TRANSFORMASI SISTEM PRODUKSI KONVENSIONAL MENUJU SISTEM PRODUKSI *JUST IN TIME* DENGAN PENDEKATAN 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 : Presillya Anindita Narendra Putri

No. Mahasiswa : 03 522 121

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

TRANSFORMASI SISTEM PRODUKSI KONVENSIONAL MENUJU SISTEM PRODUKSI *JUST IN TIME* DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

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

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama	**:**	**Presillya Anindita NP**
No. Mahasiswa	**:**	**03 522 121**

Yogyakarta, September 2007

Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

TRANSFORMASI SISTEM PRODUKSI KONVENSIONAL MENUJU SISTEM PRODUKSI *JUST IN TIME* DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

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

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Presillya Anindita Narendra Putri
No. Mahasiswa : 03 522 121

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 26 September 2007

Tim Penguji

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

H. Agus Mansur, ST., 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

Kupersembahkan.....

Ibu

Orang yang selalu mengajarkanku tentang kesungguhan, ketekunan, perjuangan dan makna kehidupan, yang menjadikanku merasa bersyukur diantara kelebihan dan kekuranganku dan membuatku ingat untuk selalu menyembah-NYA. Doa, kasih sayang, pengorbanan, dan nasehat ibu yang tiada hentinya mengalir untuk Nanin membuat Nanin yakin bahwa Nanin bisa.....

Alm. Ayah

Terima kasih telah mengajarkan Nanin tentang arti kesabaran dan keikhlasan dalam kehidupan ini.....

Bpk. Drs. Alip Supardjo

Terima kasih atas semua nasehat, support dan kepercayaan bapak untuk Nanin, akhirnya Nanin bisa menyelesaikan study Nanin....

Adikku

Terima kasih atas doa, kasih sayang dan menjadi tempat untuk bercerita. Jadikan karya kecil ini motivasi untuk mu agar lebih giat berusaha tuk masa depan.....

MOTTO

"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".
(Al Qur'an surat Al Insyiraah : 5-8)

"...Barang siapa bersungguh-sungguh mendekati Allah (bertaqwa) niscaya akan diberi jalan keluar bagi setiap urusannya, dan akan diberi rizqi dari tempat yang tak pernah disangka-sangka, dan barang siapa yang bertawakal hanya kepada Allah niscaya akan dicukupi segala kebutuhannya... ".
(Al Qur'an surat Ath Thalaq : 2-3)

Make a Better Future

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. 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.

5. Tim Penelitian *Just In Time* Yopi dan Mas Fajar yang telah bekerja sama menyelesaikan penelitian ini.
6. Ibu, adik dan keluarga yang selalu memberikan perhatian, do'a dan dorongan kepada penulis.
7. Ir. Aliq Zuhdi. MT, selaku Ka.Lab DELSIM & segenap rekan di Lab.DELSIM, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.
8. Pihak – pihak lain yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas perhatian dan dukungannya.

Semoga Allah membalas semua jasa-jasanya yang diberikan pada penulis. 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 viii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
ABSTRAK xvii
KONTRIBUSI PENELITIAN xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan dan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan 7

2.2 Kajian Pustaka 9

2.2.1 Sistem produksi 10

2.2.2 Just In Time (JIT) 14

2.2.3 Kanban 25

2.2.4 Lead Time Produksi 32

2.2.5 Pemodelan Sistem 35

2.2.5.1 Pendekatan Sistem 35

2.2.5.2 Model 35

2.2.5.3 Simulasi 36

2.2.5.4 Bagian-Bagian Model Simulasi 39

2.2.5.5 Validasi Data dan Verifikasi 41

2.2.5.6 Analisa Output Hasil Simulasi 46

2.2.6 Perangkat Lunak Promodel 7.0 48

2.2.6.1 Bahasa Pemrograman Simulasi 48

2.2.6.2 Keunggulan ProModel 50

2.2.6.3 ProModel dalam Pemodelan Sistem 51

2.2.6.4 Stat Fit 54

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penentuan Obyek Penelitian 58

3.2 Model 58

3.3 Pengumpulan Data 61

3.4 Pengolahan Data dan Analisis 61

3.5 Kerangka Penelitian 62

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Tinjauan Singkat Perusahaan 64

4.2 Sistem Produksi Perusahaan 64

4.3 Pengumpulan Data 67

4.3.1 Jadwal Kerja Perusahaan 67

4.3.2 Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen 68

4.3.3 Data Struktur Produk 68

4.3.4 Data Waktu Proses di Setiap Mesin 69

4.3.5 Data Waktu Proses di Departemen Perakitan 74

4.3.6 Data Waktu Proses di Departemen Finishing 74

4.3.7 Waktu Tunggu Entitas di Setiap Stasiun Kerja 75

4.3.8 Waktu Antri Setiap Stasiun Kerja 75

4.3.9 Data Waktu Setup Tiap Mesin 76

4.3.10 Waktu Material Handling Antar Stasiun Kerja 76

4.3.11 Kapasitas Maksimal Kontainer 77

4.3.12 Peta Proses Operasi 77

4.3.13 Layout Awal Lantai Produksi CV. Pakis Furniture 77

4.4 Pengolahan Data 78

4.4.1 Uji Keseragaman Data Waktu Proses 79

4.4.2 Uji Kecukupan Data Waktu Proses 81

4.4.3 Perhitungan Waktu Baku Produk *Coffe Table* 83

4.4.4 Perhitungan Lead Time Produksi Sistem Nyata 85

4.5 Simulasi Sistem 86

4.5.1 Formulasi Sistem 86

4.5.2 Pengumpulan Data Simulasi 86

4.5.3 Pengolahan Distribusi Waktu 92

4.5.4 Model Simulasi Sistem JIT 95
4.5.5 Menjalankan Program 98
4.5.6 Penentuan Fase Steady State 98
4.5.7 Perhitungan Lead Time Produksi Sistem JIT 101
4.6 Perhitungan Jumlah Kanban 102
4.6.1 Permintaan Produk 102
4.6.2 Jumlah Kebutuhan Part 102
4.6.3 Jumlah Kanban 103

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Analisa Sistem Produksi Konvensional 104
5.2 Perubahan dari Sistem Produksi Konvensional Menuju Sistem Produksi JIT 105
5.3 Simulasi Sistem Produksi JIT 106
5.4 Perbandingan Sistem Produksi Konvensional dengan Sistem Produksi JIT 108

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 109
6.2 Saran 109
6.3 Rekomendasi 110

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Mesin di Departemen Pembahanan 66

Tabel 4.2. Tabel Urutan Mesin-Mesin Produksi 66

Tabel 4.3. Tabel Alokasi dan Jumlah Tenaga Kerja Tiap Departemen 68

Tabel 4.4. Tabel *Bill Of Material* Produk *Coffe Table* 68

Tabel 4.5. Tabel Waktu Tunggu Entitas di Setiap Stasiun Kerja 75

Tabel 4.6. Tabel Waktu Antri Entitas di Setiap Stasiun Kerja 75

Tabel 4.7. Tabel Waktu Setup di Setiap Stasiun Kerja 76

Tabel 4.8. Tabel Data Waktu Material Handling 76

Tabel 4.9. Tabel Data Waktu Material Handling di Dept. *Assembly* 77

Tabel 4.10. Tabel Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Tiap Part 81

Tabel 4.11. Tabel Hasil Uji Kecukupan Data Waktu Proses Tiap Part 82

Tabel 4.12. Tabel *Rate Of Performans* Pekerja 84

Tabel 4.13. Tabel Kelonggaran (*Allowance*) Pekerja 84

Tabel 4.14. Tabel Waktu Baku per Part 85

Tabel 4.15. Tabel Daftar Elemen Kerja dalam Sistem JIT 88

Tabel 4.16. Tabel Pembagian Elemen Kerja pada Dept. *Assembly* 89

Tabel 4.17. Tabel Jumlah Tenaga Kerja dalam Sistem JIT 89

Tabel 4.18. Tabel Data dan Informasi Sistem Untuk Model 91

Tabel 4.19. Tabel Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Tiap Mesin 96

Tabel 4.20. Tabel Distribusi Waktu Proses Tiap Part di Dept. Perakitan dan Dept. Finishing 96

Tabel 4.21. Tabel Data Kumulatif *Output Produksi Batch* 99

Tabel 4.22 Tabel Data Relatif *Output Produksi Batch* 99

Tabel 4.23 Tabel Output Produksi dalam Sistem JIT 101

Tabel 4.24 Tabel Jumlah Kebutuhan Part *Coffe Table* 102

Tabel 4.25 Tabel Jumlah Kanban 103

Tabel 5.1 Tabel Perbandingan *Lead time* Produksi
Sebelum dan Sesudah JIT diterapkan 108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Sistem Produksi.....12

Gambar 2.2 Pemborosan dalam Suatu Nilai 16

Gambar 2.3 Diagram Alir Syarat-Syarat Penerapan JIT..... 19

Gambar 2.4 Pengorganisasian Tradisional Menurut Jenis Mesin dengan Aliran yang Rumit dan Batch yang Besar 21

Gambar 2.5 Perbandingan Antara Sistem Produksi Berbasis Batch dan Queue Tradisional dengan Proses yang Mengalir..... 21

Gambar 2.6 Sel *One-Piece* yang berbentuk U 22

Gambar 2.7 Withdrawal Kan'ban 26

Gambar 2.8 Production Kan'ban 27

Gambar 2.9 Aliran Kan'ban dalam Sistem produksi 28

Gambar 2.10 Diagram Studi Sistem 37

Gambar 2.11 Hubungan Verifikasi dan Validasi 41

Gambar 2.12 Kurva Daerah Penerimaan 43

Gambar 2.13 Tampilan Locations..... 51

Gambar 2.14 Tampilan Entitas 52

Gambar 2.15 Tampilan Arrival 52

Gambar 2.16 Tampilan Processing 53

Gambar 2.17 Tampilan Logic Builder 53

Gambar 2.18 Tampilan Membuka Bilangan Random 55

Gambar 2.19 Tampilan Bilangan Random 55

Gambar 2.20 Tampilan Grafik Bilangan Random 56
Gambar 2.21 Tampilan Distribusi Sesuai 56
Gambar 2.22 Tampilan Hasil Distribusi 57
Gambar 2.23 Tampilan Grafik Distribusi Data 57
Gambar 3.1 Tahapan-Tahapan Simulasi 62
Gambar 3.2 Diagram Alir Kerangka Penelitian 63
Gambar 4.1 Layout Departemen Pembahanan CV. Pakis Furniture 77
Gambar 4.2 Layout Departemen Perakitan CV. Pakis Furniture 78
Gambar 4.3 Grafik Keseragaman Data Waktu Proses Part Top pada Mesin Rip Saw 80
Gambar 4.4 Data Waktu Proses pada Stat Fit 93
Gambar 4.5 Distribusi data pada Stat Fit 93
Gambar 4.6 *Export Fit* Pada Stat Fit 94
Gambar 4.7 Grafik Distribusi Uniform (10,10.95) 94
Gambar 4.8 Model Simulasi JIT di Shop Floor CV. Pakis Furniture 97
Gambar 4.9 Grafik Fase Warm-Up-Steady State 101

KONTRIBUSI PENELITIAN

Kontribusi yang telah diberikan terhadap penelitian yang telah dilakukan :

1. Menerapkan konsep Just In Time pada sistem produksi konvensional
2. Mempraktekkan metode simulasi untuk mengetahui performansi sistem baru yang akan diterapakan.

ABSTRAKSI

Untuk mencapai produk yang baik dengan biaya yang minimal diperlukan suatu sistem produksi atau sistem manufaktur yang tepat dan efisien. Sistem produksi saat ini harus memiliki sistem yang integral, yang mempunyai komponen struktural dan fungsional serta harus didukung oleh strategi produksi dengan tujuan supaya kinerja perusahaan dapat berjalan 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. Jenis buangan dalam sistem produksi biasanya seperti produksi berlebih, menunggu, transportasi, proses yang tidak effisien, inventori, gerak yang tidak diperlukan, kerusakan produk dan lain sebagainya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Untuk mengawasi supaya buangan selalu optimal, maka digunakan sistem Kanban. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan sistem produksi non JIT menjadi sistem produksi yang menerapkan filosofi JIT dengan cara menentukan pengaruh* lead time *produksi terhadap jumlah Kanban dalam sistem dan pengaruhnya terhadap perubahan tata letak pabrik. Untuk selanjutnya* lead time *produksi sistem nyata (non JIT) tersebut akan dioptimasi dengan model simulasi. Setelah dilakukan perhitungan, didapat besar* lead time *untuk sistem nyata adalah sebesar 13.10 jam. Dengan efisiensi* lead time *produksi sebesar 74.24 %. Setelah dilakukan simulasi dengan menerapkan sistem JIT didapat* lead time *produksi sebesar 494.70 menit (8.24 jam) dengan efisiensi sebesar 74.71 %.*

Kata kunci: Sistem produksi, *Just In Time*, Kanban, *Lead Time* Produksi, Simulasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di era persaingan yang sangat ketat dalam dunia industri para pelaku bisnis diwajibkan untuk 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. Dalam sistem ini akan 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. Sistem produksi modern yang mendukung untuk tercapainya 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 effisien, inventori, gerak yang tidak diperlukan, kerusakan produk dan lain sebagainya yang tidak memberikan nilai tambah pada nilai produk.

Untuk mengawasi supaya buangan selalu optimal, maka digunakan sistem kanban. Pengertian dari kanban adalah kartu yang didalamnya berisi informasi tentang jumlah bahan (*part*) yang diperlukan, nomer *part*, jenis *part*, volume kontainer, identifikasi stasiun kerja, *lead time*. Berdasarkan Monden (1992), jumlah kanban dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Jumlah Kanban = $Y \geq \frac{D(T_w + T_p)(1+\alpha)}{a}$ dimana :

Y = Jumlah kanban

D = Permintaan /unit waktu

T_w = Waktu tunggu dari kan`ban

Tp = Waktu proses

a = Kapasitas kontainer (tidak boleh lebih dari 10 % dari kebutuhan harian)

α = Variabel kebijakan.

Rumus Monden di atas menunjukkan bahwa komponen *lead time* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kanban yang digunakan didalam sistem JIT. Dengan demikian perlu dilakukan kajian pengaruh *lead time* jumlah kanban dalam sistem. Sedangkan *lead time* produksi dalam sebuah sistem produksi secara signifikan dipengaruhi oleh tata letak peralatan produksi dan transportasi didalamnya.

Berdasarkan kajian literatur bahwa kajian tentang pengaruh *lead time* terhadap jumlah kanban dalam sistem produksi JIT dan pengaruh signifikansi tata letak peralatan produksi, belum ditemukan. Sehingga kajian ini merupakan kajian yang inovatif, terbarukan dalam sistem produksi JIT. Pada penelitian ini, akan dilakukan kajian pengaruh *lead time* terhadap jumlah kanban.

1.2 Rumusan Masalah

Kebanyakan industri di Indonesia tidak menerapkan sistem JIT, sementara kita mengetahui bahwa jika sebuah perusahaan manufaktur ingin meningkatkan kinerjanya dengan baik, haruslah melakukan pemilihan sistem produksi yang baik. Sampai saat ini sistem yang terbaik adalah JIT. 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. Dapatkah Sistem Produksi Non JIT diubah menjadi Sistem Produksi yang menganut filosofi JIT ?
2. Bagaimanakah pengaruh perubahan sistem produksi non JIT menjadi sistem produksi JIT terhadap *lead time* produksi ?

Permasalahan diatas tentu saja tidak dapat diselesaikan dengan mudah, khususnya sehubungan dengan perubahan tata letak dan penggantian peralatan, oleh karena itulah diperlukan bantuan kajian simulasi.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih terarah, mudah dipahami, serta topik yang dibahas tidak meluas, maka perlu dilakukan pembatasan lingkup penelitian, yaitu sebagai berikut :

1. Objek penelitian di CV Pakis Furniture, Delanggu, Jawa Tengah
2. Seluruh asumsi, data maupun pembahasan sesuai model matematis yang diajukan.
3. Kebutuhan luas area dianggap tetap.
4. Jumlah mesin yang digunakan dianggap tetap, akan tetapi jenis mesin dapat mengalami perubahan.
5. Mesin-mesin yang digunakan dalam memodelkan sistem JIT hanyalah mesin-mesin yang digunakan dalam pembuatan produk yang terkait saja.

6. Pemakaian ukuran lot telah ditetapkan menggunakan metode tertentu.
7. Alur Kanban bukan merupakan bagian dalam penelitian
8. Kapasitas produksi sesuai dengan kapasitas industri tempat penelitian dilaksanakan.
9. Tidak diperkenankan ada pesanan mendadak (*no shortage allowed*)
10. Jenis Permintaan adalah *Make to Order*.
11. Alat simulasi komputer yang digunakan adalah ProModel®.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisis perubahan sistem produksi non JIT menjadi sistem produksi yang menerapakan filosofi JIT. Disamping itu meneliti pengaruh *lead time* terhadap jumlah kanban dalam sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yang diharapkan sebagai berikut :

1. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada ruang lingkup sistem produksi JIT dan simulasi industri.
2. Pengembangan inovasi baru terhadap sistem produksi sebuah perusahaan meubel dengan menerapkan filosofi JIT.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB II LANDASAN TEORI

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

Semakin pesatnya perkembangan industri manufaktur karena didorong oleh perkembangan teknologi. Keadaan ini mendorong terciptanya persaingan yang ketat untuk meningkatkan pangsa pasar. Dengan demikian diperlukan pemikiran baru untuk mengembangkan sistem produksi yang lebih efisien, yang dapat meningkatkan keuntungan perusahaan.

CV. Pakis Furniture yang berlokasi di Delanggu, Klaten, Jawa Tengah, 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 dengan biaya yang minimal diperlukan suatu sistem produksi yang tepat dan efisien.

Sistem produksi yang dianut oleh perusahaan CV. Pakis Furniture 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.

