

**PERENCANAAN PENJADWALAN OPERASI *JOB ORDER*
DENGAN PRIORITAS *WEIGHTED SHORTEST PROCESSING TIME (WSPT)*
DI PT. BARATA INDONESIA**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

MAS' ADI

NIM : 0310622017-62

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2006

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN PENJADUALAN OPERASI *JOB ORDER* DENGAN
PRIORITAS *WEIGHED SHORTEST PROCESSING TIME (WSPT)*
DI PT. BARATA INDONESIA

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

MAS' ADI

NIM : 0310622017-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Ir.Marsoedi Wirohardjo, MMT
NIP : 130 531 861

Nasir Widha Setyanto, ST., MT
NIP: 132 310 282

ABSTRAK

Mas'Adi. Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Juli 2006. "PERENCANAAN PENJADUALAN OPERASI *JOB ORDER* DENGAN PRIORITAS *WEIGHTED SHORTEST PROCESSING TIME (WSPT)*."

Dosen pembimbing: 1. Ir.Marsoedi Wirohardjo, MMT
2. Ir Nasir Widha Setyanto, ST., MT

Masalah pembebanan atau penentuan beban pekerjaan (*job shop loading*) akan muncul apabila terdapat lebih dari satu pekerjaan yang harus diselesaikan dan masing-masing pekerjaan membutuhkan lebih dari satu pusat kerja. Sedangkan penentuan urutan pekerjaan (*job shop sequencing*) menetapkan pekerjaan mana yang harus mendahului pekerjaan mana. Penentuan urutan pekerjaan sendiri dimaksudkan untuk menjaga agar seluruh kegiatan pengolahan mengikuti rencana pengutamaan (*priority*). Pedoman yang digunakan untuk menentukan pekerjaan mana yang diprioritaskan untuk dikerjakan lebih dahulu bergantung pada tujuan yang ingin dicapai oleh masing-masing perusahaan.

Sebagai contoh dalam skripsi ini adalah prioritas WSPT (*Weighted Shortest Processing Time*), yaitu penentuan yang didasarkan pada waktu arus terbobot tercepat sehingga pekerjaan yang memiliki waktu arus terbobot terkecil akan dijadwalkan lebih dahulu atau dengan kata lain suatu pekerjaan yang diberi bobot lebih tinggi akan cenderung untuk lebih dahulu dikerjakan dibanding lainnya. Penggunaan prioritas ini digunakan adanya tingkat kepentingan yang berbeda pada masing-masing *job* yang dipesan dengan pemberian bobot menurut jenis pemesan (pemesan *intern*, BUMN, dan luar). Tujuan dari penggunaan prioritas ini adalah untuk mencapai total waktu arus atau *makespan* yang rendah maupun untuk meminimasi jumlah *job* yang terlambat dilihat dari jenis pemesan.

Sedangkan prioritas EDD (*Earliest Due Date*) mengutamakan pada pekerjaan yang memiliki batas waktu pengiriman tercepat. Sehingga suatu pekerjaan yang memiliki batas waktu tercepat akan lebih dahulu dikerjakan dibanding pekerjaan yang memiliki batas waktu lebih lama. Tujuan dari penggunaan prioritas ini adalah untuk meminimasi total denda atau pinalti akibat keterlambatan pengiriman sesuai batas waktu yang disepakati bersama akibat besarnya denda berubah makin tinggi sesuai dengan lamanya keterlambatan pengiriman produk jadi.

Dari ke dua prioritas tersebut dihasilkan pengolahan data dengan WSPT: $C_{max} = 949$ jam, $T_{max} = 421$ jam, $\Sigma C_i = 5.329$ jam, $\Sigma T = 502$ jam, $\Sigma W_i T_i = 502$ jam, $\Sigma W_i C_i = 8.827$ jam, Jumlah *job* terlambat = 3, dan jumlah *job* terlambat pemesan dari luar = 0. Sedangkan hasil pengolahan data dengan EDD: $C_{max} = 939$ jam, $T_{max} = 487$ jam, $\Sigma C_i = 6.787$ jam, $\Sigma T = 867$ jam, $\Sigma W_i T_i = 2.041$ jam, $\Sigma W_i C_i = 11.873$ jam, Jumlah *job* terlambat = 5, jumlah *job* terlambat pemesan dari luar = 1.

