menjadi sangat besar yaitu 84,474 m. Hal ini dikarenakan perpindahan part pada conveyor menggunakan lot 1, sehingga frekuensi perpindahan part dalam *conveyor* besar. sehingga tetapi Biaya perpindahan per meter kecil yaitu 8.13/m. Biaya yang harus dikeluarkan untuk 1 hari pemakaian conveyor adalah Rp. 128,789.68 atau Rp.16,098.71/jam. Perpindahan material dari *Stacking area* ke perakitan dan perakitan ke finishing menggunakan gerobak dengan biaya per 20 hari adalah

Rp.503,333.33 untuk tiap-tiap gerobak. Total biaya pemindahan untuk layout usulan adalah Rp. 864,947.45

5.3 Analisa Perbandingan *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

Layout usulan ternyata memberikan jarak perpindahan material yang lebih besar dengan selisih 59834.67m. Begitu pula dengan OMH, layout usulan memberikan biaya yang lebih besar, yaitu sebesar Rp.864,947.45, sedangkan untuk *layout* usulan sebesar Rp. 503,333.33. Sekilas biaya material handling untuk penanganan material usulan jauh lebih mahal.

Dari hasil simulasi untuk *layout* usulan didapatkan bahwa untuk membuat 100 produk hanya membutuhkan waktu selama 38.1 jam atau 4.76 hari saja dari yang seharusnya 20 hari yang dihasilkan sistem awal. Penelitian yang dilakukan bersamaan dengan objek penelitian yang sama adalah penelitian yang dilakukan oleh Pressilya (2007) yang meneliti tentang lead time produksinya. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa *Lead time* produksi setelah diterapkannya JIT adalah sebesar 488.5 menit, atau sebesar 8,23 jam dengan efisiensi *lead time* produksi sebesar 74.78 %. Peningkatan *lead time* setelah diterapkan JIT mengalami peningkatan sebesar 37.11%.

Tabel 5.4 Perbandingan *Lead time* Produksi Sebelum dan Sesudah JIT diterapkan (Pressilya, 2007)

	Sistem Konvensional	Sistem JIT
Lead time Produksi	13.10 jam	8.23 jam
Efisiensi	75.20%	74.78%

Dari pengurangan waktu produksi dan lead time tersebut maka perubahan *layout* pada sistem JIT dapat meningkatan kapasitas produksi, fleksibilitas dalam merespon permintaan pelanggan dan mengurangi biaya operasional yang besar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengolahan dan analisa data dapat dibuktikan bahwa layout usulan yang menganut filisofi JIT dapat diterapkan di lantai produksi.
2. Pengaruh perubahan layout sistem produksi usulan adalah semakin besarnya OMH yaitu Rp. 864,947.45 sedangkan layout awal sebesar Rp. 503,333.33 akan tetapi membuat semakin pendeknya lead time produksi yaitu dari 13.10 jam menjadi 8.3 jam.

6.2 Saran

1. Perusahaan disarankan menggunakan layout usulan pada penerapan filosofi JIT pada sistem produksinya karena dapat mengurangi pemborosan-pemborosan yang ada serta dapat mengurangi lead time produksi dan mempercepat proses produksi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi layout usulan dengan variasi produk yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Mubarak, Fahad, C. Canel, B. M. Khumawala. 2002. "A Simulation study of Focused Cellular Manufacturing as an Alternative Batch-Processing Layout".*International Journal of Production Economics*. Vol. 83, 123-138

Assad, A. A., S. B. Krammer., B. K. Kaku. 2003. "Comparing Functional and Cellular Layouts : a Simulation Study Based on Standarization". *International Journal of Production research.* Vol. 41. 16-1663

Apple, James. 1977. "*Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan*", Bandung : Penerbit ITB

Banks, J., J. Carsons., B. L. Nelson., 1996. *Discrete-Event System Simulation.* New Jersey Precentice Hall International edition

Djunaedi, Much., M.T. Nugroho, J. Anton. 2006. "Simulasi Group Technology System untuk Meminimalkan Material Handling dengan Metode Heuristic". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 4, 129-138

Fogarty, *et.al.*, 1991. "*Production and Inventory Management*", Ohio: Mc.Graw-Hill

Framinan, Jose M., 2006. "An Adaptive Branch and Bound Approach for Transforming Job Shops Into Flow Shops". *International Journal of Computers & Industrial Engineering*, Vol. 52, 1-10