Sejak kemunculan konsep *just-in-time* (JIT) *production* di Jepang, sistem manufaktur kemudian seringkali dikategorikan menjadi 2 kutub yaitu *push* dan *pull*. JIT yang dianggap sebagai representasi dari sistem manufaktur *pull* umumnya

dikontradiksikan dengan sistem manufaktur *push* yang sering diasosiasikan dengan sistem *Material Requirements Planning* (MRP). Kedua kutub ini dianggap bertolak belakang karena satu perbedaan mendasar yaitu bahwa sistem manufaktur *push* membutuhkan ketersediaan inventori untuk mendukung kelancaran proses produksi, sedangkan sistem manufaktur *pull* menghendaki ketiadaan inventori karena dipandang sebagai beban biaya. Banyak penelitian telah dilakukan untuk membandingkan kedua sistem tersebut dan seringkali argumen-argumen yang berbeda muncul dalam pembahasan baik dalam hal definisi maupun kinerja.

Penggunaan sistem tekan lebih banyak digunakan dibanding sistem tarik, hal ini disebabkan munculnya manufaktur *push* lebih awal dibanding sistem manufaktur *pull*. Pada perkembangan teknologi saat ini sistem sistem manufaktur *pull* (JIT) lebih disukai disebabkan filosofinya adalah meminimalkan biaya inventori, waktu persiapan, dll. Disamping itu sistem JIT banyak menggunakan alat yang lebih canggih dengan tetap memaksimalkan kinerja sumber daya manusianya.

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 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 akan berpengaruh pada kondisi tata letak fasilitas perusahaan.

2.2 Kajian Pustaka

Pada bagian ini menjelaskan mengenai kajian-kajian literatur yang diperoleh dari peneliti sebelumnya. Penelitian tentang JIT antara lain dilakukan oleh Anita Kusumawati (2004), melakukan penelitian tentang analisis faktor yang mempengaruhi pengadaan *part* dalam memaksimalkan JIT dan meminimalkan persediaan. Selain itu, penelitian Optimalisasi Jumlah Kanban dalam Sistem JIT Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetik telah dilakukan oleh Sundana (2005). Sedangkan Defito Ardinapuri (2007) menentukan optimasi jumlah Kanban pada sistem JIT dengan pendekatan simulasi. Beberapa jurnal internasional yang meneliti JIT dan kaitannya dengan Lead time adalah penelitian yang dilakukan oleh Jan Olhager (2002), meneliti tentang Efisiensi Lead Time dalam sistem JIT. Sedangkan Junichi Nomura dan Soemon Takakuwa (2004) melakukan penelitian tentang penerapan dual kanban pada lantai produksi. Selain itu, penelitian mengenai sistem Kanban dengan menggunakan metode simulasi dilakukan oleh Treadwell dan Hermann (2005), Davidsson & Wernstedt (2000) meneliti tentang penerapan sistem produksi JIT dalam pendistribusian produk pada *supply chain management*, Krishnamurty & Claudio (2005) meneliti tentang manfaat dari integrasi antara *Advance Demand Information* (ADI) dengan kanban dan *Production Inventory Control System (PICS)*, Abuhilal *et.al* (2006) meneliti tentang perbedaan sistem produksi MRP dengan JIT ketika diterapkan dalam ruang lingkup *supply chain,* Aalst (2000) meneliti tentang pengaruh reduksi lead time terhadap WIP dan output produksi, sedangkan Patterson *et.al* (2002) meneliti tentang penerapan JIT dalam performansi perusahaan percetakan, Pinilla dan Prinz (2003) meneliti tentang minimasi *lead time* melalui *routing* proses yang fleksibel,

Vaughan (2004) meneliti tentang efek dari perubahan *lot size* terhadap *lead time* proses, *lead time* permintaan, dan *safety stock*.

Untuk selanjutnya penelitian ini akan mengkaji mengenai efisiensi lead time pada sistem JIT yang diterapkan pada perusahaan furniture yang dilakukan dilakukan dengan pendekatan simulasi menggunakan software Promodel 7.0.

2.2.1 Sistem Produksi

Berdasarkan hasil penjualan produk dalam suatu periode tertentu, maka dapat dilakukan suatu peramalan terhadap permintaan konsumen akan produk tersebut untuk beberapa periode berikutnya. Jumlah penjualan akan berpengaruh pada kondisi dan kestabilan keuangan perusahaan, sedangkan dengan meramalkan jumlah permintaan dan produk yang akan diproduksi, akan dapat dibuat suatu rancangan anggaran produksi untuk periode-periode berikutnya.

Langkah selanjutnya adalah membuat suatu '*design engineering*' dari produk yang akan diproduksi. Disatu sisi, setelah desain produk selesai dibuat, maka bagian ini akan mengirimkan suatu gambar teknis dari produk yang sesuai dengan standar spesifikasi ke bagian *research and development* (R&D), sehingga desain produk tersebut akan ditest kelayakannya serta dilakukan desain ulang apabila akan dibuat suatu produk baru. Selain itu, hasil penelitian di bagian ini juga memeberikan *feedback* secara langsung ke '*design engineering*'.

Disisi lainnya, setelah dilakukan suatu 'design engineering', maka selanjutnya adalah melakukan suatu penjadwalan produksi secara terperinci melalui bagian *production planning and control.* (PPC). *Output* dari PPC sendiri berupa suatu

penjadwalan penggunaan bahan baku/material dan penjadwalan kerja/proses produksi pada lantai produksi. Suatu perencanaan produksi juga harus mempertimbangkan kondisi keuangan yang ada pada saat itu. Apakah kondisi keuangan perusahaan mampu untuk menutupi perencanaan produksi dan bahan baku yang telah dibuat atau tidak serta menentukan solusi terbaiknya.

Berdasarkan penjadwalan kebutuhan material, langkah selanjutnya adalah melakukan pengontrolan inventorinya. Apa saja bahan baku yang bisa langsung diambil dan digunakan dari gudang, dan apa saja yang harus dipesan terlebih dahulu. Apabila bahan baku tersebut harus dipesan melalui vendor, maka pihak inventory control harus membuat kalkulasi kebutuhan material tersebut untuk selanjutnya dikirim ke bagian *purchasing*, untuk memesan ke vendor. Material yang telah dipesan melalui vendor akan dikirim sesuai leadtime yang telah disepakati dan akan ditempatkan dibagian gudang/*storage.*

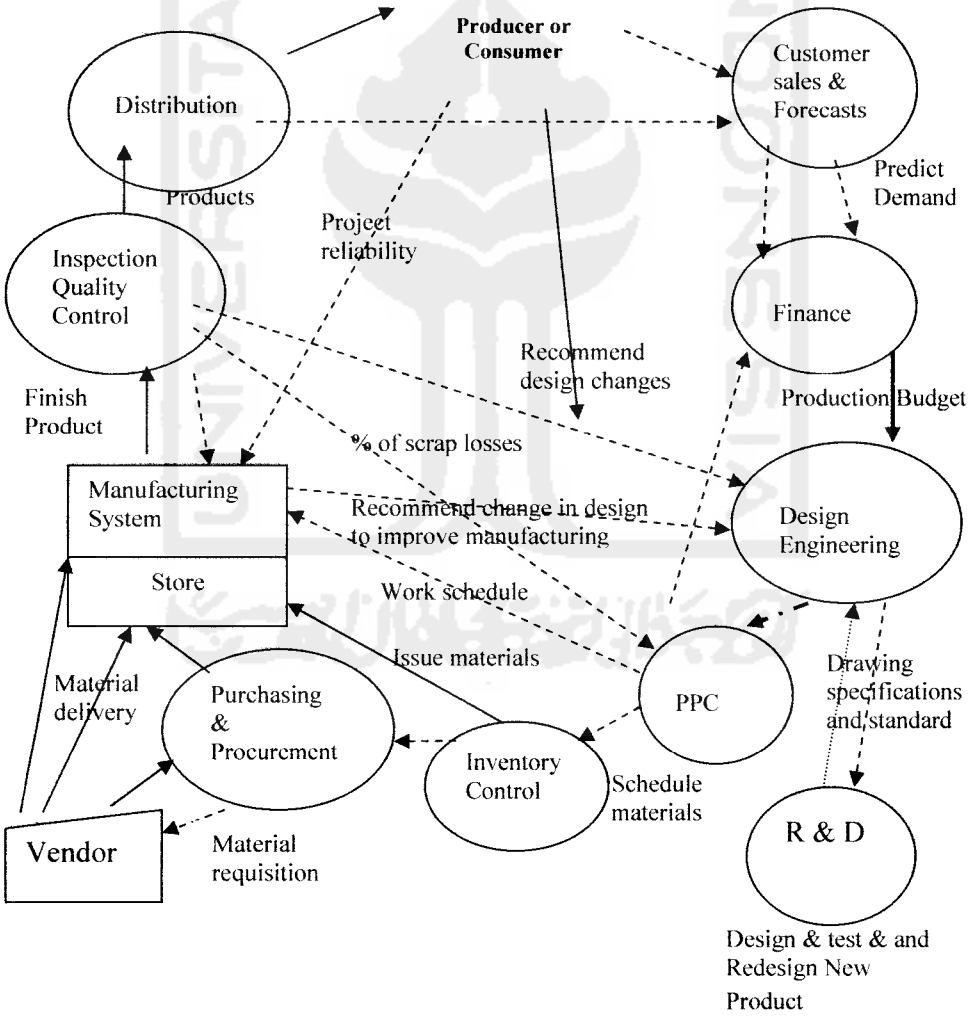
Setelah proses produksi, produk akhir akan melalui suatu inspeksi control kualitas. Inspeksi ini erat hubungannya dengan design engineering dalam hal standarisasi produk. Apabila terdapat produk cacat ataupun membutuhkan re work, maka ini merupakan feedback bagi PPC untuk melakukan perjadwalan ulang untuk memenuhi sisa kebutuhan produk akhir.

Produk akhir yang telah selesai melalui proses inspeksi dan siap diterima konsumen akan didistribusikan baik ke wholeseller maupun ke retailer.

Setelah satu siklus sistem produksi selesai, produser dapat menganalisis ketahanan, kekuatan dan potensi dari proyek yang telah dibuat tersebut. Apakah layak untuk diteruskan atau tidak,dll.

Setelah produk dilepas kepasar, pihak konsumen juga berhak untuk merekomendasikan perubahan pada desain produk yang telah ada, yang dirasa sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Sistem manufaktur memegang peran yang sangat penting disini, antara lain mengontrol dan menganalisis perjadwalan kerja di lantai produksi yang telah dilakukan PPC, *vendor selection*, merekomendasikan perubahan desain untuk meningkatkan kualitas manufaktur, apabila diperlukan, hasil dari proses inspeksi control kualitas, dan kelayakan proek tersebut.



Gambar 2.1 Bagan Sistem Produksi

Pembelajaran mengenai sistem produksi membutuhkan pertimbangan dari banyak komponen yang terlibat, seperti produk, konsumen, bahan mentah, proses transformasi ,tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tak langsung, sistem formal dan informal yang mengatur dan mengendalikan proses didalamnya.

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.

Jenis sistem tarik didasarkan pada JIT. Dalam sistem ini kuantitas pesanan dikendalikan oleh perbedaan antara titik stok tambahan dan keadaan inventori yang ada pada saat itu. Sistem ini dimaksudkan untuk menjaga biaya inventori yang rendah dengan membuat produk jika hanya ada permintaan konsumen. Perusahaan manufaktur modern memiliki pilihan antara dua pendekatan ini, tetapi hanya sedikit alat untuk membuat pilihan itu.

Dalam rangka mencegah permasalahan kekurangan stok, kelebihan peralatan, jumlah perkerja, maka sangatlah penting untuk menerapkan metode pengendalian produksi yang rasional yang bisa diubah untuk menyesuaikan dengan kesalahan internal selama proses dan peralatan, serta dapat memnuhi permintaan yang fluktuatif. Pengendalian produksi JIT yang berbasis *pull system* yang digunakan di TPS menawarkan sebuah methodologi yang terintegrasi (singh, 1996).

Penelitian ini membahas lingkungan sistem produksi yang 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 pengaruhnya terhadap efisiensi lead time produksi.

2.2.2 Just In Time (JIT)

Sistem Produksi Toyota merupakan aliran produksi dan sistem kontrol inventori. Sistem produksi ini merupakan sistem yang dikembangkan oleh Wakil Presiden Perusahaan Motor Toyota, Mr. Taiichi Ohno. Untuk mencapai tujuan dari Sistem Produksi Toyota, maka beberapa tindakan yang harus dilakukan adalah :

1. Mereduksi biaya dengan cara mengeliminasi bermacam-macam waste (buangan)
2. Mempermudah dalam menjamin dan mencapai produk yang berkualitas
3. Percobaan untuk membuat stasiun kerja yang merespon segala perubahan dengan cepat
4. 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. Kanban
6. Jidoka/andon
7. Yo-i-don

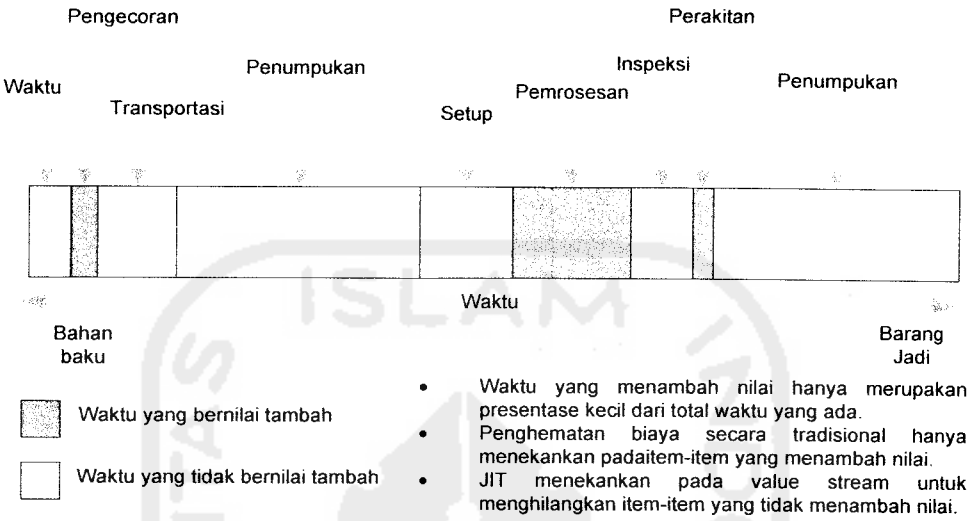
JIT merupakan suatu filosofi dalam bidang perindustrian yang memiliki keterkaitan penting dalam manajemen biaya yang menjadi suatu sistem internal yang digunakan oleh pendirinya, *Toyota Motor Corporation*. Di tempat asalnya, sistem ini kini telah mengambil suatu bentuk baru yaitu Sistem Produksi Toyota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

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*)



Gambar 2.2 Pemborosan dalam suatu nilai (Liker, 2004)

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 simple 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:

a. Mengintegrasikan dan mengoptimumkan setiap langkah dalam proses manufaktur
b. Menghasilkan produk berkualitas sesuai keinginan pelanggan.
c. Menurunkan ongkos manufaktur secara terus menerus.
d. Menghasilkan produk hanya berdasrkan permintaan pelanggan
e. Mengembangkan fleksibilitas *manufacturing*
f. 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, menentukan pulling sistem. 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.

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 Kanban, 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 2.3 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 daalm 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:

Sistem Tradisional

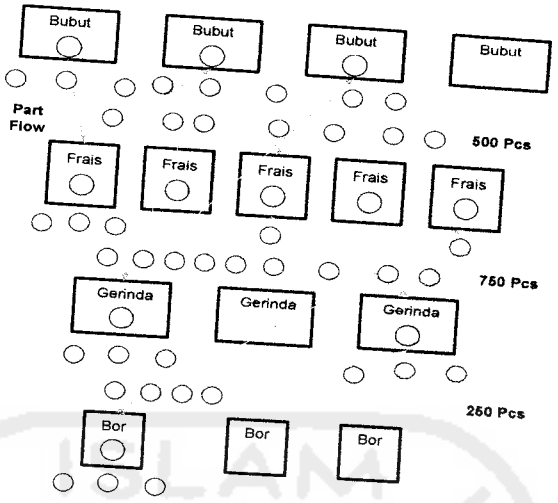
AAAAAAAAA BBBBBBBBB CCCCCCCCC

Sistem JIT

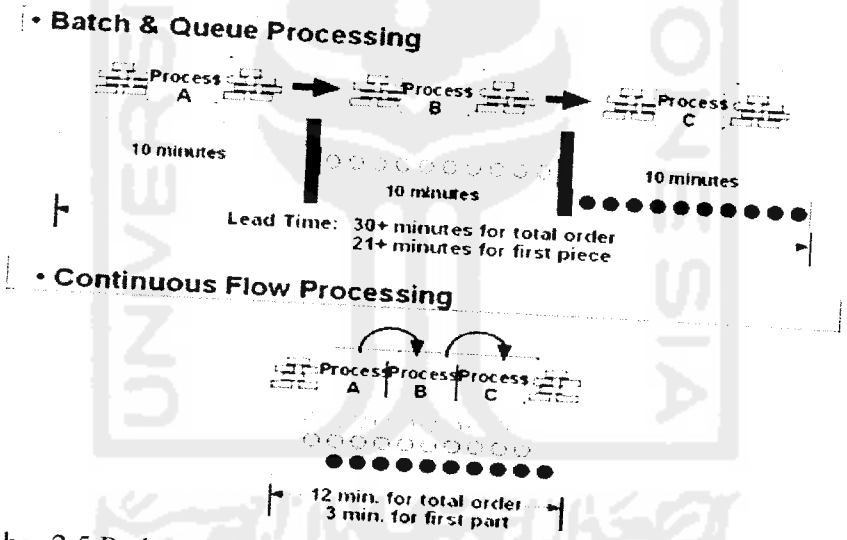
AA BB CC AA BB CC AA BB CC

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.