Dengan hasil di atas maka dipilih WSPT sebagai hasil penjadualan yang paling optimal sebagai pedoman untuk penentuan urutan pekerjaan yang didasarkan pada total waktu arus yang paling kecil atau *makespan* dan jumlah *job* terlambat dilihat jenis pemesan dari luar.

KATA PENGANTAR

Terukir selalu dalam hati penulis akan kebesaran sifat kasih dan sayang pencipta seru sekalian alam, ialah Allah S.W.T dan dengan ucapan *Alhamdulillah Robbil 'Alamin* penulis haturkan atas kehendak-NYA yang telah menghantarkan skripsi ini sampai pada pembaca dengan judul skripsi: Perencanaan Penjadualan Operasi *Job Order* Dengan Prioritas *Weighted Shortest Processing Time* (WSPT).

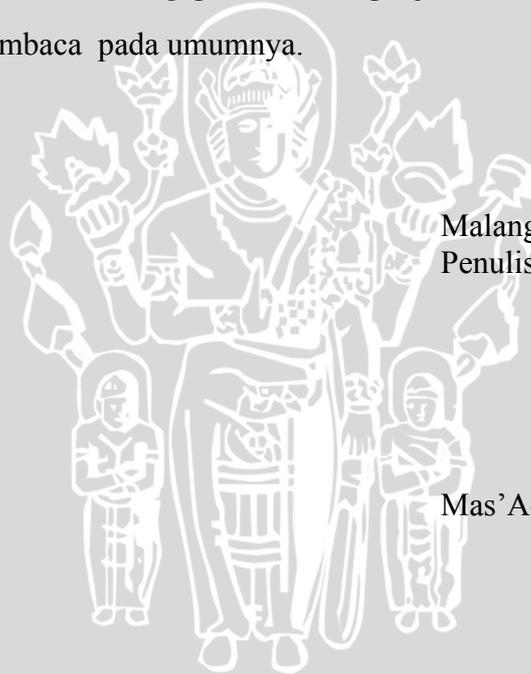
Tak lupa pula penulis ucapkan banyak terima kasih atas perantaraan semua pihak yang ikut membantu dalam terselesainya skripsi ini:

1. Bapak Ir.Bambang Indrayadi, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Ir. Djoko Sutikno, M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Ir. Masduki, MM, selaku Ketua Kelompok Bidang Studi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Marsoedi Wirohardjo, selaku dosen pembimbing I
5. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT, selaku dosen pembimbing II
6. Bapak / Ibu selaku pelaksana administrasi Jurusan dan Fakultas Teknik
7. Bapak / Ibu selaku pelaksana Perpustakaan Pusat dan Jurusan Teknik Mesin.
8. Ibu Murti Astuti selaku dosen mata kuliah PPP yang membantu dalam mengarahkan penulis dalam memilih judul skripsi ini.
9. Ibunda dan ayahanda yang dengan kebesaran hati selalu memberikan nasehat untuk terus menyelesaikan kuliah sarjana meskipun dalam usia yang sudah tidak muda lagi. Tak henti sampai disitu, kasih sayangnya yang dalam baik melalui do'a, sarana materi, dan lainnya yang selalu penulis ingat dan takkan mampu membalasnya.
10. Cak Marzuki, Mbak Saidah, Cak Bis, dan Mbak Rurin atas kesediaannya untuk rumahnya ditempati dan makan gratisnya.