Harrell, Charles. 2004. "*Simulation using Promodel*". Boston : Mc.Graw-Hill

Heragu, Sunderesh. 1997. "*Facilities Design*", Boston : PWS Publishing Company

Hicks, Christian. 2006. "A Genetic Alogaritm Tool for Optimizing Cellular or Functional Layout in The Capital Goods Industry". *International Journal of Production research.* Vol. 104, 598-614

Indrajit, Richardus. E., A. Permono. 2005. "*Manajemen Manufaktur*". Yogyakarta : Pustaka Fahima

Konak, S. C., A.E. Smith, B.A. Normans. 2004. "Layout Optimization Considering Production Uncertainty and Routing Flexibility". *International Journal of Production research.* Vol. 42, 4475-4493

Liker, Jeffrey K. 2006. "*The Toyota Way*". Jakarta : Erlangga

Monden, Yasuhiro. 1995. "*Sistem Produksi Toyota - Suatu Rancangan Terpadu Untuk Penerapan Just-In-Time*," Buku Pertama, Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo

Monden, Yasuhiro. 1995. *"Sistem Produksi Toyota - Suatu Rancangan Terpadu Untuk Penerapan Just-In-Time,"* Buku Kedua, Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo

Singh, Nanua., R. Divakar., 1995, *Cellular Manufacturing System, Design, Planning and Control*. Chapman & Hall, London

Wignjosoebroto, Sritomo., 1996, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan.* Jakarta : Penerbit Guna Widya.

Wu, Xiaodian, C. H. Chu, Y. Wang, D. Yue. 2007. "Genetic Alogaritms for Integrating Cell Formation With Machine Layout and Schedulling. *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 52, 1-10

LAMPIRAN

Operation Process Chart *Coffe Table*

Peta Proses Operasi

Nama Objek : Coffee Table
Dipetakan Tanggal : 26 July 2007
Dipetakan Oleh : Yoppi Agil Budiarno

TOP			Papan Bawah			Sunduk Tengah			Frame depan - belakang atas dan bawah			Frame samping atas dan bawah			Kaki		
2.5'	O-1	M Rip saw	2'	O-5	M Rip saw	2'	O-9	M Rip saw	2.2'	O-14	M Rip saw	2'	O-19	M Rip saw	2'	O-24	M Rip saw
3'	O-2	M Planner	3'	O-6	M Planner	3'	O-10	M Planner	3'	O-15	M Planner	3'	O-20	M Planner	3'	O-25	M Planner
3'	O-3	M Jointer	3'	O-7	M Jointer	3'	O-11	M Jointer	3'	O-16	M Jointer	3'	O-21	M Jointer	3'	O-26	M Jointer
3.5'	O-4	M Crosscut	3'	O-8	M Crosscut	3'	O-12	M Crosscut	3'	O-17	M Crosscut	3'	O-22	M Crosscut	3'	O-27	M Crosscut
							O-13	M Bor		O-18	M Bor		O-23	M Bor		O-28	M Bor
1'	I-1	QC	1'	I-2	QC	1	I-3	QC	1'	I-4	QC	1'	I-5	QC	1'	I-6	QC

KETERANGAN

Simbol	Jenis Aktivitas	Jumlah	Waktu
	Operasi	44	
	Inspeksi	15	
	Simpan	1	-
	Assembly	1	-
	Total Aktivitas	60	

40'	A-1 I-7	Rakit dan Periksa
45'	O-29	Sanding
60'	O-30	Finishing
20'		Packing dan Revisi

REPORT HASIL SIMULASI

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Value
Run Date/Time	9/11/2007 5:05:14 PM
Model Title	Normal Run
Model Path/File	G:\SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD
Average Warmup Time (HR)	0
Average Simulation Time (HR)	38.1

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variables | Location Costing | R