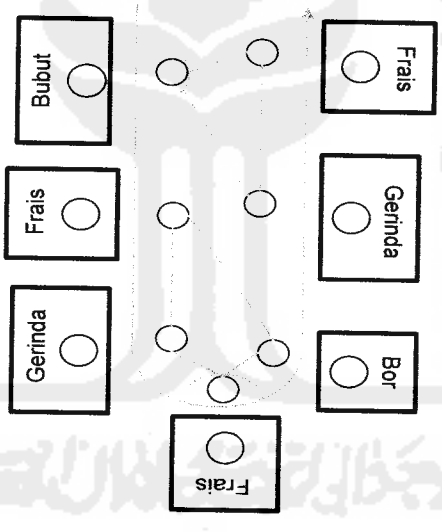
Gambar 2.4 Pengorganisasian tradisional menurut jenis mesin dengan aliran yang rumit dan batch yang besar



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. 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, 2006). 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. *Supervisor* depat mengawasi dengan mudah pekerja yang sedang sibuk atau menganggur.

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 Kanban

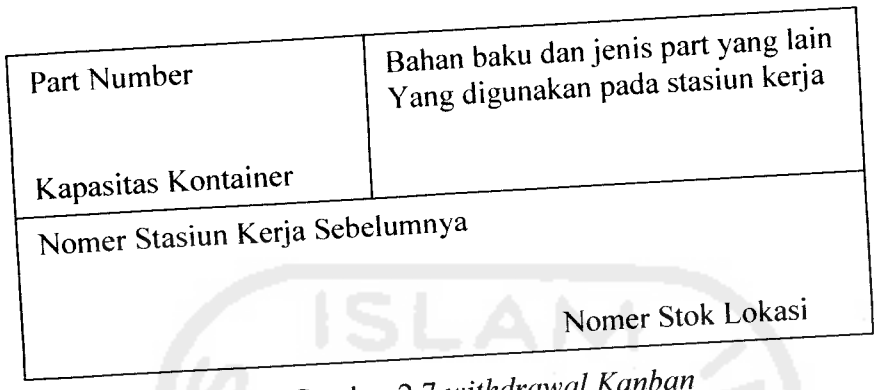
Kanban adalah suatu alat untuk mencapai produksi JIT. Kanban berasal dari bahasa Jepang yang berarti label atau tanda. Pada umumnya alat Kanban yang digunakan adalah kartu, maka sering kali disebut kartu Kanban. Dalam suatu proses produksi, Kanban dipergunakan sebagai tanda kepada stasiun kerja pemasok untuk segera mengirim material kepada stasiun pengguna sesuai dengan kebutuhan yang tertera dalm kartu Kanban. Tanpa adanya kartu Kanban tidak akan ada material yang dipindahkan atau dikirimkan ke stasiun kerja berikutnya. Dua jenis Kanban yang sering digunakan adalah Kanban pengambilan /Kanban tarik (*Withdrawal Kanban*) dan Kanban produksi (*Production Kanban)*

a. *Withdrawal Kanban*

Fungsi dasar dari *withdrawal Kanban* adalah sebagai tanda otorisasi pemindahan *parts* dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya. Ketika telah mengambil *parts* dari proses sebelumnya dan memindahkannya ke proses setelahnya, maka hal ini akan berlanjut sampai *parts* terakhir digunakan pada proses selanjutnya. Kemudian *withdrawal Kanban* akan kembali ke proses sebelumnya untuk mengambil *parts* dan siklus tersebut akan terus berlanjut.

Withdrawal Kanban memuat informasi seperti nomor *part,* nama *part, lot size* dan *routing process,* nama dan lokasi proses selanjutnya, nama dan lokasi proses sebelumnya, tipe container, kapasitas container, dan jumlah container yang dirilis. Layout kartu

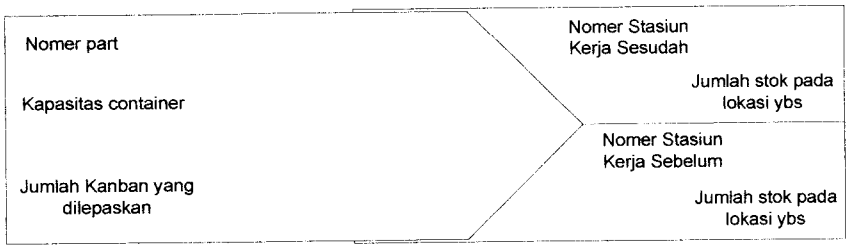
withdrawal dapat didesain dalam berbagai cara untuk menampilkan informasi tersebut. Salah satu contohnya adalah ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.7 *withdrawal Kanban*

b. *Production Kanban*

Fungsi utama dari *production Kanban* adalah sebagai alat untuk menunjukkan sebuah permintaan ke proses sebelumnya untuk membuat *part* yang sebanding dengan *lot size* yang dispesifikasikan dalam kartu tersebut. Oleh karena itu, kartu *production Kanban* memuat informasi tentang material dan *parts* yang dibutuhkan sebagi *input* pada proses sebelumnya sebagai tambahan tentang apa yang dibutuhkan pada saat ini dalam *withdrawal Kanban.* Informasi tersebut tidak dibutuhkan dalam kartu *withdrawal Kanban,* karena ini hanya digunakan sebagai komunikasi otorisasi perpindahan *parts* diantara stasiun kerja. Sebuah contoh *production Kanban* ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 *Production Kan'ban*

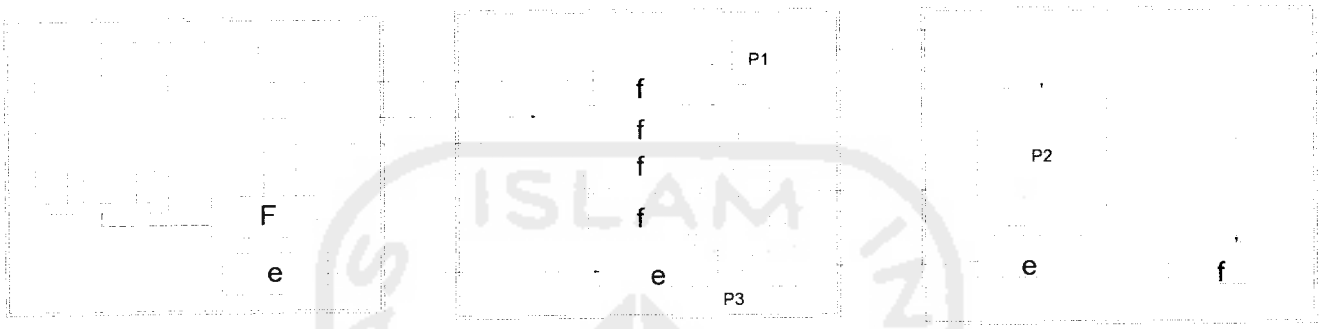
Mekanisme sistem kanban sangat sederhana, mengatur sendiri (self regulatory) dan merupakan sistem penjadwalan tanpa kertas (paperless system) di lantai pabrik. Sistem dorong merupakan suatu proses beraliran tunggal (single flow process), dimana aliran jadwal yang disusun dan aliran material dalam proses berada dalam arah yang sama. Sedangkan sistem tarik merupakan proses beraliran ganda (double flow process), dimana aliran material berada dalam arah yang berbeda dengan aliran jadwal yang disusun. Dalam hal ini, sistem kanban digunakan untuk mengkomunikasikan jadwal yang disusun dari pusat kerja satu ke pusat kerja yang lain.

Sistem kanban dapat dilakukan untuk melakukan fungsi sebagai berikut :

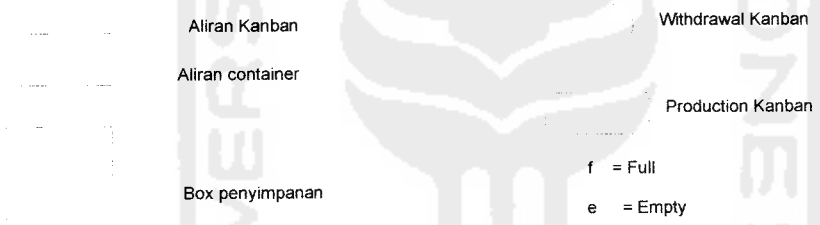
1. Perintah
2. Pengendalian diri sendiri untuk mencegah produksi yang berlebihan.
3. Pengendalian visual
4. Perbaikan proses dan operasi manual
5. Pengurangan biaya pengelolaan

Baik Withdrawal Kanban dan Production Kanban memiliki aliran tersendiri dalam sistem JIT. Mari kita pahami bahwa aliran dari kedua jenis Kanban tersebut adalah sebaik aliran dari jalur kontainer. Sebagai bahan pertimbangan, sebuah contoh sederhana

(Ebrahimpour dan Fathi, 1985), adalah mengontrol aliran kerja antara dua tahap proses yaitu sebelum dan sesudah. PPS 1 dan SPS2, dipisahkan oleh *stacking area* (area tumpukan), seperti ditunjukkan pada gambar 2.9



Gambar 2.5 Aliran Kanban dalam Sistem Produksi



Gambar 2.9 Aliran Kanban dalam Sistem Produksi

Rangkaian perpindahan Kanban dan kontainer antara pusat proses dan *stacking area* dideskripsikan sebagai berikut :

1. Anggap Anda memulai proses dari P1 dalam area tumpukan. Pindahkan kontainer yang penuh *parts* ke tahapan proses selanjutnya, SPS2

2. Pisahkan kartu *withdrawal* yang telah terpasang dan kirimkan ke kotak pengumpulan Kanban yang terdapat di P2. Sementara itu, *parts* dalam kontainer digunakan oleh tahap selanjutnya.

3. Ketika seluruh *parts* dalam kontainer telah digunakan di SPS2, pasangkan Kanban dari kotak pengumpulannya ke kontainer kosong dan pindahkan dari SPS2 ke lokasi P3 dalam area tumpukan.

4. Di lokasi P3 :
    a. Pisahkan *withdrawal Kanban* from kontainer kosong tersebut.
    b. Pasangkan ke dalam kontainer yang penuh *parts.*
    c. Pisahkan sebuah *production Kanban* dari kontainer yang akan dikirim ke tahap selanjutnya SPS2
    d. Kirimkan ke tahap sebelumnya PPS1
5. Ambil semua part yang diproduksi pada kontainer kosong dan kirimkan menuju stacking area dengan Kanban produksi yang ada bersamaan dengan container tersebut.

Dalam penggunaan kanban di lantai produksi, terdapat sejumlah peraturan dasar yang harus diperhatikan dalam menggunakan kanban agar sesuai dengan prinsip-prinsip JIT, antara lain:

1. Tidak boleh ada penarikan *part* tanpa disertai dengan Kanban. Kita tahu bahwa Kanban merupakan kartu yang dapat mengkontrol jalannya sistem produksi JIT, dengan dasar memproduksi *part* pada jumlah yang tepat dan di waktu yang tepat pula. Kanban merupakan satu-satunya alat yang sah untuk mengijinkan pemindahan atau penarikan *part-part* dari proses sebelum ke sesudah.

2. Banyaknya *part* yang dikeluarkan atau dikirim ke proses selanjutnya harus tepat sama dengan yang dispesifikasikan oleh Kanban. Buangan dapat terjadi bila proses sebelumnya mensupplai parts lebih dari yang dibutuhkan. Ini dapat dihindari jika proses sesudah datang ke proses sebelumnya untuk mengambil *part-part* hanya dalam kuantitas yang dibutuhkan. Untuk meyakinkan bahwa *part-part* yang diambil proses sesudah pada proses sebelumnya merupakan *part* dengan jumlah yang dibutuhkan, maka step dasar yang harus diimplementasikan adalah sebagai berikut :
    a Tidak boleh ada penarikan *part* tanpa disertai dengan Kanban
    b Jumlah *part* yang dikirim ke proses sesudahnya haruslah sesuai dengan yang tertera pada kartu Kanban
    c Pemindahan part pada container harus disertai dengan Kanban.
3. *Part-part* yang cacat harus tidak boleh dikirim ke proses sesudah. *Parts* yang cacat tidak boleh dikirim ke proses sesudah. Peraturan ini menekankan pada kualitas dari parts atau material yang ditarik oleh Kanban. Dalam sistem JIT, merupakan suatu kebutuhan mutlak untuk mempertahankan kualitas superior dalam memproduksi *part*. Selanjutnya, *part* yang cacat dan harus dirework dapat menyebabkan peningkatan WIP dan inventory disamping memerlukan ekstra sumber daya, material, peralatan dan tenaga kerja. Oleh karena itu, kegiatan manufaktur dalam memperbaiki part yang cacat tidak dapat ditolerir. Aturan-aturan mengenai hal tersebut adalah

a Proses yang ada didesain menjadi sebuah proses dimana part-part yang cacat teridentifikasi pada stasiun kerja yang bersangkutan. (ketika part tersebut cacat, maka dia tidak dapat digunakan oleh proses selanjutnya)

b Permasalahan yang terjadi pada setiap proses adalah para pekerja dan staff supervisor harus memberikan perhatian penuh terhadap part-part yang diproduksi pada setiap tahap produksinya, sehingga kualitas part tersebut tetap terjamin

Peraturan-peraturan tersebut mengimplikasikan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara Total Quality Control (TQC) dengan JIT. Implementasi JIT akan berjalan sukses jika mengimplementasikan TQC didalamnya.

4. Proses sebelum harus memproduksi *part* dalam kuantitas yang sama dengan yang ditarik oleh proses sesudah. Peraturan ini mengharuskan bahwa setiap proses tidak boleh memproduksi dalam kuantitas yang lebih daripada kebutuhan, karena hal ini merupakan pemborosan dalam penggunaan tenaga kerja, mesin, material, dan sumber daya lainnya. Adapun pemikiran yang mendasari peraturan ini adalah untuk membatasi inventory pada proses sebelumnya. Cara untuk memastikan bahwa sebuah proses memiliki inventory minimum adalah sebagai berikut :

   a Produksi yang dilakukan harus sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang terdapat pada kartu Kanban.

   b Produksi pada setiap stasiun kerja harus sesuai dengan alur Kanban.

5. Adanya penggunaan Kanban disetiap tahap produksi. Adanya variasi produksi yang kecil disesuaikan dengan :

a Hentikan proses ketika proses produksi / part yang dihasilkan mengalami penurunan atau kecacaran.

b Gunakan overtime dan peningkatan pada setiap proses jika proses produksi mengalami peningkatan.

Kita harus ingat bahwa overtime adalah salah satu dari muda (pemborosan) dan sangat tidak dianjurkan.

6. Adanya penghalusan produksi. Peraturan sebelumnya mengimplikasikan bahwa proses sesudah datang ke proses sebelum untuk mengambil part-part yang sesuai pada jumlah yang tepat dan pada waktu yang tepat pula. Namun jika penarikan tersebut mengalami fluktuasi pada jumlah dan waktu tertentu, sehingga puncak permintaan akan menentukan tingkat inventory, jumlah peralatan yang dibutuhkan dan jumlah pekerja yang digunakan untuk memproduksi produk tersebut. Oleh karena itu perlu adanya penghalusan produksi, sehingga sistem berjalan dengan seimbang.

Berdasarkan dengan keenam peraturan dasar diatas, disarankan agar peraturan-peraturan itu dibuat tertulis dan didistribusikan kepada semua pihak yang terlibat dalam sistem kanban.

2.2.4 *Lead Time* Produksi

Lead Time Produksi merupakan jangka waktu yang dibutuhkan oleh suatu perusahaan ketika memproduksi suatu produk. Siklus Waktu Manufakturing adalah Total waktu manufaktur yang digunakan untuk seluruh proses yang terjadi ketika kita memproduksi suatu produk (mulai dari awal hingga penyelesaian akhir suatu produk) (tersine, 1994)

Siklus Waktu Manufakturing terdiri dari lima komponen :

1. Waktu setup : yaitu material, mesin, atau stasiun kerja yang disiapkan untuk operasi/memproduksi sebuah produk.
2. Waktu Proses : waktu produktif untuk memproduksi sebuah produk
3. Waktu perpindahan : transportasi yang terjadi dari gudang, menuju gudang, atau antar stasiun kerja
4. Waktu antri : waktu yang digunakan material untuk menunggu karena ada material lain yang sedang dikerjakan/diproses pada stasiun kerja.

Waktu proses merepresentasikan pecahan-pecahan kecil dari Siklus Waktu Manufakturing. Porsi yang besar dari lead time (hingga 90%) biasanya disebabkan oleh waktu antri. Waktu setup, waktu tunggu dan waktu antri merupakan waktu – waktu inaktif dalam Siklus Waktu Manufakturing, hal ini bisa dikategorikan dalam waktu *delay*. Alasan terjadinya delay adalah :

1. Menunggu mesin atau stasiunkerja siap untuk digunakan
2. Menunggu untuk dipindahkan
3. Prioritas penerimaan
4. Kekurangan alat, material atau informasi
5. Breakdown mesin

Dalam asumsinya, bahwa biaya material dan biaya tenaga kerja haruslah cukup dikontrol. Dari sinilah, dapat dilihat bahwa mereduksi Siklus Waktu Manufakturing sangatlah penting. Hal ini digunakan untuk mereduksi WIP. Jika siklus waktu direduksi, maka WIP akan berkurang. Dengan melihat proporsi waktu antri yang cukup besar pada *lead time*,

maka dapat dilakukan pereduksian waktu antri, sehingga hal ini juga akan meminimasi waktu siklus.

Seperti kebanyakan *delay*, waktu antri sangat berhubungan dengan perencanaan dan penjadwalan produksi. Sangat penting untuk merencanakan dan menjadwalkan produksi secara efisien. Waktu antri dapat direduksi dengan baik yaitu dengan penjadwalan yang baik pula. Sehingga dapat mengurangi backlog produksi. Dengan berkurangnya *backlog* dan waktu antri maka akan membuat waktu tunggu suatu material pada stasiun kerja akan semakin pendek.

Aliran kerja yang terdapat pada lantai produksi dibatasi oleh kapasitas produksi itu sendiri. Meningkatkan input tanpa meningkatkan kapasitas itu sama saja memperbesar waktu siklus. Jika sebuah perusahaan mempunyai masalah pada kapasitas, berarti perusahaan itu punya *lead time* yang lebih panjang. Dan hal ini juga akan memperbesar WIP.

Lead time manufaktur dapat dijadikan variabel konstan untuk mengkontrol produksi. Dengan *lead time* yang pendek maka dapat meningkatkan pelayanan terhadap konsumen, mengurangi biaya penyimpanan, mengurangi biaya produksi. Lead time yang lebih pendek dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Singkatnya, lead time dapat digunakan untuk mengatur perencanaan dan penjadwalan yang tepat dan perencanaan kapasitas produksi yang tepat.