11. Mbak Hanim, Cak Bukhin, Mbak Rosyidah sebagai saudara kandung atas dukungan moril dan sumbangan bulanan.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis selaku manusia yang *dhoif* selalu menyadari akan kodratnya sebagai manusia biasa yang sudah barang tentu dengan usaha yang semaksimal pun masih belum dapat menyempurnakan skripsi ini sesuai yang diharapkan sehingga akan sangat arif dan bijaksana apabila pembaca ikut serta dalam memberikan saran dan kritik yang membangun pada skripsi ini untuk mencapai kesempurnaan yang lebih baik.

Pada akhirnya dengan kalimat *Basmalah* penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat menambah pengetahuan tentang perencanaan penjadualan *job order* baik bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.



Malang, Juli 2006
Penulis

Mas'Adi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Asumsi-asumsi	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Sebelumnya	6
2.2. Sistem Produksi	6
2.2.1. Sistem Produksi Menurut Aliran Operasi dan Variasi Produk	9
2.3. Perencanaan dan Pengendalian Poduksi (PPP)	11
2.4. Penjadualan <i>Job Shop</i>	12
2.4.1. Tujuan Penjadualan Operasi	15
2.4.2. Ukuran Keberhasilan Penjadualan Operasi	16
2.4.3. Masukan Untuk Penjadualan Operasi	17
2.4.4. Istilah dan Notasi Penjadulan Operasi	17
2.4.5. <i>Job Shop Loading</i>	20
2.4.6. <i>Job Shop Sequencing</i>	20
2.4.7. Prioritas WSPT	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Pendahuluan	30
3.2. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur	30
3.3. Pengumpulan Data	30
3.4. Pengolahan Data	31
3.5. Analisa dan Pembahasan	32
3.6. Kesimpulan dan saran	32

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data	34
4.1.1. Nama Barang dan Jenis <i>Order</i> yang Dipesan	34
4.1.2. Jumlah <i>Job</i> Dalam Satu Periode	37
4.1.3. <i>Routing</i> Mesin Tiap <i>Job</i>	37
4.1.4. Waktu Proses (<i>Processing Time</i>)	39
4.1.5. Tanggal Masuk dan <i>Due Date</i>	41
4.1.6. <i>Available Date</i> dan Mesin yang Digunakan	41
4.2. Pengolahan Data	45
4.2.1. Penjadualan Dengan Prioritas WSPT	45
4.2.2. Penjadualan Dengan Prioritas EDD	66
4.3. Analisa Hasil Penjadualan	84
4.3.1. Minimasi Total Waktu Arus Dibobot	84
4.3.2. Minimasi Keterlambatan <i>Job</i> Pemesan Dari Luar	86

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	89
5.2. Saran	90

DAFTAR PUSTAKA	91
-----------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN	
------------------------	--

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Hubungan Antara Tujuan, Proses Perusahaan, dan Manajemen	6
Gambar 2.2. Sistem Operasi Manufaktur	9
Gambar 2.3. Aliran Garis.....	10
Gambar 2.4. Aliran <i>Intermitten</i>	11
Gambar 2.5. Susunan Kegiatan Dalam Jenis Produksi Pesanan.....	14
Gambar 2.6. Contoh Jadwal Aktif	24
Gambar 2.7. Diagram Gantt Untuk Penjadualan <i>Job Shop</i>	29
Gambar 3.1. Digram Alir Kegiatan Penelitian	33
Gambar 4.1. <i>Routing</i> Operasi Mesin	39
Gambar 4.2. Gantt Chart Hasil Penjadualan Dengan Prioritas WSPT	63
Gambar 4.3. Gantt Chart Hasil Penjadualan Dengan Prioritas EDD.....	81