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
WAREHOUSE	38.10	999999.00	400.00	1.99	0.35	4.00	0.00	0.00
CONV RIPSAW	38.10	10.00	400.00	0.05	0.01	1.00	0.00	0.14
M RIPSAW 1	38.10	1.00	400.00	1.16	0.20	1.00	0.00	20.28
CONV PLANNER	38.10	10.00	2500.00	0.81	0.89	10.00	0.00	3.11
M PLANNER 2	38.10	1.00	2500.00	0.18	0.20	1.00	0.00	19.57
CONV JOINTER	38.10	10.00	2500.00	0.30	0.33	3.50	0.00	1.12
M JOINTER 3	38.10	1.00	2500.00	0.18	0.20	1.00	0.00	19.54
CONV CROSSCUT	38.10	10.00	2500.00	0.79	0.87	6.80	0.00	2.43
M CROSSCUT 4	38.10	1.00	2500.00	0.27	0.30	1.00	0.00	29.60
CONV BOR	38.10	10.00	2500.00	0.29	0.31	3.80	0.00	1.16
M BOR 5	38.10	1.00	1500.00	0.28	0.18	1.00	0.00	18.41
CONV STAGGING	38.10	10.00	2500.00	0.18	0.20	1.00	0.00	0.99
BUFF ASS 1	38.10	100.00	100.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 1	38.10	1.00	100.00	10.24	0.45	1.00	0.00	44.77
BUFF ASS 2	38.10	100.00	100.00	21.68	0.95	2.00	0.00	0.95
ASSEMBLY 2	38.10	1.00	100.00	19.22	0.84	1.00	0.00	84.05
BUFF ASS 3	38.10	100.00	100.00	40.85	1.79	3.00	0.00	1.79
ASSEMBLY 3	38.10	1.00	100.00	17.74	0.78	1.00	0.00	77.60
CON ASS 1	38.10	10.00	100.00	11.48	0.50	1.20	0.00	5.02
CON ASS 2	38.10	10.00	100.00	0.20	0.01	1.00	0.00	0.09
LOAD KAKI	38.10	1.00	100.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.07
LOAD FRAME SPG	38.10	100.00	100.00	0.05	0.00	1.00	0.00	0.00
LOAD FRAME DP BLK	38.10	1.00	100.00	0.12	0.01	1.00	0.00	0.54
LOAD ALAS	38.10	1.00	100.00	0.05	0.00	1.00	0.00	0.25
LOAD TOP	38.10	1.00	101.00	3.73	0.16	1.00	1.00	16.48
STACKING KAKI	38.10	999999.00	400.00	497.40	87.03	211.60	0.00	0.01
STACKING FRAME	38.10	999999.00	1100.00	495.03	238.18	580.00	0.00	0.02
STACKING ALAS	38.10	999999.00	500.00	498.70	109.07	264.50	0.00	0.01
STACKING TOP	38.10	999999.00	500.00	499.97	109.34	264.90	0.00	0.01
BEE BASE	38.10	1.00	100.00	17.84	0.78	1.00	0.00	78.05
FINISHING	38.10	8.00	100.00	143.97	6.30	8.00	0.00	78.72
FINISHING YARD	38.10	999999.00	200.00	90.02	7.88	11.00	0.00	0.00

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
WAREHOUSE	38.10	84.72	15.29	0.00	0.00
CONV RIPSAW	38.10	99.20	0.81	0.00	0.00
CONV PLANNER	38.10	79.36	19.07	1.57	0.00
CONV JOINTER	38.10	78.71	21.28	0.00	0.00
CONV CROSSCUT	38.10	69.95	30.05	0.00	0.00
CONV BOR	38.10	71.69	28.31	0.00	0.00
CONV STAGGING	38.10	79.88	20.12	0.00	0.00
BUFF ASS 1	38.10	99.90	0.10	0.00	0.00
BUFF ASS 2	38.10	16.36	83.64	0.00	0.00
BUFF ASS 3	38.10	15.51	84.49	0.00	0.00
CON ASS 1	38.10	49.77	50.23	0.00	0.00
CON ASS 2	38.10	99.12	0.88	0.00	0.00
LOAD FRAME SPG	38.10	99.78	0.23	0.00	0.00
STACKING KAKI	38.10	17.79	82.21	0.00	0.00
STACKING FRAME	38.10	18.39	81.61	0.00	0.00
STACKING ALAS	38.10	18.27	81.73	0.00	0.00
STACKING TOP	38.10	18.21	81.79	0.00	0.00
FINISHING	38.10	10.44	51.06	38.51	0.00
FINISHING YARD	38.10	8.80	91.20	0.00	0.00

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
M RIPSAW 1	38.10	18.71	0.00	79.71	0.00	1.58	0.00
M PLANNER 2	38.10	19.57	0.00	80.43	0.00	0.00	0.00
M JOINTER 3	38.10	19.54	0.00	80.46	0.00	0.00	0.00
M CROSSCUT 4	38.10	29.60	0.00	70.40	0.00	0.00	0.00
M BOR 5	38.10	18.41	0.00	81.59	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 1	38.10	44.77	0.00	55.23	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 2	38.10	84.05	0.00	15.95	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 3	38.10	70.67	0.00	22.40	6.93	0.00	0.00
LOAD KAKI	38.10	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00	0.00
LOAD FRAME DP BLK	38.10	0.00	0.00	99.46	0.54	0.00	0.00
LOAD ALAS	38.10	0.00	0.00	99.75	0.25	0.00	0.00
LOAD TOP	38.10	0.00	0.00	83.52	16.48	0.00	0.00
BEE BASE	38.10	0.00	0.00	21.95	78.05	0.00	0.00