2.2.5 Pemodelan Sistem

2.2.5.1 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.

2.2.5.2 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.

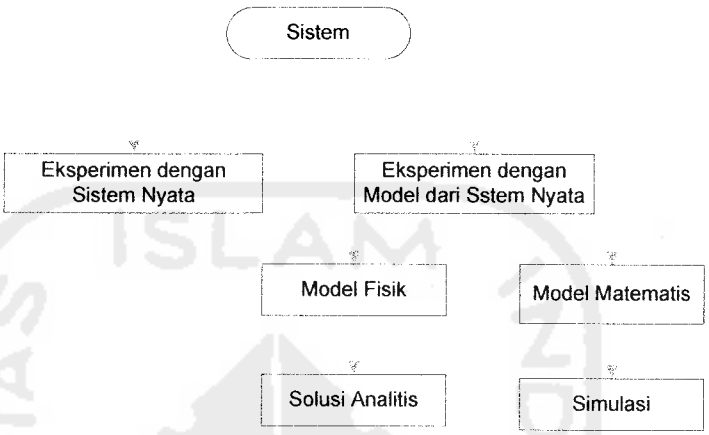
Beberapa model dari sebuah sistem yang sama, bisa saja berbeda, tergantung pada persepsi, kemampuan, dan sudut pandang analis sistem yang bersangkutan. Ditegaskan kembali bahwa pada dasarnya model adalah suatu representasi yang memadai dari sebuah sistem.

2.2.5.3 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 2.10 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

2.2.5.4 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.

a. 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.

b. 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.

c. Variabel (*Variablel*)

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

d. 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

e. Antrian (*Queue*)

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

f. 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)

g. *Simulation Clock*

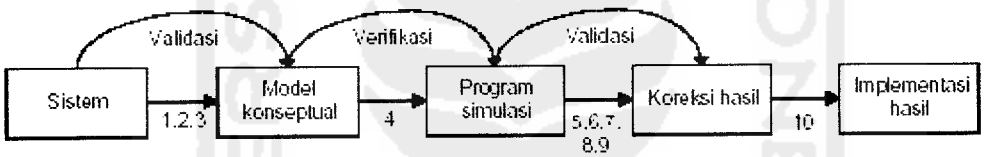
Simulation Clock adalah nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variabel.

h. 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.*

2.2.5.5 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 2.11 Hubungan Verifikasi dan Validasi

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

a. 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

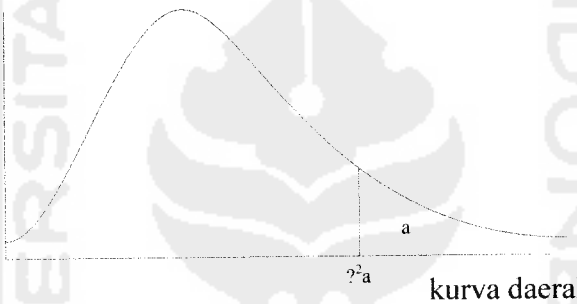
Hi : data waktu tidak berdistribusi normal

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

Gambar 2.12 Kurva Daerah Penerimaan

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.*

b. Uji Validasi Output

Dalam pengujian ini, akan diuji data output simulasi dan data pengamatan yang sudah ada, yaitu menguji antara output produk yang diproduksi dalam satu minggu (nyata) yang akan diuji berpasangan dengan output simulasi model awal. Dalam hal ini kita akan membandingkan dua populasi yang independen dengan cara membandingkan parameter-parameter dari populasi tersebut. Pengujian statistik yang akan dilakukan adalah uji Chi Square dengan langkah yang sama (penggunaan rumus 2.1 – 2.5), Uji Rataan, dan Uji Variansi.

Dengan asumsi populasi normal tersebut memiliki rata-rata μ_1 dan μ_2 sedangkan simpangan bakunya adalah σ_1 dan σ_2 . Untuk populasi dengan $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, dimana σ tidak diketahui, akan dilakukan uji rataan untuk membandingkan rataan suatu populasi dengan nilai tertentu ataupun populasi lain, menggunakan statistik uji sebagai berikut:

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{.....(2.6)}$$

dengan $v = \dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}{\dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_1 - 1} + \dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_2 - 1}}$ .....(2.7)

nilai t diperoleh dari tabel $t_{\alpha/2}$

Apabila $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka Ho diterima yang berarti kedua populasi memiliki rataan yang sama.

Untuk populasi dengan $\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma$, dan σ tidak diketahui maka menggunakan statistik uji sebagai berikut:

$$T = \frac{(\overline{X} - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{S_1^2 / n_1 + S_2^2 / n_2}} \quad \text{.....(2.8)}$$

$$v = \frac{\left[S_1^2 / n_1 + S_2^2 / n_2\right]}{\dfrac{(s_1^2 / n_1)^2}{n_1 - 1} + \dfrac{(s_2^2 / n_2)^2}{n_2 - 1}} \quad \text{.....(2.9)}$$

nilai t diperoleh dari tabel $t_{\alpha/2}$

Apabila $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka Ho diterima yang berarti kedua populasi memiliki rataan yang sama.

Selain uji rataan, uji yang digunakan adalah uji variansi untuk menguji apakah variansi suatu populasi sama dengan variansi populasi lain. Oleh karena itu Hipotesisnya dipakai adalah:

$H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ atau $\sigma_1^2 / \sigma_1^2 = 0$

$H_i : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

Mula-mula dihitung variansi sample s_1^2 dan s_2^2 dari sampel yang berukuran n_1 dan n_2. Rumus yang digunakan adalah:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{.....(2.10)}$$

Selanjutmya dicari nilai F dengan menggunakan rumus

$$F = \frac{S_1^2 / \sigma_1^2}{S_2^2 / \sigma 2^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \cdot \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad \text{.....(2.11)}$$

Karena $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$ maka rumus diatas menjadi

$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ dengan $S_1^2 > S_2^2$ .....(2.12)

Dengan $v_1 = n_1 - 1$ dan $v_2 = n_2 - 1$ dapat ditentukan batas kritisnya, yaitu $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_1)$ dan $f_{\alpha/2}(v_1, v_1)$

Ho diterima apabila $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_1) < F < f_{\alpha/2}(v_1, v_1)$ yang berarti kedua populasi memiliki variansi yang sama.

2.2.5.6 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.

2.2.6 Perangkat Lunak Promodel 7.0

2.2.6.1 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. (Banks, 1997)

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 spesific 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).

Selain itu dalam bahasa simulasi dikenal juga istilah *event orientation* dan *process orientation.* Event orientation melihat sebuah simulasi dari sisi kejadian yang menimpa sistem sedangkan process orientation melihat simulasi dari sisi perjalanan entiti yang terkait. Sebagai ilustrasi : Dalam sebuah sistem antrian. event orientation melihat kedatangan entiti , proses dan kepergian entiti sebagai hal utama yang diamati kemudian mencatatnya secara statistik sedangkan process orientation melihat entiti datang dan masuk kedalam sistem kemudian ia menunggu dalam antrian lalu diproses dan keluar. Atau secara gampang dapat dikatakan Event Orientation adalah seorang profesor dalam sebuah simulasi sedangkan Process Orientation adalah seorang seniman. (Banks, 1997)

2.2.6.2 Keunggulan ProModel

Dengan menggunakan PROMODEL, keuntungan yang didapatkan antara lain :

1. Memberikan kombinasi yang baik dalam pemakaian dan kemampuan untuk memodelkan suatu sistem nyata agar tampak lebih realistik.
2. Beragamnya modul dan blok yang ada padaPROMODEL dan tersedianya fitur animasi membawa fleksibilitas yang sangat besar dalam membangun model yang sesuai dengan sistem sesungguhnya yang biasanya ada pada GPSL.
3. Adanya koreksi error otomatis yang akan membantu dalam pembuatan suatu model simulasi sistem.

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.

2.2.6.3 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

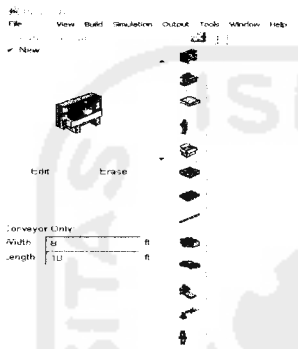
   a. Locations



Gambar 2.13 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.

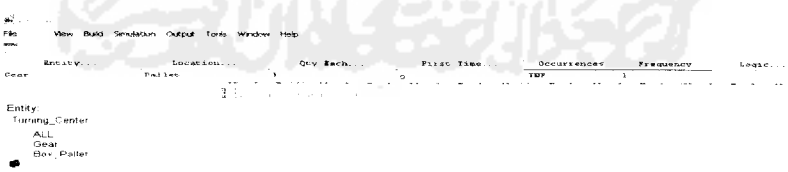
b. Entities



Gambar 2.14 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.

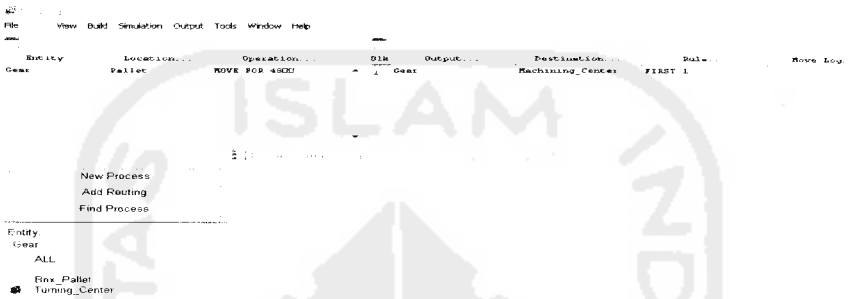
c. Arrivals



Gambar 2.15 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



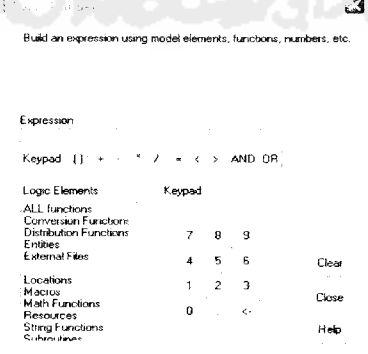
Gambar 2.16 Tampilan Processing

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 2.17 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.

2.2.6.4 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 :

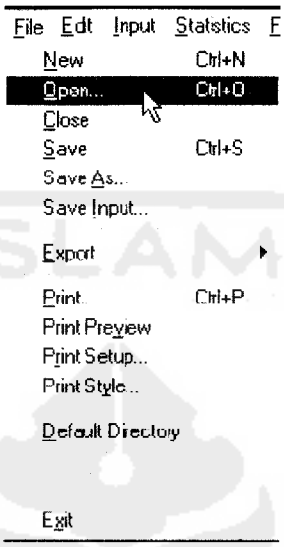
1. Mengumpulkan data dari sistem riil yang diamati
2. Mengidentifikasi distribusi probabilitas sebagai representasi dari input proses.
3. Memilih parameter dari data
4. Mengevaluasi ditribusi probabilitas terpilih dengan menggunakan grafik atau uji statistik.

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 :

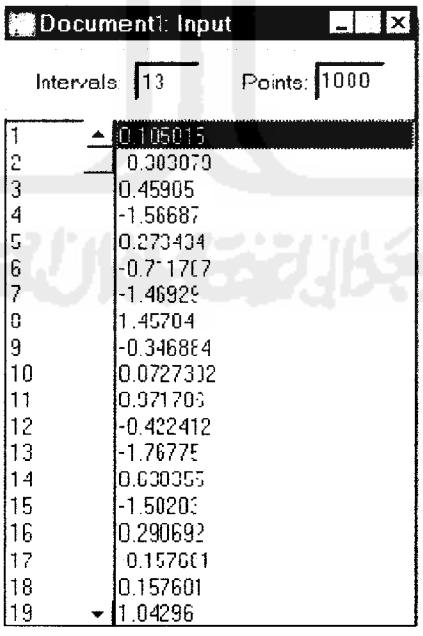
Jika data telah tersedia dan ingin diketahui distribusi dari bilangan random tersebut :

a. Buka file bilangan random



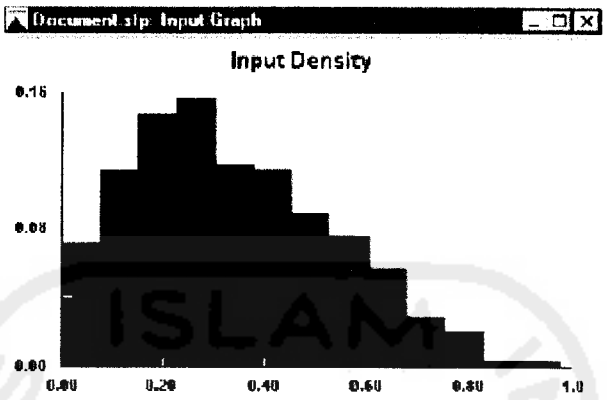
Gambar 2.18 Tampilan membuka bilangan random

b. Masukkan input data bilangan random



Gambar 2.19 Tampilan bilangan random

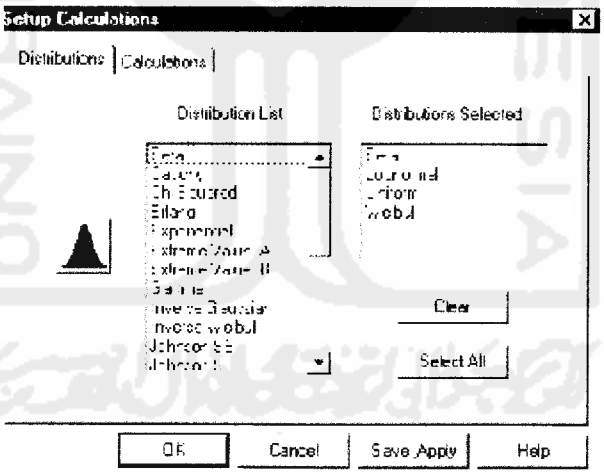
c. Lihat Grafik input data dengan meng-klik *"input Graph"* 



Gambar 2.20 Tampilan grafik bilangan random

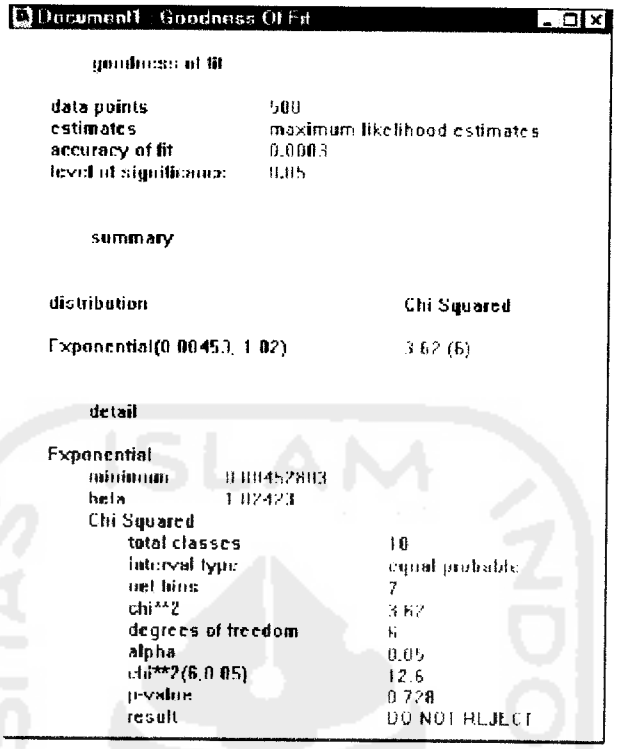
d. Klik tombol 

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



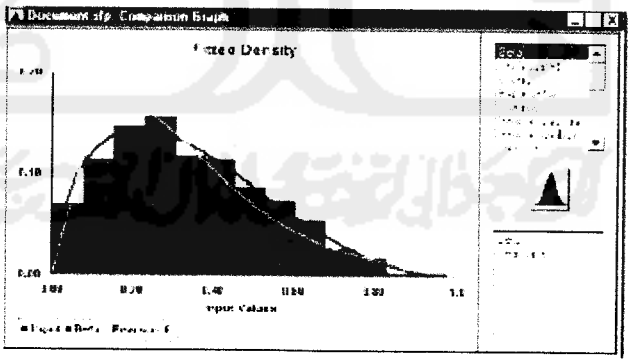
Gambar 2.21 Tampilan distiribusi sesuai

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



Gambar 2.22 Tampilan hasil distribusi

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



Gambar 2.23 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

Untuk sistem JIT, model matematis yang digunakan adalah model yang diajukan oleh Olhager (2002) yaitu suatu model matematis yang digunakan untuk menghitung efisiensi *lead time*. Model matematis yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Efisiensi *Lead Time*

$$\frac{\textit{Total waktu proses perunit (tidak termasuk waktu setup)}}{\textit{kumulatif lead time}} \quad \textit{....Persamaan (1)}$$

b. Model di atas dapat dijabarkan sebagai berikut (Fogarty, 1991):

$$\sum WP = \left(\sum O \times N\right) \quad \textit{.....Persamaan (2)}$$

$$MLT = \sum Q + \sum S + \left(N \times \sum O\right) + \sum W + \sum M \quad \textit{.....Persamaan (3)}$$

Masukkan persamaan (2) dan persamaan (3) ke persamaan (4) yaitu sebagai fungsi dari Efisiensi *Lead Time Manufacturing*.

$$LTE = \frac{\sum WP}{MLT}$$ ..... *Persamaan (4)*

Dengan kata lain, persamaan (4) merupakan persamaan yang sesuai dengan persamaan (1) yakni model yang diajukan oleh Olhager, (2002).