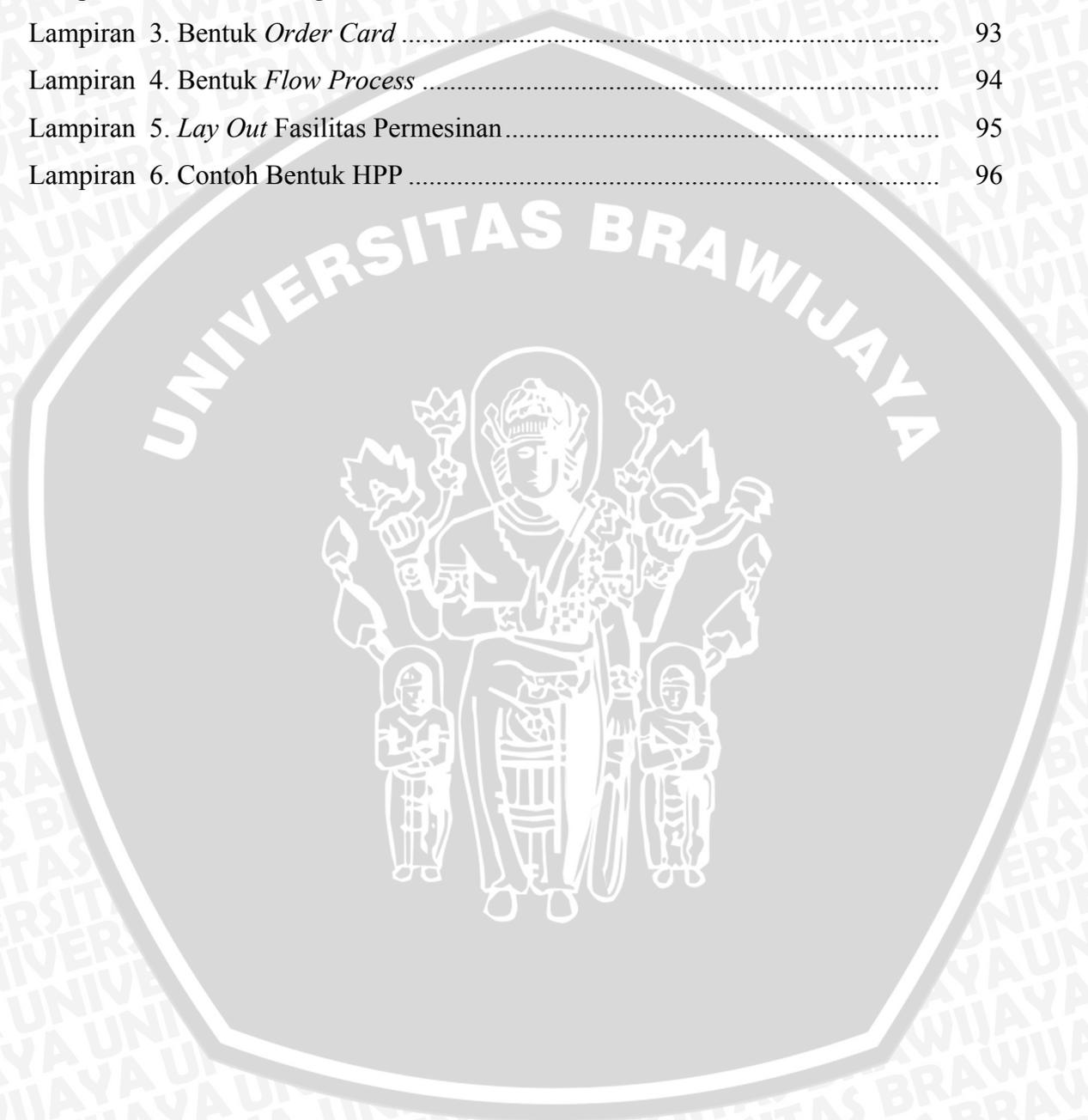


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Nomer <i>Order Card</i> Berdasarkan jenis Pemesan	3
Tabel 2.1. Fungsi-fungsi Manajemen Diterapkan Pada Produksi	8
Tabel 2.2. Contoh Data Penerapan Prioritas WSPT	21
Tabel 2.3. Contoh Data Penerapan Prioritas EDD	22
Tabel 2.4. Contoh Kasus Penerapan <i>Priority Dispatching</i> Dengan SPT.....	26
Tabel 2.5. Contoh Hasil Penurunan jadwal Aktif.....	27
Tabel 2.6. Contoh <i>Routing</i> Mesin.....	29
Tabel 4.1. Nama Barang, Jenis <i>Order</i> , Tanggal Masuk, <i>Dua Date</i> , Jumlah Pesanan, Dan Harga Masing-masing Pesanan Selama Bulan Desember 2005.....	35
Tabel 4.2. Nama Barang, Jenis <i>Order</i> , Tanggal Masuk, <i>Dua Date</i> , Jumlah Pesanan, Untuk Rencana Penjadualan Bulan Januari 2006	36
Tabel 4.3. <i>Routing</i> Mesin Pada Tiap Pesanan Untuk Rencana Penjadualan Bulan Januari 2006-07-24	38
Tabel 4.4 <i>Processing Time</i> Tiap Mesin Pada Masing-masing <i>Job</i> Periode Januari 2006	40
Tabel 4.5. <i>Available Date</i> Dan Mesin yang digunakan	42
Tabel 4.6. Pembobotan Berdasarkan Pemesan.....	45
Tabel 4.7. Contoh Pengolahan Data Dengan Prioritas WSPT Pada $t = 0$ sampai $t = 10$	49
Tabel 4.8. Hasil Penjadualan Dengan Prioritas WSPT Untuk Periode Januari 2006	60
Tabel 4.9. Hasil Penjadualan Dengan Prioritas EDD Untuk Periode Januari 2006 .	60
Tabel 4.10. Contoh Pengolahan Data Dengan Prioritas EDD Pada $t = 0$ Sampai $t = 10$	67
Tabel 4.11 Hasil Penjadualan Secara Parsial Dengan Prioritas EDD Untuk Periode Januari 2006	78