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variables | Location Costing | Resource Costing | Entity Costing

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
mover	1.00	38.10	400.00	0.50	0.49	0.00	0.00	17.33
OP RIPSAW	1.00	38.10	400.00	1.07	0.00	0.00	0.00	18.71
OP PLANNER	1.00	38.10	2500.00	0.18	0.00	0.00	0.00	19.57
OP JOINTER	1.00	38.10	2500.00	0.18	0.00	0.00	0.00	19.54
OP CROSSCUT	1.00	38.10	2500.00	0.27	0.00	0.00	0.00	29.60
OP BOR	1.00	38.10	1500.00	0.28	0.00	0.00	0.00	18.41
OP ASSEMBLY 1.1	1.00	38.10	100.00	10.01	0.00	0.00	0.00	43.77
OP ASSEMBLY 1.2	1.00	38.10	100.00	9.98	0.00	0.00	0.00	43.66
OP ASSEMBLY 1	2.00	76.21	200.00	9.99	0.00	0.00	0.00	43.71
OP ASSEMBLY 2.1	1.00	38.10	100.00	19.03	0.00	0.00	0.00	83.24
OP ASSEMBLY 2.2	1.00	38.10	100.00	19.03	0.00	0.00	0.00	83.24
OP ASSEMBLY 2	2.00	76.21	200.00	19.03	0.00	0.00	0.00	83.24
OP ASSEMBLY 3.1	1.00	38.10	100.00	15.94	0.00	0.00	0.00	69.71
OP ASSEMBLY 3.2	1.00	38.10	100.00	15.97	0.00	0.00	0.00	69.85
OP ASSEMBLY 3	2.00	76.21	200.00	15.95	0.00	0.00	0.00	69.78
KUMBANG PTR	1.00	38.10	800.00	0.13	0.00	0.00	0.00	4.39
gerobak	1.00	38.10	100.00	1.60	1.58	0.00	0.00	13.93

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
PART TOP	500.00	0.00	545.96	1.51	0.26	3.06	541.13
PART PP BWH	500.00	0.00	545.96	1.51	0.21	3.25	540.99
PART FRAME	1100.00	0.00	518.65	1.24	0.07	5.00	512.34
PART KAKI	400.00	0.00	7.62	0.99	0.43	3.70	2.51
MEJA	100.00	0.00	881.69	3.39	0.00	369.98	508.32
ASSEMBLED 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GEROBAK KUMBANG PUTAR	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource State

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
PART TOP	0.28	0.05	0.56	99.12
PART PP BWH	0.28	0.04	0.60	99.09
PART FRAME	0.24	0.01	0.96	98.78
PART KAKI	13.01	5.59	48.52	32.88
MEJA	0.38	0.00	41.96	57.65
ASSEMBLED 1	0.00	0.00	0.00	0.00
GEROBAK KUMBANG PUTAR	0.00	0.00	0.00	0.00

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Resources | Resource States | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variat

SIMULASI JIT CV PAKIS.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
V PART TOP	600.00	3.26	0.00	15.00	0.00	12.47
V PART ALAS	500.00	3.80	0.00	500.00	500.00	292.10
V PART KAKI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V FRAME SAMPING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V FRAME DPBLK	700.00	2.72	0.00	700.00	700.00	409.01
V MEJA	100.00	22.86	0.00	100.00	100.00	41.61
V D KE 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D 1 2	2500.00	0.36	0.00	10275.00	10275.00	8250.36
D 2 3	2500.00	0.36	0.00	8275.00	8275.00	6642.71
D 3 4	2500.00	0.36	0.00	8050.00	8050.00	6458.66
D 4 5	1500.00	0.60	0.00	5145.00	5145.00	4123.46
D 4 STA	1000.00	0.90	0.00	19500.00	19500.00	15657.19
D 5 STA	1500.00	0.60	0.00	24225.00	24225.00	19410.19
STA B	100.00	19.01	0.00	1154.00	1154.00	674.16
B1 B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v clock	2500.00	0.36	0.00	54103.50	54103.50	43425.83
B3 C	100.00	19.62	0.00	7850.00	7850.00	4379.24
V TOTAL JARAK	11700.00	0.17	0.00	84474.00	84474.00	65595.96
Var biaya conveyor	2500.00	0.36	0.00	241943.49	241943.49	194194.38
V rata rata waktu proses pembahanan	2500.00	0.36	0.00	681.91	643.50	574.18