Dimana :

WP	=	Total waktu proses per unit (tidak termasuk waktu setup)
S	=	*Setup Time*
O	=	*Operation Times*
N	=	Jumlah *Lot Size*
Q	=	Waktu antri tiap unit ketika akan diproses
W	=	Waktu tunggu tiap unit ketika akan diproses
M	=	Waktu perpindahan tiap unit produk.
MLT	=	*Manufacturing Lead Time* (Kumulatif *Lead time*)
LTE	=	Efisiensi *Lead Time*

Keterangan : Untuk data-data S, O, N, Q, W, dan M didapat dari pengukuran di lapangan. Sedangkan WP, MLT, dan LTE didapat dari perhitungan.

c. Untuk penghitungan jumlah kanban yang digunakan, maka menggunakan model :

$$N = \frac{\sum D(Tw + Tp)(1 + \alpha)}{a}$$ ..... *Persamaan (5)*

Dimana :

N	=	Jumlah kanban
D	=	Jumlah permintaan/kebutuhan permintaan per waktu

Tw = Waktu tunggu kanban

Tp = Waktu proses, dimana (Tw + Tp) = *Lead Time.*

a = Kapasitas container

α = *Policy Variabel*

Keterangan : Untuk data-data D, Tp, Tw, a dan α didapat dari pengukuran di lapangan. Sedangkan N didapat dari perhitungan.

d. Analisis Dimensi Model

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

1. Total Waktu Proses

   Total waktu operasi / unit (*menit*) x Jumlah Lot Size (*n satuan*) = (***menit)***

2. Manufacturing Lead Time

   Total waktu antri tiap unit ketika akan diproses (*menit*) + Total waktu setup / unit (*menit*) + Total Waktu Proses (*menit*) + Total waktu tunggu / unit ketika akan diproses (*menit*) + Total waktu perpindahan / unit (*menit*) = (***menit***)

3. Efisiensi *Lead Time*

   Total waktu proses per unit (*menit*) / *Manufacturing Lead Time* (*menit*) = (*%*)

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam dua cara :

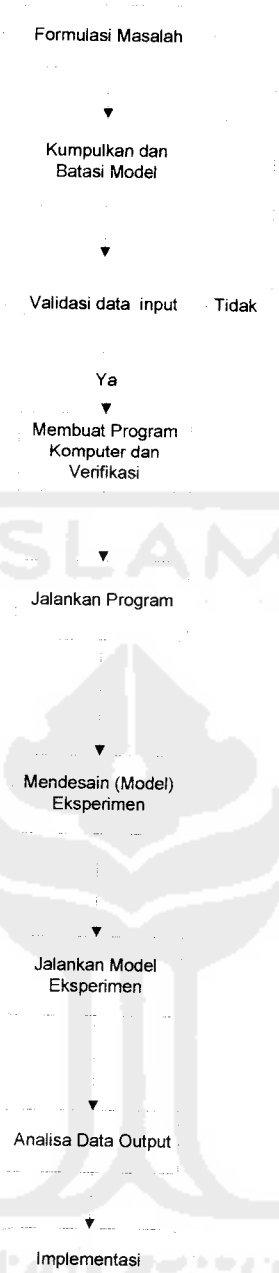
1. Wawancara bebas tidak didokumentasikan secara terstruktur
2. Studi lapangan, yang dilakukan pengamatan secara langsung dan pencatatan data produksi seperti data mesin, data waktu , pekerja, data biaya – biaya yang diperlukan.

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 diolah dengan menggunakan perhitungan secara matematis sesuai dengan model yang akan digunakan kemudian dianalisa perilaku sistem dengan pendekatan simulasi ProModel 6.0

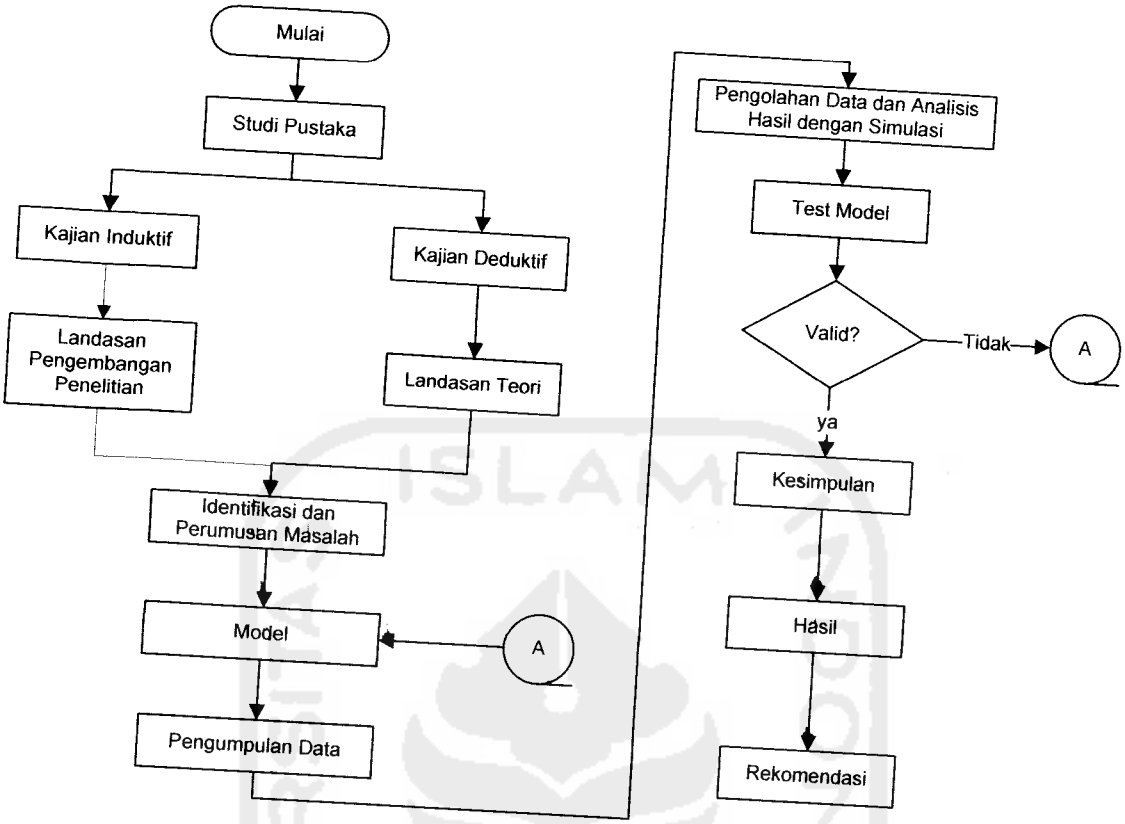
Adapun tahapan – tahapan dalam Simulasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tahapan – Tahapan 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 3.2



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. CV Pakis Furniture adalah 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 berdiri hanyalah 7 orang, yang berasal dari penduduk sekitar perusahaan.

Perusahaan 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 *Coffe Table* dipilih yang berkualitas bagus, yaitu kayu jati jenis grade A. Pembeli yang melakukan kontrak dengan perusahaan berasal dari negara lain. 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 Sistem Produksi Perusahaan

CV Pakis Furniture merupakan perusahaan yang merespons permintaan konsumennya 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

Dalam proses produksinya CV. Pakis Furniture memiliki beberapa departemen, yang terdiri atas :

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.

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 stasiun kerja, dimana masing-masing stasiun mempunyai spesifikasi kerja dan mesin yang berbeda-beda.

Tabel 4.1 Mesin di Departemen Pembahanan

).	jenis mesin	Fungsi
	Mesin Rip saw	Membelah kayu dengan lebar tertentu
2	Mesin Planner/Thickneser	Perataan dan penyeragaman ukuran
3	Mesin Jointer	Menyerut permukaan komponen menjadi siku/tegak lurus
4	Mesin Crosscut	Untuk memotong ukuran panjang
5	Mesin Bor/chisel	Pembuatan lubang baik vertikal maupun horisontal
6	Mesin Radial arm saw	Pemotongan pada panjang kayu sekaligus membuat sudut pada ujung kayu
7	Mesin Bandsaw	Untuk membuat bentuk yang tidak siku dan memotong log
8	Mesin Finger Joint	Untuk membuat sambungan arah panjang kayu
9	Mesin Spindel	Pembuatan lengkung, Grooving, dan bentuk arah memanjang
0	Mesin Circle	Membelah kayu yang telah dipotong menjadi kayu batangan dengan ukuran tertentu

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

Urutan mesin-mesin yang memproses setiap part adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Urutan Mesin-Mesin Produksi

No	Nama Part	Urutan Mesin
1	top (pas)	1-2-3-4
2	kaki (pas)	1-2-3-4-5
3	sdk dp & blk atas	1-2-3-4-5
4	sdk spg atas	1-2-3-4-5
5	sdk tgh bwh top	1-2-3-4-5
6	sdk dp & blk bwh	1-2-3-4-5
7	sdk spg bwh	1-2-3-4-5

8	sdk tgh bwh pp bwh	1-2-3-4-5
9	pp bwh (pas)	1-2-3-4

3. Departemen *Assembly* (Perakitan)

Departemen ini melakukan operasi perakitan komponen yang ada di buffer 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. Lini perakitan melakukan operasi dari mulai perakitan awal sampai perakitan akhir menjadi produk jadi. Terlihat bahwa beban kerja tiap tenaga kerja pada masing-masing lini perakitan sangat besar.

4. Departemen *finishing*

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

Pada penelitian ini, Peneliti hanya akan mengamati aliran proses mulai dari Departemen Pembahanan sampai Departemen *Finishing*.

4.3 Pengumpulan Data

4.3.1 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.

6	sdk dp & blk bwh (2.5 x 4 x 98)	SDBB-A	2
7	sdk spg bwh (2.5 x 4 x 92)	SSB-A	2
8	sdk tgh bwh pp bwh (2.5 x 4 x 84)	STBPB-A	2
9	pp bwh (pas) (1.5 x 84 x 100)	PB-A	1

4.3.4 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
12.23	11.05	10.43
10.56	11.19	11.55
10.37	10.56	11.26
10.42	11.38	10.44
12.34	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

4.3.5 Data Waktu Proses di Departemen Perakitan

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

4.3.6 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

4.3.7 Waktu Tunggu Entitas di Setiap Stasiun Kerja

Waktu tunggu adalah waktu yang dihabiskan setiap part ketika menunggu untuk diproses pada stasiun kerja berikutnya. Adapun waktu tunggu setiap stasiun adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Waktu Tunggu Entitas di Setiap Stasiun kerja

Nama Stasiun Kerja	Waktu Tunggu(detik)
Rip Saw	180
Planner	120
Jointer	120
Cross Cut	3600
Bor	7200
TOTAL	11220

4.3.8 Waktu Antri Setiap Stasiun Kerja

Waktu antri adalah waktu yang dihabiskan setiap part ketika mengantri untuk diproses di stasiun kerja tertentu.

Tabel 4.6 Waktu Antri Entitas di Setiap Stasiun kerja

Nama Stasiun Kerja	Waktu Antri (detik)
Rip Saw	120
Planner	120
Jointer	120
Cross Cut	120
Bor	120
TOTAL	600

4.3.9 Data Waktu Setup Tiap Mesin

Data waktu setup mesin untuk membuat setiap jenis part dapat dilihat dalam tabel 4.7

Tabel 4.7 Waktu Setup di Setiap Stasiun kerja

NAMA MESIN	Waktu Set-Up untuk Pembuatan Komponen (menit):									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah
Mesin Rip saw	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Mesin Planner/Thickneser	3	2	3	3	2	2	3	3	2	23
Mesin Jointer	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Mesin Crosscut	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Mesin Bor/chisel	-	3	3	3	3	3	3	3	—	21
Total										98

4.3.10 Waktu Material Handling Antar Stasiun Kerja

Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain adalah :

Tabel 4.8 Data Waktu Material Handling

Nama Stasiun Kerja	Waktu (detik)	menit
Warehouse bahan baku - Mesin Rip saw	112.24	1.87
Mesin Rip saw - Mesin Planner	13.51	0.23
Mesin Planner - Mesin Jointer	7.55	0.13
Mesin Jointer - Mesin Cross cut	12.20	0.20
Mesin Cross cut - Mesin Bor	17.69	0.29
Mesin Cross cut - Perakitan	39.28	0.65
Mesin Bor - Perakitan	43.73	0.73

Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan material pada Departemen *Assembly* adalah :

Tabel 4.9 Data Waktu Material Handling di Departemen *Assembly*

Nama Stasiun Kerja	Waktu (detik)	menit
Perakitan - Finishing	81.01	1.35

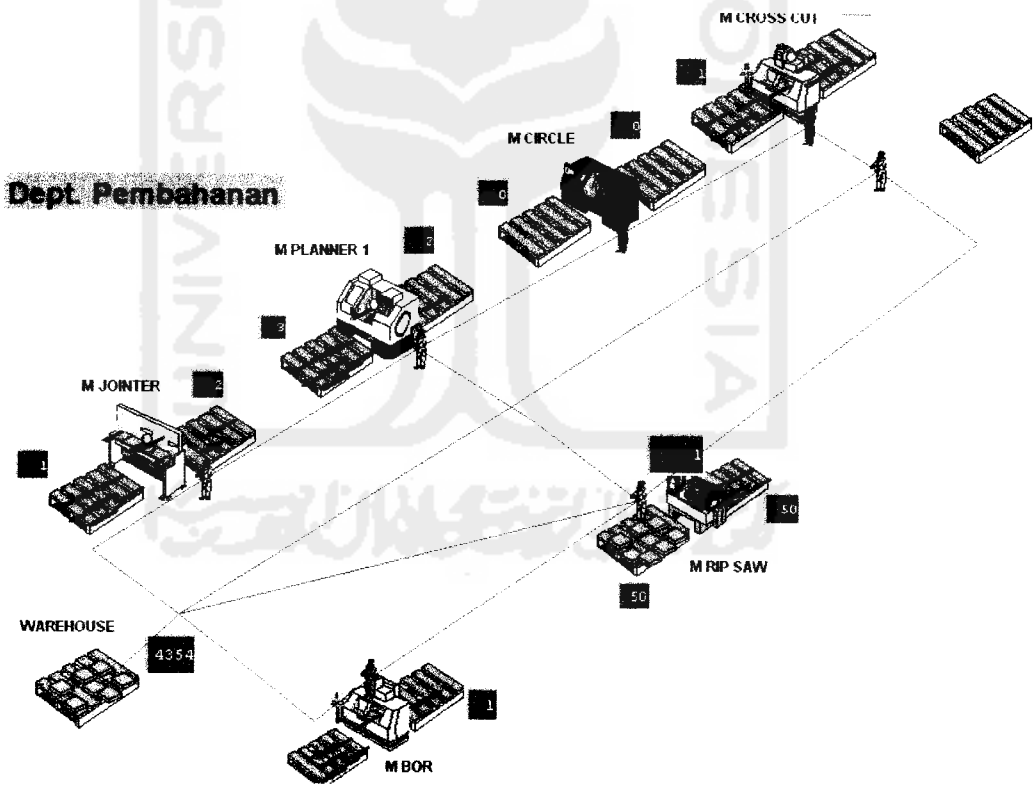
4.3.11 Kapasitas Maksimal Kontainer.

Setiap part memiliki kapasitas kontainer yang sama yaitu 10 unit.

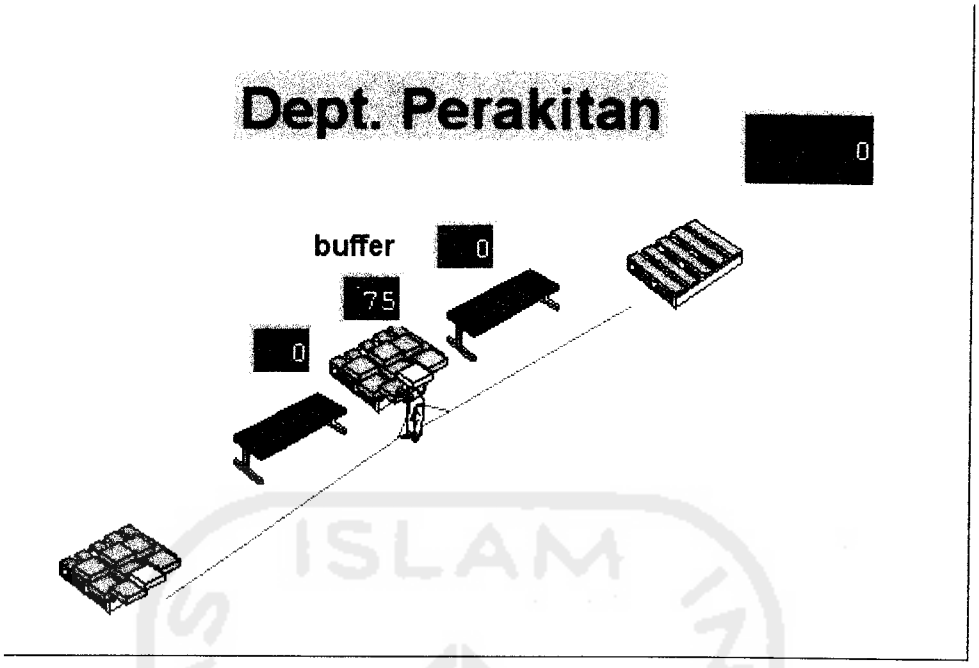
4.3.12 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi dapat dilihat pada lampiran

4.3.13 Layout Awal Lantai Produksi CV. Pakis Furniture



Gambar 4.1 Layout Departemen Pembahanan CV. Pakis Furniture



Gambar 4.2 Layout Departemen Perakitan CV. Pakis Furniture

4.4 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 yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya untuk menentukan efisiensi Lead Time Produksi pada sistem nyata pembuatan produk *Coffe* Table di CV Pakis Furniture. Selanjutnya, hasil pengolahan data ini akan dibandingkan dengan perhitungan Lead Time Produksi ketika filosofi Just In Time diterapkan pada pembuatan produk Coffe Table.