Tabel 4.12. Hasil Penjadualan Dengan Prioritas EDD Untuk Periode Januari 2006	80

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Struktur Organisasi PT. Barata Indonesia.....	91
Lampiran 2. Prosedur Bagian PPP PT. Barata Indoensia.....	92
Lampiran 3. Bentuk <i>Order Card</i>	93
Lampiran 4. Bentuk <i>Flow Process</i>	94
Lampiran 5. <i>Lay Out</i> Fasilitas Permesinan.....	95
Lampiran 6. Contoh Bentuk HPP.....	96



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Barata Indonesia merupakan satu (1) dari 10 perusahaan manufaktur milik negara (BUMN) yang bergerak dibidang pengecoran. Perusahaan ini sudah ada sebelum tahun 1924 dengan nama “CV. Machine Fabrik Braat” yang didirikan oleh T. Braat berkebangsaan Belanda. Pada tahun 1971, perusahaan ini sudah menjadi milik negara Indonesia dengan nama “Barata Indonesia”. Dimana perusahaan ini bersifat *make to order* atau *job order*, yaitu permintaan produk dengan spesifikasi, jumlah dan waktu pengiriman yang ditentukan pemesan. *Order* ini umumnya dalam jumlah / kuantitas yang sedikit dan waktu yang tidak kontinyu. *Order* yang ditawarkan dari pemesan akan dilakukan negoisasi lebih dahulu oleh pihak departemen Penjualan dengan departemen Produksi untuk menentukan harga dan waktu selesai pekerjaan. Setelah diperoleh kesepakatan antara pemesan dengan departemen Pemasaran, maka *order* tersebut selanjutnya diinformasikan ke beberapa departemen termasuk departemen PPC dalam bentuk *order card*.