4.4.1 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)

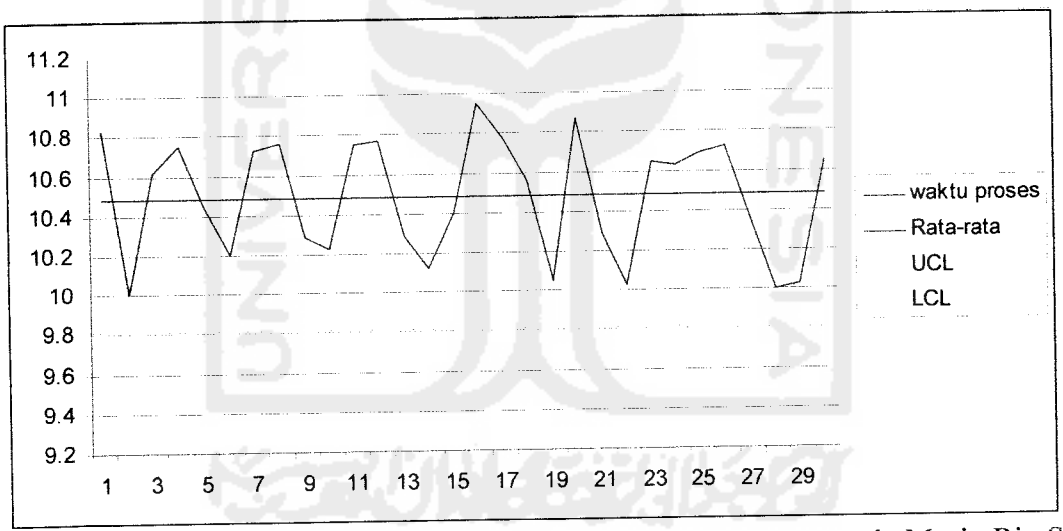
$= 11.08$

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 4.3 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 4.10 Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Tiap Part

Stasiun Kerja	Part	$\overline{X}$	Minimum	Maximum	σ	UCL	LCL	Keterangan
Rip Saw	Top	10.48	10.00	10.95	0.30	11.08	9.88	Seragam
	Papan	10.48	10.00	10.95	0.30	11.08	9.88	Seragam
	Kaki	10.93	10.20	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	1.00	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	15.90	15.00	16.97	0.66	17.21	14.58	Seragam
	Papan	15.90	15.00	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		45.00	43.90	46.11	0.56	46.11	43.89	Seragam
Finishing		5.40	5.29	5.53	0.07	5.53	5.27	Seragam

4.4.2 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

PERPUSTAKAAN FTI UII YOGYAKARTA

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 :

$\sum X = 314.46$

$(\sum X)^2 = 98885.09$

$\sum X^2 = 3298.785$

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 4.11 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
erakitan		30	2	0.05	1350.07	1822694.9	60765.4	0.23	Cukup
inishing		30	2	0.05	162.03	26253.72	875.25	0.23	Cukup

4.4.3 Perhitungan Waktu Baku Pembuatan Produk *Coffe Table*

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Di sini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut.

Tahapan yang harus dilalui untuk menentukan Waktu Baku adalah menentukan *Rate* of *Performans* dan waktu longgar (*Allowance)* untuk pekerja. Penentuan *Rate* of *Performans* didasarkan pada tabel Sistem *Westinghouse*. Tabel ini berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, yaitu *Skill*, *Effort*, *Working Condition*, dan *Consistency* (Krick, 1962). Tabel Sistem *Westinghouse* dapat dilihat pada lampiran.

Waktu longgar (*Allowance)* diberikan karena seorang operator dalam bekerja sering menghentikan pekerjaan dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan-alasan lain yang diluar kontrolnya.

Tabel 4.12 *Rate Of Performans* Pekerja

Stasiun Kerja/Mesin	Ketrampilan			Usaha			Kondisi Kerja			Konsistensi			Total
	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Kelas	Lambang	Peny.	Kelas	Lambang	Peny.	Peny.
Rip Saw	Good	C1	+ 0.06	Good	C1	+ 0.05	Average	D	0	Good	C	+ 0.01	1.12
Planner	Average	D	0	Average	D	0	Average	D	0	Good	C	+ 0.01	1.01
Jointer	Average	D	0	Average	D	0	Average	D	0	Good	C	+ 0.01	1.01
Cross Cut	Good	C1	+ 0.06	Good	C1	+ 0.05	Average	D	0	Average	D	0	1.11
Bor / Chisel	Good	C1	+ 0.06	Good	C2	+ 0.02	Average	D	0	Average	D	0	1.08
Perakitan	Good	C1	+ 0.06	Good	C1	+ 0.05	Average	D	0	Average	D	0	1.11
Finishing	Good	C1	+ 0.06	Average	D	0	Average	D	0	Good	C	+ 0.01	1.07

Tabel 4.13 Kelonggaran *(Allowance)* Pekerja

Faktor Pengaruh / Stasiun Kerja	Fatique Allowance (%)							Personal Allowance (%)	Delay Allowance (%)	Total (%)
	Tenaga yg Dikeluarkan	Sikap Kerja	Gerakan Kerja	Kelelahan Mata	Keadaan Temperatur	Keadaan Atmosfer	Keadaan Lingkungan			
Rip Saw	6	1.5	0	2	1.5	0.5	1	1.5	1	15
Planner	6	1.5	2	1	1.5	0.5	1	1.5	2	17
Jointer	6	1	1	0.5	1.5	0.5	1	1.5	2	15
Cross Cut	6	1	1	0.5	1.5	0.5	1	1.5	2	15
Bor / Chisel	6	2	2	0.5	1.5	0.5	1	1.5	2	17
Perakitan	6	1	2	1.5	1.5	0.5	1	1.5	1	16
Finishing	6	1.5	1	0.5	1.5	0.5	1	1.5	2	15.5

Untuk menghitung Waktu Baku (WB) menggunakan rumus :

$$WB = Waktu\ Siklus \times \frac{100\%}{100\% - \%\ Allowance}(Satuan\ Waktu\ per\ Unit)$$

Waktu Siklus = Waktu Observasi rata-rata x Performance Rating.

Untuk hasil perhitungan waktu baku dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Waktu Baku per Part

Nama Komponen	Waktu Baku (detik)
Top	60.79
Papan	60.79
Kaki	334.54
Frame/Sunduk	491.10
Perakitan	3568.05
Finishing	24620.89
Total	29136.16

4.4.4 Perhitungan Lead Time Produksi Sistem Nyata

Lead Time Produksi = Total Waktu Baku + Total Waktu Setup + Total Waktu Antri + Total Waktu Menunggu + Total Waktu Transfer.

= 29136.16 + 5880 + 600 + 11220 + 327.01

= 47163.37 detik

= 13.10 Jam ≈ 13 Jam

$$\text{Efisiensi Lead Time Produksi} = \frac{Total\ Waktu\ Proses + Waktu\ Setup}{Lead\ Time\ Produksi} \times 100\ \%$$

$$= \frac{35016.16}{47163.37} \times 100\%$$

= 74.24 %

4.5 Simulasi Sistem

4.5.1 Formulasi Sistem

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

4.5.2 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 adalah 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 alur atau 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 yaitu jam masuk kerja 07.00 WIB.
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 penambahan stasiun kerja pada Departemen Perakitan
5. Terdapat perputaran kanban selama produksi
6. 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 4.15 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 4.16 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 4.17 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

Sementara asumsi-asumsi yang digunakan sehingga sistem JIT ini dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. Supplier yang digunakan oleh perusahaan merupakan supplier yang loyal terhadap perusahaan. Yakni yang memiliki kemitraan yang baik dengan perusahaan, selalu siap ketika perusahaan membutuhkan bahan baku, dan memiliki jarak yang tidak terlalu jauh dengan perusahaan.
2. Material yang digunakan merupakan material yang baik dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan perusahaan, sehingga selama berproduksi tidak terdapat part yang cacat.
3. Penerapan sistem JIT pada Departemen Pengovenan adalah penggunaan kapasitas Departemen Pengovenan secara maksimal.

4. Material yang masuk di Departemen Pembahanan merupakan material yang telah mengalami proses pengovenan dan siap diproses di Departemen Pembahanan.
5. Jumlah material yang akan diproses di setiap departemen sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan oleh setiap order.
6. Mesin-mesin yang digunakan di dalam model sistem JIT merupakan mesin-mesin yang digunakan dalam pembuatan produk coffe table dan tata letaknya disusun berdasarkan urutan proses yang dimiliki oleh produk tersebut.
7. Pada Departemen Pembahanan terjadi Autonomasi
8. Pekerja yang bertugas, merupakan pekerja yang berfungsi ganda dan telah terlatih.
9. Setiap stasiun kerja terdapat QC.

Dengan menggunakan methode simulasi dan menerapkan prinsip *Trial and Error*, didapat ukuran lot optimal untuk sistem JIT adalah 1 lot = 20 unit kayu.

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 4.18 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	10 replikasi
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*	1 Lot = 20 unit
10	Aturan Kanban	*Logic Simulation*	*Logic Simulation*

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

4.5.3 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 bantuan dari Software ProModel. Contoh tahapan pencarian distribusi yang sesuai untuk waktu proses adalah sebagai berikut :

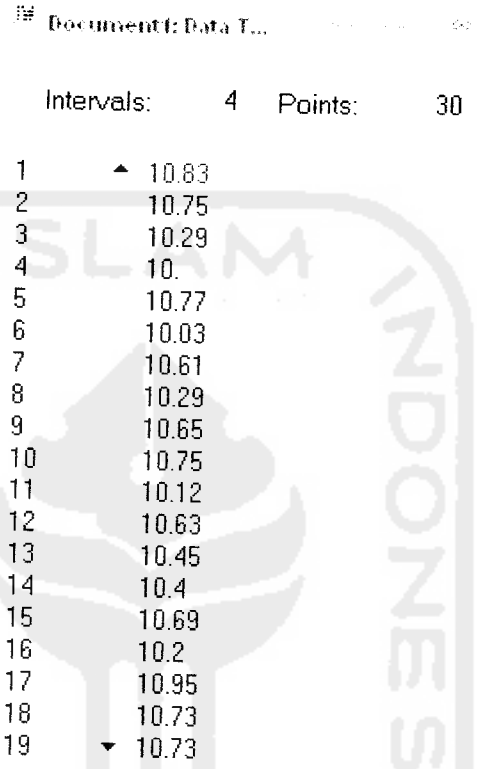
1. Diketahui data waktu proses part Top dan Papan pada mesin Rip Saw adalah :

(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

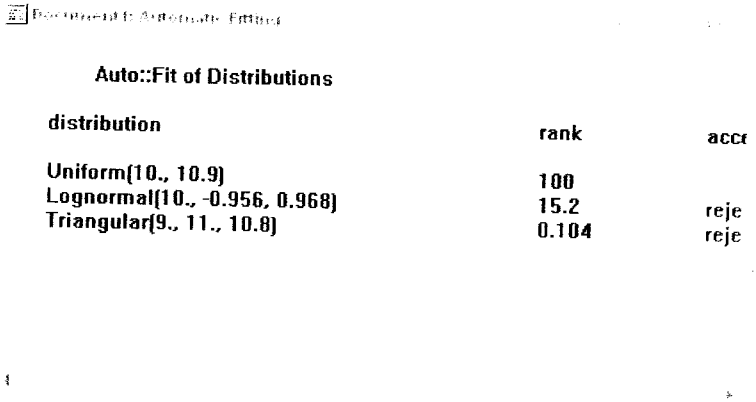
10.29	10.05	10.03
10.23	10.87	10.65

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

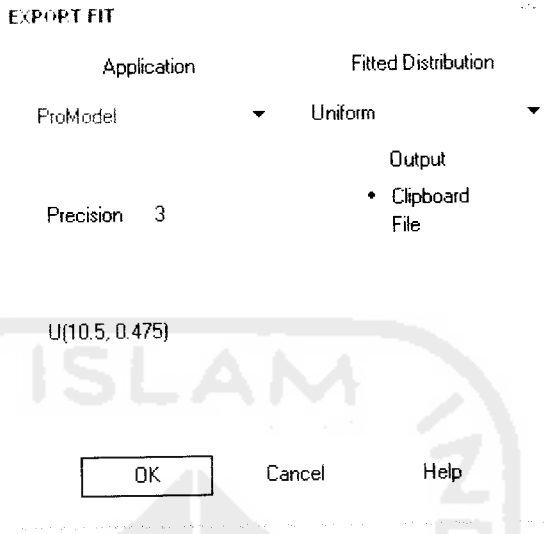


Gambar 4.4 Data Waktu Proses pada Stat Fit

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

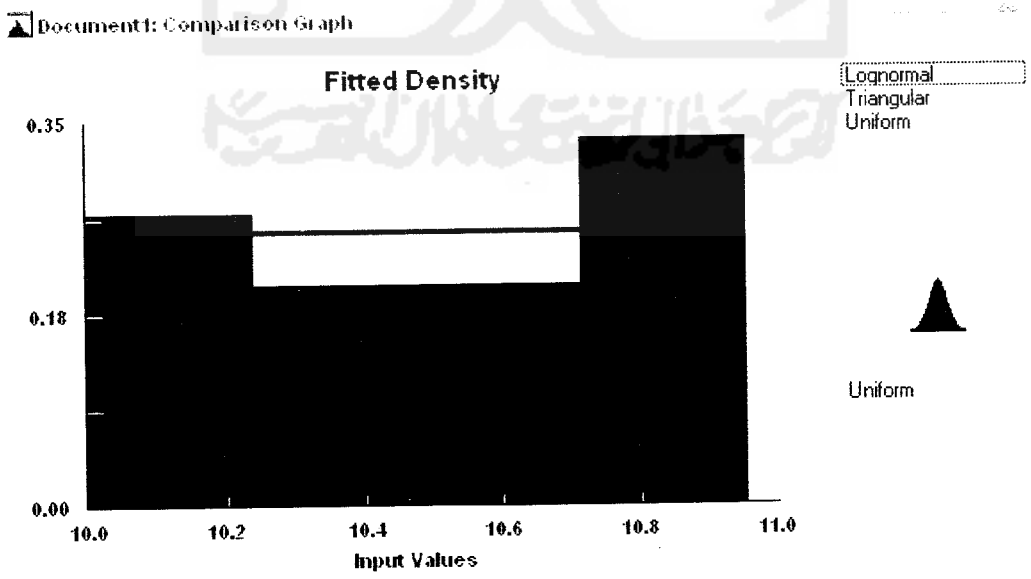


Gambar 4.5 Distribusi data pada Stat Fit



Gambar 4.6 *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 4.7 Grafik Distribusi Uniform (10, 10.95)

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

4.5.4 Model Simulasi Sistem JIT

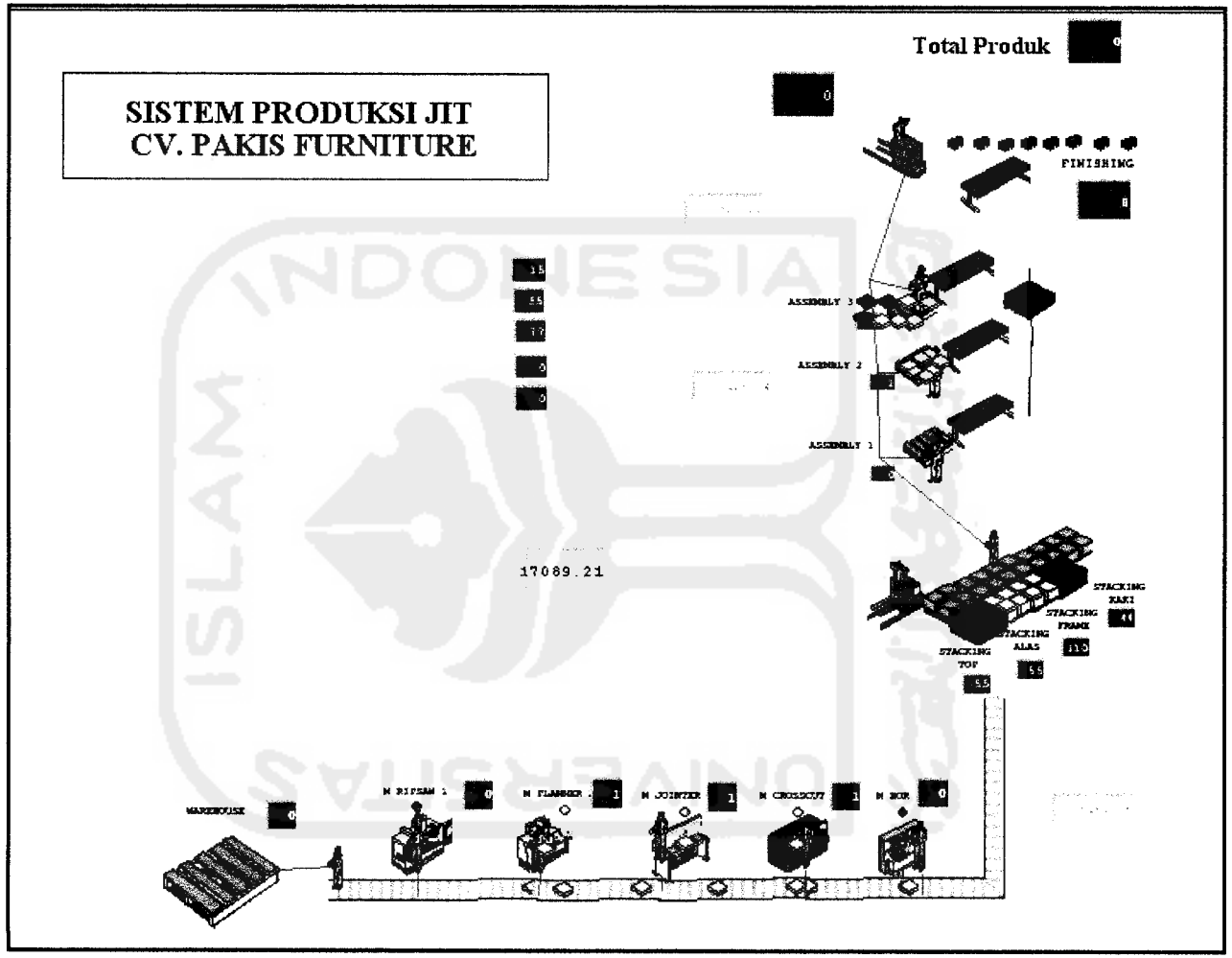
Model simulasi sistem JIT ini dibuat sebagai tahapan untuk mengetahui Lead Time Produksi CV. Pakis Furniture selama filosofi JIT diterapkan dalam sistem produksinya. Model Simulasi ProModel untuk Sistem JIT akan ditampilkan pada gambar 4.8.

Tabel 4.19 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(0.776, 7.55e-002)	U(16.4, 1.45)	T(15., 15.1, 19.4)
Frame/Sunduk	T(9., 9.29, 11.2)	T(10.,10.1,12.)	U(9.97, 0.975)	T(15., 15.1, 19.4)	T(15., 15.2, 20.6)

Tabel 4.20 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	1.+L(0.401, 6.58e-002)



Gambar 4.8 Model Simulasi JIT di Shop Floor CV. Pakis Furniture

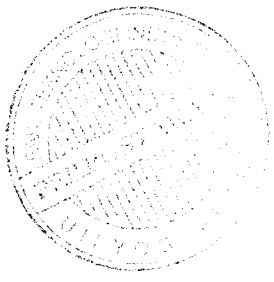
4.5.5 Menjalankan Program

Dengan menggunakan software ProModel 6.0, model yang telah dibuat tersebut dijalankan (*run*), dengan panjang replikasi sama dengan 10 hari jam kerja (8 Jam). output yang dihasilkan dengan belum mengetahui fase steady state dapat dilihat pada lampiran.

4.5.6 Penentuan Fase Steady State

Kita harus mengetahui fase *steady state*, karena pada fase itulah data output simulasi sudah mendekati stabil untuk menjadi valid diambil outputnya. Setelah kita mengetahui fase *steady state*, dari hasil simulasi sistem JIT yang telah kita jalankan, kita dapat mengambil data output (kapasitas produksi tiap part), waktu transfer part, waktu antri part, dan waktu menunggu part ketika proses produksi berlangsung, dimana data ini akan digunakan untuk menghitung Lead Time Produksi dan menentukan jumlah kanban yang digunakan.

Pada simulasi yang dilakukan merupakan sistem non-terminating, maka untuk mencari steady state dari output tersebut akan dilakukan *batch-mean methode*, yang mana parameter digunakan adalah *total exit* tiap batch dari output ProModel. Ukuran batch yang dianalisa adalah tiap satuan jam dari lamanya tiap replikasi simulasi. Sehingga batch yang terjadi adalah 24 jam/1jam = 24 batch. Deletion atau penghapusan sebagai tanda fase transient dilakukan sejumlah 8 penghapusan batch, yang kemudian dianalisa titik kapan steady state terjadi. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.21



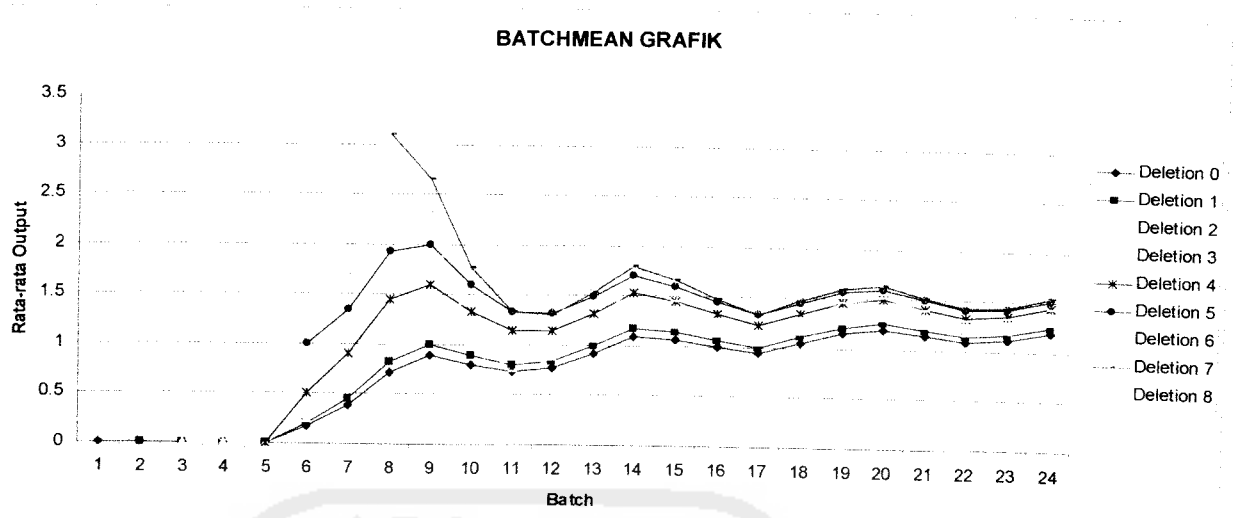
Tabel 4.21 Data Kumulatif *Output Produksi Batch*

Replikasi	Batch																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	1	3	6	8	8	8	9	12	15	16	16	16	19	22	24	24	24	26	29
2	0	0	0	0	0	1	3	5	8	8	8	10	12	15	16	16	16	18	22	24	24	24	26	29
3	0	0	0	0	0	1	3	6	8	8	8	9	12	14	16	16	16	19	22	24	24	24	25	29
4	0	0	0	0	0	1	3	5	8	8	8	9	12	16	16	16	16	19	22	24	24	24	25	29
5	0	0	0	0	0	1	3	6	8	8	8	9	12	15	16	16	16	19	22	24	24	24	26	29
6	0	0	0	0	0	1	2	6	8	8	8	9	12	16	16	16	16	19	23	24	24	24	26	29
7	0	0	0	0	0	1	3	6	8	8	8	9	12	15	16	16	16	19	21	24	24	24	25	28
8	0	0	0	0	0	1	2	6	8	8	8	9	12	15	16	16	16	19	22	24	24	24	26	29
9	0	0	0	0	0	1	3	6	8	8	8	10	11	16	16	16	16	19	21	24	24	24	26	29
10	0	0	0	0	0	1	2	6	8	8	8	9	12	16	16	16	16	19	22	24	24	24	26	29

Tabel 4.22 Data Relatif *Output Produksi Batch*

Replikasi	Batch																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	1	3	3	1	0	0	3	3	2	0	0	2	3
2	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	2	2	3	1	0	0	2	4	2	0	0	2	3
3	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	1	3	2	2	0	0	3	3	2	0	0	1	4
4	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	1	3	4	0	0	0	3	3	2	0	0	1	4
5	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	1	3	3	1	0	0	3	3	2	0	0	2	3
6	0	0	0	0	0	1	1	4	2	0	0	1	3	4	0	0	0	3	4	1	0	0	2	3
7	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	1	3	3	1	0	0	3	2	3	0	0	1	3
8	0	0	0	0	0	1	1	4	2	0	0	1	3	3	1	0	0	3	3	2	0	0	2	3
9	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	2	1	5	0	0	0	3	2	3	0	0	2	3

10	0	0	0	0	0	1	1	4	2	0	0	1	3	4	0	0	0	3	3	2	0	0	2	3
Rata-rata	0	0	0	0	0	1	1.7	3.1	2.2	0	0	1.2	2.7	3.4	0.7	0	0	2.9	3	2.1	0	0	1.7	3.2
$\mathbf{d_0}$	0	0	0	0	0	0.2	0.39	0.73	0.89	0.80	0.73	0.77	0.92	1.09	1.07	1.00	0.94	1.05	1.15	1.20	1.14	1.09	1.12	1.20
$\mathbf{d_1}$		0	0	0	0	0.2	0.45	0.83	1.00	0.89	0.80	0.84	0.99	1.18	1.14	1.07	1.00	1.11	1.22	1.26	1.20	1.14	1.17	1.26
$\mathbf{d_2}$			0	0	0	0.3	0.54	0.97	1.14	1.00	0.89	0.92	1.08	1.28	1.23	1.14	1.07	1.18	1.29	1.33	1.26	1.20	1.22	1.31
$\mathbf{d_3}$				0	0	0.3	0.68	1.16	1.33	1.14	1.00	1.02	1.19	1.39	1.33	1.23	1.14	1.26	1.37	1.41	1.33	1.26	1.29	1.38
$\mathbf{d_4}$					0	0.5	0.9	1.45	1.6	1.33	1.14	1.15	1.32	1.53	1.45	1.33	1.23	1.35	1.46	1.5	1.41	1.33	1.35	1.45
$\mathbf{d_5}$						1	1.35	1.93	2.00	1.60	1.33	1.31	1.49	1.70	1.60	1.45	1.33	1.45	1.56	1.60	1.50	1.41	1.43	1.52
$\mathbf{d_6}$							1.7	2.40	2.33	1.75	1.40	1.37	1.56	1.79	1.67	1.50	1.36	1.49	1.61	1.64	1.53	1.44	1.45	1.55
$\mathbf{d_7}$								3.10	2.65	1.77	1.33	1.30	1.53	1.80	1.66	1.48	1.33	1.47	1.60	1.64	1.52	1.42	1.44	1.54
$\mathbf{d_8}$									2.2	1.10	0.73	0.85	1.22	1.58	1.46	1.28	1.13	1.31	1.46	1.52	1.40	1.30	1.33	1.44



Gambar 4.9 Grafik Fase *Warm-Up - Steady State*

Dari grafik yang telah ditampilkan diatas, dapat dianalisa bahwa fase warm up terjadi saat grafik deletion terlihat fluktuatif, maka dari 8 penghapusan yang dilakukan fase steady state terjadi setelah batch ke-6. Dimana grafik hampir mendekati suatu kestabilan. Dengan telah ditentukannya fase steady state maka pengambilan data untuk kapasitas part diambil dengan fase warming up selama 6 jam, dan panjang simulasi tetap 8 jam.

Dengan memasukkan waktu terjadinya fase *warmup*, maka dapat dihasilkan informasi mengenai output produksi, waktu transfer tiap part, waktu antri tiap part dan waktu menuggu tiap part ketika diproses selama satu hari.

Tabel 4.23 Output Produksi dalam Sistem JIT

Nama Produk	Total Exit
Meja	24

4.5.7 Perhitungan Lead Time Produksi Sistem JIT

Lead Time Produksi sistem JIT dapat diketahui dari hasil simulasi pada bagian *Average Time In System* yaitu sebesar 494.70 menit. Sehingga, Efisiensi Lead Time Produksi untuk sistem JIT adalah :

$$\text{Efisiensi Lead Time Produksi} = \frac{\textit{Total Waktu Proses} + \textit{Waktu Setup}}{\textit{Lead Time Produksi}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{369.59}{494.70} \times 100\ \%$$

$$= 74.71\%$$

Dimana : Penjumlahan total waktu proses dan waktu setup didapat dari hasil simulasi pada bagian *Average Time in Operation.*

4.6 Perhitungan Jumlah kanban

4.6.1 Permintaan Produk

Jumlah rata-rata order per replikasi pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi yaitu 24 produk *Coffe table*.

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

$$\text{Jumlah order per menit } \textit{Coffe Table} = \frac{24 \text{ unit}}{480 \text{ menit}} = 0{,}05 \text{ unit / menit}$$

4.6.2 Jumlah Kebutuhan Part

$$\text{Jumlah kebutuhan} = \sum (\text{demand C x per parent C})$$

Tabel 4.24 Jumlah Kebutuhan part *Coffe table*

No	*Coffe table*	
	Kode part	Req
1	T-A	0.05
2	K-AB	0.20
3	SDBA-A	0.10
4	SSA-A	0.10
5	STBT-A	0.05
6	SDBB-A	0.10
7	SSB-A	0.10
8	STBPB-A	0.10
9	PB-A	0.05

4.6.3 Jumlah Kanban

Jumlah kanban didapatkan dengan menggunakan rumus monden, yaitu :

$$\text{Jumlah Kanban} = \frac{\text{Demand x Lead Time x Faktor Pengaman}}{\text{Ukuran Lot}}$$

Untuk faktor pengaman di tetapkan 1,dengan mengasumsikan bahwa proses telah stabil atau telah mencapai kondisi ideal dari *Just In Time*.

Jumlah kanban dapat dilihat pada tabel 4.25

Tabel 4.25 Jumlah Kanban

No	Kode Part	Req	Lead Time	Safety faktor	Tot kanban
1	T-A	0.03	16.86	1	1
2	K-AB	0.12	1.52	1	1
3	SDBA-A	0.06	32.38	1	4
4	SSA-A	0.06	32.38	1	4
5	STBT-A	0.03	16.19	1	1
6	SDBB-A	0.06	32.38	1	4
7	SSB-A	0.06	32.38	1	4
8	STBPB-A	0.06	32.38	1	4
9	PB-A	0.03	16.86	1	1
Total					24

BAB V

PEMBAHASAN

Pembahasan ini dibagi menjadi beberapa bagian analisa, yaitu :

5.1 Analisa Sistem Produksi Konvensional

Dari pengamatan yang dilakukan oleh peneliti, ditemukan ada beberapa hal yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi, sehingga menyebabkan adanya pemborosan, antara lain :

1. Dengan alokasi tenaga kerja yang ada, terdapat beberapa pekerja yang menganggur ketika jam kerja. Hal ini disebabkan karena banyak pekerja yang melakukan aktivitas *delay* selama bekerja, misal : merokok, berbincang-bincang, dan lain sebagainya. Dimana aktivitas tersebut cenderung membuat pekerja menghentikan pekerjaannya dalam memproses *part* atau merakit meja. Aktivitas *delay* juga menyebabkan tidak fokusnya pekerja dalam mengerjakan tugasnya masing-masing, sehingga terkadang ditemukan banyak *part* yang cacat. Selain itu, banyaknya pekerja yang menganggur disebabkan oleh jumlah order yang datang tidak sebanding dengan alokasi pekerja yang terlalu banyak.
2. Perpindahan *part* yang kurang efisien ditinjau dari segi waktu, tenaga dan biaya. Disebabkan karena tata letak (*layout)* perusahaan, seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2, yang masih kurang tertata. Antara satu mesin dengan mesin yang lain yang digunakan untuk berproduksi memiliki jarak yang relatif jauh dan memiliki letak yang tidak berurutan sesuai dengan alur proses yang

dialami setiap *part*. Hal ini juga meyebabkan waktu transfer *part* yang relatif besar. Sementara itu, letak antara Departemen Pembahanan dan Departemen Perakitan relatif jauh serta alat *material handling* yang cukup sederhana (gerobak), menyebabkan pekerja harus mengeluarkan banyak tenaga untuk memindahkan *part* yang akan dirakit di Departemen Perakitan.

3. *Bottleneck part* di beberapa mesin produksi pada Departemen Pembahanan. Hal ini terjadi karena adanya lintasan lini produksi yang tidak seimbang
4. Inventory barang setengah jadi dalam jumlah besar. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan pekerja menumpuk *part* yang akan dirakit, sehingga terjadi pemborosan waktu dan menyebabkan besarnya waktu tunggu *part* yang akan dirakit.

Diketahui bahwa *lead time* produksi produk *Coffe Table* pada sistem produksi konvensional adalah sebesar 13.10 jam dengan efisiensi *lead time* sebesar 74.24 %

5.2 Perubahan dari Sistem Produksi Konvensional Menuju Sistem Produksi JIT

Pada umumnya, untuk merubah sistem produksi konvensional menuju sistem produksi JIT membutuhkan biaya yang cukup besar. Namun, biaya yang dikeluarkan akan sebanding dengan hasil yang didapat, yakni sebuah sistem produksi yang optimal dan efisien ditinjau dari berbagai aspek. Perubahan sistem produksi konvensional menjadi sistem produksi JIT memiliki kendala, beberapa diantaranya :

1. Sistem produksi JIT menggunakan pekerja multifungsional, dan dituntut untuk memiliki fleksibilitas yang tinggi, sehingga dia dapat memenuhi semua permintaan tepat produk, tepat jumlah, dan tepat waktu dengan kualitas tinggi.

Oleh karena itu, perusahaan perlu mengadakan pelatihan dasar bagi pekerja terutama operator. Sehingga kinerja pekerja akan makin meningkat

2. Untuk menyeimbangkan lini produksi dan meningkatkan efisiensi waktu, perlu adanya perubahan tata letak dan beberapa penambahan komponen produksi. Dalam hal ini adalah penambahan conveyor pada Departemen Pembahanan. Penambahan komponen produksi dan pengubahan tata letak seperti inilah yang membutuhkan biaya yang besar dan waktu yang lama.

Berdasarkan kendala-kendala tersebut, maka diperlukan metode simulasi untuk mengetahui performansi sistem produksi ketika filosofi JIT diterapkan.

5.3 Simulasi Sistem Produksi JIT

Dilakukan metode simulasi terhadap penelitian ini. Model yang akan disimulasikan adalah model yang didalamnya telah menerapkan filosofi JIT. Rancangan tindakan yang telah dibuat pada bab IV, langsung diterapkan dalam pembuatan model simulasi dengan menggunakan tools ProModel®. Dalam membuat model sistem JIT, terdapat perubahan tata letak mesin pada Departemen Pembahanan. Sesuai dengan prinsip dalam JIT, yakni meminimasi *bottleneck*, mesin-mesin produksi ditempatkan sesuai dengan aliran proses yang dialami oleh setiap *part* dan dihubungkan dengan conveyor, sehingga memudahkan dalam pemindahan *part* dari satu mesin ke mesin selanjutnya serta dapat meminimasi waktu perpindahan *part*. Selain itu, proses produksi pada Departemen Pembahanan menerapkan konsep *One-Piece Flow*, artinya membuat satu unit pada satu saat pada tingkat yang sesuai dengan yang dibutuhkan (Liker, 2006), dimana satu lot *part* hanya terdiri dari satu unit *part* saja. Hal ini berfungsi untuk memperlancar aliran

produksi dan meminimasi barang dalam proses (WIP). Setiap mesin di Departemen Pembahanan, dipegang oleh satu operator ahli yang memiliki peran ganda (pekerja multifungsional), yakni :

1. Sebagai pekerja yang memproses *part-part* pada masing-masing mesin.
2. Sebagai *Quality Control* untuk *part-part* yang sedang diproses di mesin yang bersangkutan. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah output yang cacat. Karena tindakan pencegahan lebih efisien daripada pekerjaan ulang (*rework*)

Antara Departemen Pembahanan dan Departemen *Assembly* terdapat *Stagging Area*. *Stagging Area* berfungsi untuk meletakkan *part-part* yang akan dirakit di Departemen *Assembly*, dan digunakan sebagai tempat pertukaran dua jenis kanban, yakni Kanban *Withdrawal* dan Kanban *Production*. Dimana aliran kanban selalu mengikuti aliran *part*. Sehingga *lead time* Kanban sama dengan *lead time part*.