Order card tersebut berisi tentang *job* dan jumlah yang harus diproduksi yang disertai pula data dari departemen *Engineering* dan produksi tentang biaya produksi, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan, mesin / bengkel kerja yang digunakan, waktu dan biaya pengerjaan, serta urutan proses (*routing*). Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai pedoman oleh departemen PPC untuk merencanakan proses produksi tentang “apa dan berapa” jumlah yang harus diproduksi. Dalam kaitannya dengan rencana produksi tersebut, departemen PPC berkoordinasi dengan bagian produksi untuk mengetahui kesiapan peralatan / mesin yang digunakan maupun bagian *Inventory* atau gudang untuk mengetahui kesiapan bahan yang diperlukan. Apabila rencana produksi telah dibuat, maka keputusan selanjutnya adalah menentukan kapan pekerjaan tersebut mulai dilaksanakan yang dikenal dengan istilah penjadwalan (*scheduling*). Penjadwalan ini diperlukan semua perusahaan khususnya untuk perusahaan dengan sistem *make to order* (MTO). Dimana perusahaan dengan sistem ini fokus operasionalnya pada pemenuhan pesanan / *order* konsumen tepat waktu untuk menghindari denda / pinalti yang telah disepakati bersama dengan pelanggan pada saat penawaran (negoisasi).

Kesulitan atau persoalan dalam *scheduling* adalah apabila suatu peralatan / mesin dapat melakukan pekerjaan lebih dari satu *job* dengan keterbatasan jumlah mesin yang ada. Persoalan ini sudah barang tentu menyulitkan bagian perencana untuk menentukan *job* mana yang akan lebih dahulu dikerjakan agar dapat dicapai biaya produksi rendah, *delivery* tepat waktu, minimasi waktu produksi maupun pengoptimalan sumber daya yang ada. Penentuan *job* tersebut sangat dipengaruhi pada penggunaan teknik penjadwalan yang disesuaikan pada tujuan perusahaan yang ingin dicapai. Beberapa teknik penjadwalan yang dapat digunakan adalah prioritas: *First Come First Service* (FCFS), *Earliest Due Date* (EDD), *Shortest Processing Time* (SPT), *Slack* (kelonggaran) maupun *Weighted Shortest Processing Time* (WSPT).

Dilihat dari tujuan perusahaan PT. Barata Indonesia, maka teknik penjadwalan yang digunakan adalah prioritas "*Earliest Due Date* (EDD)", yaitu teknik penjadwalan yang bertujuan untuk meminimasi *job* yang terlambat sehingga *job* yang memiliki waktu *delivery* tercepat akan dijadwalkan atau diprioritaskan lebih dahulu dibanding dengan yang lainnya. Namun, penggunaan teknik ini (EDD) akan dapat menyebabkan *completion time* yang lama sehingga *available date* (kesiapan mesin) untuk periode bulan yang akan datang menjadi lebih terlambat. Ditambah lagi dengan tidak optimalnya jam kerja yang tersedia terhadap realisasinya. Dimana jam kerja produktif dalam satu bulan (periode Januari) mempunyai rata-rata 60,2 % (jam produktif ditambah jam pendukung) dengan 28,27% jam hilang dan 11.53% jam absen (sumber: PT. Barata Indonesia) akan menyumbang terhadap keterlambatan pengiriman *job-job* tepat waktu.

Dengan membedakan jenis *order* berdasarkan pemesan, maka perusahaan mengelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu pemesan *intern*, pemesan sesama BUMN, dan pemesan dari luar. Pengelompokan jenis pemesan tersebut dilakukan dengan pemberian kode pada *order card* yang dapat dijadikan pihak rencana produksi untuk memberikan tingkat prioritas berdasarkan jenis pemesan, seperti pada table. 1.1.