Departemen *Assembly* dibagi menjadi tiga stasiun kerja sesuai dengan jumlah elemen kerja yang ada. Setiap stasiun kerja terdapat dua pekerja multifungsional. Selain itu, terdapat satu kumbang putar yang berfungsi sebagai pendistribusi *part* yang dibutuhkan ke setiap stasiun-stasiun kerja. Sedangkan pada Departemen Finishing terdapat delapan pekerja multifungsional. Dari keterangan alokasi tenaga kerja di setiap Departemen diatas, dapat dilihat bahwa sistem JIT yang diterapkan dapat mereduksi jumlah tenaga kerja. Hal ini akan berdampak pada semakin efisiennya waktu produksi dan semakin minimnya waktu mengganggur dan aktivitas delay yang dilakukan oleh pekerja.

Saat simulasi dijalankan, dapat dilihat bahwa dengan adanya tata letak mesin-mesin yang baru *bottleneck part* dapat diminimasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem JIT yang telah dirancang mampu meminimalkan waktu tunggu, waktu antri dan waktu transfer tiap-tiap *part*. *Lead time* Produksi setelah diterapkannya JIT adalah sebesar 494.70 menit, atau sebesar 8,24 jam. Dengan efisiensi *lead time* produksi sebesar 74.71 %.

Dari hasil simulasi didapatkan informasi mengenai Output produk yang dihasilkan, serta *lead time* masing-masing *part*. Informasi tersebut digunakan untuk menghitung jumlah kanban yang digunakan. Dari hasil perhitungan, maka jumlah kanban yang digunakan selama produksi produk *Coffe Table* berlangsung adalah sejumlah 24 kanban.

5.4 Perbandingan Sistem Produksi Konvensional dengan Sistem Produksi JIT

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sistem produksi JIT dapat meminimalkan *lead time* produksi. Selain itu, ditinjau dari waktu produksi, dibandingkan dengan sistem produksi konvensional, sistem produksi JIT lebih efisien dan mampu menghasilkan output produksi yang lebih banyak. Adapun perbandingan *lead time* produksi pada sistem produksi konvensional dengan sistem produksi JIT adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Perbandingan *Lead time* Produksi Sebelum dan Sesudah JIT diterapkan

	Sistem Konvensional	Sistem JIT
Lead time Produksi	13.10 jam	8.24 jam

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Dalam sistem produksi konvensional terdapat banyak pemborosan (*waste*) sehingga menyebabkan proses produksi yang berjalan tidak optimal.
2. Dari hasil pengolahan dan analisa data dapat dibuktikan bahwa sistem produksi Non JIT dapat diubah menjadi Sistem Produksi yang menganut filosofi JIT.
3. Pengaruh perubahan sistem produksi non JIT menjadi sistem produksi JIT adalah semakin pendeknya lead time produksi dan semakin meningkatnya efisiensi lead time produksi.

6.2 Saran

Saran dan rekomendasi yang bisa diberikan kepada pihak perusahaan maupu penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan disarankan menerapkan filosofi JIT pada sistem produksinya karena dapat mengurangi pemborosan-pemborosan yang ada dan dapat mengurangi lead time produksi.

2. Perusahaan dapat menggunakan model yang telah dibuat sebagai control dan evaluasi dalam penerapan filosofi JIT.

6.3 Rekomendasi

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penerapan filosofi JIT dengan model yang lebih kompleks dan memperhatikan alur *withdrawal* kan'ban dan *production* kan'ban.

DAFTAR PUSTAKA

Abuhilal, L., *et.al.*, 2006. "Supply Chain Inventory Control : A Comparison Among JIT, MRP, and MRP with Information Sharing Using Simulation", *Engineering Management Journal, Vol. 18 No. 2, 51-57*

Banks. Jerry, Carsons. S Jhon, Nelson. Barry L 1996. *Discrete-Event System Simulation.* New Jersey Precentice Hall International edition

Benton and Hojung, Shin, 1998. " Manufacturing Planning and Control : The evolution of MRP and JIT integration", *European Journal Production Research, Vol 110, 411-440.*

Davidsson, P., Wernstedt, F., *"Characterization and Evaluation of Just-in-Time Production and Distribution"*. http://www.bth.se

Duenyas, I.,*et.al.*, 1997. "Production Quotas As Bounds on Interplant JIT Contracts", *Journal of Management Science, Vol. 43, No. 10, 1372-1386.*

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

Gupta. S. M., and Bennan. L., 1993 "A Knowledge Based System For Combined Just In Time and Material Requirement Planning". *Computers Electrical Engineering. 19 (2). 157 – 174.*

Karmarkar, U., 1989. "*Getting control on just in time*". Harvard Business Review, 122 – 131.

Krick, Edward V., 1962. *"Method Engineering : Design and Measurement of Works Methods."* New York ; John Willey & Sons Inc.

Krishnamurthy, A., Claudio, D., 2005. "Pull System with Advance Demand Information". *Proceeding of the 2005 Winter Simulation Conference. Pp 1734-1742.*

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.

Nomura, J., Takakuwa, S., 2004. "Module-Based Modelin of Flow-Type Multistage Manufacturing System Adopting Dual-Card Kanban System". *Proceeding of the 2004 Winter Simulation Conference. Pp 1065-1072.*

Olhager, J., 2002, "Supply Chain Management : a just in time Perspective". *Production Planning & Control, 2002, Vol. 13, No. 8, 681–687*

Patterson, Ben M., *et.al.*, 2002. "Simulation of JIT Performance in Assembly Printing Shop". *Proceeding of the 2002 Winter Simulation Conference. Pp 1914-1921.*

Polat, G. Arditi, D., 2005. " The JIT Materials Management System in Developing Countries", *Contruction Management and Economics Vol. 23, 697-712.*

Pinilla, M. Prinz, F. B., 2003. " Lead-Time Reduction Through Flexible Routing:Application to Deposition Manufacturing", *INT. J. PROD. RES., 2003, Vol.41, No. 13, 2957-2973.*

Rice. J. W., Yoshikawa. T, 1982. "*A comparison of Kanban and MRP consepts for the control of repetitif manufacturing systems*". Production And Inventory Management Journal First Quarter. 1 – 3.

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

Sutalaksana, *et.al.*,1979. *"Teknik Tata Cara Kerja"*. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB

Tersine, Richard J.,1994. *"Principles of Inventory and Materials Management.*

Treadwell, Mark A., Herrmann, Jeffrey W., 2005. *"A Kanban Module for Simulating Pull Production in Arena"*, Proceeding of the 2005 Winter Simulation Conference. Pp. 1413-1417.

Vaughan, Timothy S., 2004 " Lot Size Effects on Process Lead Time, Lead Time Demand, and Safety Stock", *Production Economics Vol. 100, 1-9.*

FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI
PERPUSTAKAAN
UII YOGYAKARTA

LAMPIRAN

Report Hasil Simulasi Sistem JIT CV. Pakis Furniture

General

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

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Value
Run Date/Time	10/2/2007 11:23:51 AM
Model Title	Normal Run
Model Path/File	D:\2007-2008\Ganjil\warga\ANIN\revisi.MOD
Average Warmup Time (HR)	6
Average Simulation Time (HR)	8

Location

revisi.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	8.00	999999.00	215.00	0.50	0.22	1.00	1.00	0.00
CONV RIPSAW	8.00	10.00	214.00	0.05	0.02	1.00	1.00	0.35
M RIPSAW 1	8.00	1.00	213.00	1.16	0.51	1.00	0.00	51.40
CONV PLANNER	8.00	10.00	1330.10	0.81	2.24	10.00	5.00	7.86
M PLANNER 2	8.00	1.00	1325.80	0.18	0.49	1.00	0.00	49.42
CONV JOINTER	8.00	10.00	1327.40	0.30	0.84	3.70	0.00	2.83
M JOINTER 3	8.00	1.00	1328.30	0.18	0.49	1.00	0.00	49.35
CONV CROSSCUT	8.00	10.00	1331.90	0.80	2.21	6.20	0.00	6.18
M CROSSCUT 4	8.00	1.00	1332.90	0.27	0.75	1.00	0.00	75.18
CONV BOR	8.00	10.00	1334.00	0.28	0.79	3.50	0.00	2.92
M BOR 5	8.00	1.00	804.90	0.28	0.47	1.00	0.30	46.91
CONV STAGGING	8.00	10.00	1335.30	0.18	0.51	1.00	0.40	2.51
BUFF ASS 1	8.00	100.00	25.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 1	8.00	1.00	25.00	10.26	0.53	1.00	0.00	53.46
BUFF ASS 2	8.00	100.00	26.00	20.89	1.13	2.00	1.00	1.13
ASSEMBLY 2	8.00	1.00	26.00	18.46	1.00	1.00	1.00	100.00
BUFF ASS 3	8.00	100.00	27.00	37.85	2.13	3.00	2.00	2.13
ASSEMBLY 3	8.00	1.00	26.00	17.05	0.92	1.00	1.00	92.36
CON ASS 1	8.00	10.00	26.00	11.08	0.60	1.00	1.00	6.00
CON ASS 2	8.00	10.00	25.00	0.20	0.01	1.00	0.00	0.11
LOAD KAKI	8.00	1.00	25.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.09
LOAD FRAME SPG	8.00	100.00	25.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.00
LOAD FRAME DP ...	8.00	1.00	25.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.09
LOAD ALAS	8.00	1.00	25.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.09
LOAD TOP	8.00	1.00	25.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.09
STACKING KAKI	8.00	999999.00	296.00	224.25	138.29	196.00	196.00	0.01
STACKING FRAME	8.00	999999.00	813.30	222.76	377.44	538.30	538.30	0.04
STACKING ALAS	8.00	999999.00	370.00	225.31	173.68	245.00	245.00	0.02
STACKING TOP	8.00	999999.00	370.00	226.25	174.40	245.00	245.00	0.02
BEE BASE	8.00	1.00	26.00	17.41	0.94	1.00	1.00	94.33
FINISHING	8.00	8.00	32.40	111.18	7.50	8.00	7.50	93.79
FINISHING YARD	8.00	999999.00	58.50	76.80	9.36	11.00	9.50	0.00

Location state multi

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
WAREHOUSE	8.00	77.82	22.18	0.00	0.00
CONV RIPSAW	8.00	97.96	2.04	0.00	0.00
CONV PLANNER	8.00	47.88	48.16	3.96	0.00
CONV JOINTER	8.00	46.20	53.79	0.00	0.00
CONV CROSSCUT	8.00	23.72	76.28	0.00	0.00
CONV BOR	8.00	28.10	71.90	0.00	0.00
CONV STAGGING	8.00	48.84	51.16	0.00	0.00
BUFF ASS 1	8.00	100.00	0.00	0.00	0.00
BUFF ASS 2	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
BUFF ASS 3	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
CON ASS 1	8.00	39.97	60.03	0.00	0.00
CON ASS 2	8.00	98.95	1.05	0.00	0.00
LOAD FRAME SPG	8.00	99.91	0.09	0.00	0.00
STACKING KAKI	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
STACKING FRAME	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
STACKING ALAS	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
STACKING TOP	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00
FINISHING	8.00	0.00	49.70	50.31	0.00
FINISHING YARD	8.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Location State Single

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
M RIPSAW 1	8.00	47.42	0.00	48.60	0.00	3.98	0.00
M PLANNER 2	8.00	49.41	0.00	50.59	0.00	0.00	0.00
M JOINTER 3	8.00	49.35	0.00	50.65	0.00	0.00	0.00
M CROSSCUT 4	8.00	75.18	0.00	24.82	0.00	0.00	0.00
M BOR 5	8.00	46.91	0.00	53.09	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 1	8.00	53.46	0.00	46.54	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 2	8.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASSEMBLY 3	8.00	84.03	0.00	7.64	8.33	0.00	0.00
LOAD KAKI	8.00	0.00	0.00	99.91	0.09	0.00	0.00
LOAD FRAME DP BLK	8.00	0.00	0.00	99.91	0.09	0.00	0.00
LOAD ALAS	8.00	0.00	0.00	99.91	0.09	0.00	0.00
LOAD TOP	8.00	0.00	0.00	99.91	0.09	0.00	0.00
BEE BASE	8.00	0.00	0.00	5.67	94.33	0.00	0.00

Resource

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

revisi.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	8.00	214.00	0.50	0.50	0.00	0.00	44.23
OP RIPSAW	1.00	8.00	213.00	1.07	0.00	0.00	0.00	47.42
OP PLANNER	1.00	8.00	1325.80	0.18	0.00	0.00	0.00	49.42
OP JOINTER	1.00	8.00	1328.30	0.18	0.00	0.00	0.00	49.35
OP CROSSCUT	1.00	8.00	1332.90	0.27	0.00	0.00	0.00	75.18
OP BOR	1.00	8.00	804.90	0.28	0.00	0.00	0.00	46.91
OP ASSEMBLY 1.1	1.00	8.00	25.00	10.03	0.00	0.00	0.00	52.24
OP ASSEMBLY 1.2	1.00	8.00	25.00	9.98	0.00	0.00	0.00	51.97
OP ASSEMBLY 1	2.00	16.00	50.00	10.00	0.00	0.00	0.00	52.11
OP ASSEMBLY 2.1	1.00	8.00	26.00	18.26	0.00	0.00	0.00	98.89
OP ASSEMBLY 2.2	1.00	8.00	26.00	18.29	0.00	0.00	0.00	99.06
OP ASSEMBLY 2	2.00	16.00	52.00	18.27	0.00	0.00	0.00	98.97
OP ASSEMBLY 3.1	1.00	8.00	26.00	15.35	0.00	0.00	0.00	83.14
OP ASSEMBLY 3.2	1.00	8.00	26.00	15.27	0.00	0.00	0.00	82.72
OP ASSEMBLY 3	2.00	16.00	52.00	15.31	0.00	0.00	0.00	82.93
KUMBANG PTR	1.00	8.00	200.00	0.13	0.00	0.00	0.00	5.23
gerobak	1.00	8.00	25.00	1.60	1.60	0.00	0.00	16.67

Resource state

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

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
mover	8.00	22.11	22.11	0.00	55.77	0.00
OP RIPSAW	8.00	47.42	0.00	0.00	52.58	0.00
OP PLANNER	8.00	49.42	0.00	0.00	50.58	0.00
OP JOINTER	8.00	49.35	0.00	0.00	50.65	0.00
OP CROSSCUT	8.00	75.18	0.00	0.00	24.82	0.00
OP BOR	8.00	46.91	0.00	0.00	53.09	0.00
OP ASSEMBLY 1.1	8.00	52.24	0.00	0.00	47.76	0.00
OP ASSEMBLY 1.2	8.00	51.97	0.00	0.00	48.03	0.00
OP ASSEMBLY 1	16.00	52.11	0.00	0.00	47.89	0.00
OP ASSEMBLY 2.1	8.00	98.89	0.00	0.00	1.11	0.00
OP ASSEMBLY 2.2	8.00	99.06	0.00	0.00	0.94	0.00
OP ASSEMBLY 2	16.00	98.97	0.00	0.00	1.03	0.00
OP ASSEMBLY 3.1	8.00	83.14	0.00	0.00	16.86	0.00
OP ASSEMBLY 3.2	8.00	82.72	0.00	0.00	17.28	0.00
OP ASSEMBLY 3	16.00	82.93	0.00	0.00	17.07	0.00
KUMBANG PTR	8.00	5.23	0.00	0.00	94.77	0.00
gerobak	8.00	8.33	8.33	0.00	83.33	0.00

Failed arrival

General Locations Location States Multi Location States Single

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

Entity Name	Location Name	Total Failed
PART TOP	WAREHOUSE	0.00
PART PP BWH	WAREHOUSE	0.00
PART FRAME	WAREHOUSE	0.00
PART KAKI	WAREHOUSE	0.00
GEROBAK KUMBANG PUTAR	LOAD TOP	0.00

Entity activity

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

revisi.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	125.00	260.00	337.44	1.51	0.07	3.06	332.80
PART PP BWH	125.00	256.00	336.44	1.51	0.05	3.24	331.63
PART FRAME	275.00	546.00	321.02	1.24	0.03	4.99	314.77
PART KAKI	212.00	50.00	5.62	0.99	0.42	3.70	0.51
MEJA	24.00	17.00	494.70	3.34	0.00	370.40	120.96
ASSEMBLED 1	0.00	3.00	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

Entity state

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource Stat

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
PART TOP	0.45	0.02	0.91	98.63
PART PP BWH	0.45	0.02	0.96	98.57
PART FRAME	0.39	0.01	1.55	98.05
PART KAKI	17.64	7.54	65.76	9.06
MEJA	0.68	0.00	74.87	24.45
ASSEMBLED 1	0.00	0.00	0.00	0.00
GEROBAK KUMBANG PUTAR	0.00	0.00	0.00	0.00

Variable

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

revisi.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
V PART TOP	150.00	3.12	10.00	15.00	15.00	14.85
V PART ALAS	125.00	3.74	95.00	220.00	220.00	158.29
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	175.00	2.67	133.00	308.00	308.00	221.70
V MEJA	24.00	19.46	0.00	24.00	24.00	11.66
V D KE 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D 1 2	1325.10	0.36	4109.59	9555.75	9555.75	6833.04
D 2 3	1327.40	0.36	3302.06	7695.75	7695.75	5498.61
D 3 4	1331.90	0.36	3197.78	7486.50	7486.50	5340.40
D 4 5	804.00	0.60	2027.13	4784.85	4784.85	3401.88
D 4 STA	530.00	0.90	7800.00	18135.00	18135.00	12966.79
D 5 STA	804.90	0.60	9518.81	22517.95	22517.95	16005.02
STA B	25.00	18.70	219.26	507.76	507.76	365.34
B1 B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v clock	1334.60	0.36	21591.77	50386.21	50386.21	35980.56
B3 C	25.00	18.80	1256.00	3218.50	3218.50	2239.00
V TOTAL JARAK	6173.30	0.08	31430.63	73902.06	73902.06	52650.07
Var biaya conveyor	1334.60	0.36	94383.97	220209.52	220209.52	157264.26