Tabel. 1.1 Nomer *Order Card* Berdasarkan Pemesan dan Jumlah Pesanan Untuk Periode Desember 2005

Nomer <i>Order Card</i>	Pemesan	Jumlah <i>Order</i>	Prioritas
PLC.9.05.	Luar	9 buah	1
PADC.7.05	Intern	7 buah	3
PSC.5.05	BUMN	0	2

Sumber : PT. Barata Indonesia

Dengan kondisi tersebut, maka teknik penjadwalan yang lebih sesuai untuk diterapkan adalah prioritas “*Weighted Shortest Processing Time (WSPT)*”. Dimana, *job* yang memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi diberi bobot yang lebih tinggi sehingga semakin tinggi bobotnya maka lebih diprioritaskan untuk dikerjakan lebih dahulu dibanding *job* yang memiliki bobot yang lebih rendah. Dengan begitu, keterlambatan penyelesaian *job-job* dari pemesan luar dapat dikurangi / tidak terjadi sehingga kepercayaan dari pemesan luar tetap terjaga. Disamping itu, penggunaan penjadwalan prioritas WSPT tersebut diharapkan dapat pula mengurangi *completion time* yang berpengaruh pada kesiapan mesin pada bulan berikutnya.

Dengan latar belakang di atas, maka penulis merasa perlu untuk menerapkan Prioritas Bobot Posisi (WSPT) pada PT. Barata Indonesia Divisi Pengecoran Gresik dengan judul Skripsi : “*Perencanaan Penjadwalan Operasi Job Order dengan Prioritas Bobot Posisi (WSPT) Di PT. Barata Indonesia*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan adalah bagaimana merencanakan suatu penjadwalan operasi dengan metode Bobot Posisi untuk meminimalkan waktu arus dibobot dan minimasi keterlambatan pada *job-job* pesanan dari luar?.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan ini lebih terarah maka dilakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penjadwalan *job* yang ada hanya meliputi *order* yang datang pada tanggal 23 November sampai 22 Desember 2005 pada bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi (PPC) pengecoran.
2. Produk yang menjadi obyek penelitian adalah jenis-jenis item yang diproduksi pada mesin-mesin di PT. Barata Indonesia, Gresik : *Trunion, Linear MK-B, Mill Pinion, Recasting Throad L, Recasting Outer End L, Bogie SCT-Asia, Linear Chute 2BF41, Top Pressure Feeder S, Bottom Pressure Feeder, Feed Roller*

Shell, Top Roller Shell, Deliver Roller Shell, Cane Cutter Hub I, Roll Tyre ϕ 1200, Arm Loader 600 C, Piston Top Ring.

3. Pembahasan dilakukan dengan menerapkan Metode Bobot Posisi pada produk *job order*.
4. Tidak membahas tentang bagaimana cara pembuatan masing-masing *job* pada bengkel kerja.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan perencanaan penjadwalan operasi yang sesuai dengan tingkat kepentingan pekerjaan yang ada pada PT. Barata Indonesia.
2. Mengetahui seberapa besar waktu arus pekerjaan dapat diminimalkan dan jumlah *job* yang terlambat dilihat pada pesanan dari luar..

1.5 Asumsi-asumsi

Untuk memudahkan dalam penelitian ini maka penulis melakukan beberapa asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Jumlah jam kerja tersedia dan jam kerja produktif pada tiap-tiap bengkel adalah sama seperti pada bengkel cetakan.
2. *Estimasi* waktu pengerjaan sudah meliputi waktu pemeriksaan dan perbaikan coran.
3. Tidak membahas biaya-biaya produksi yang timbul
4. Tidak membahas berapa besar kerugian perusahaan akibat menurunnya tingkat kepercayaan konsumen sehubungan dengan *job* yang terlambat.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan, sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam menentukan kebijaksanaan yang berkenaan dengan penjadwalan operasi.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan pustaka dalam pengembangan sistem penjadwalan operasi dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian-penelitian sejenis.

1.7 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Pada bagian ini menjelaskan uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, asumsi-asumsi, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bagian ini berisi landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang diajukan dan model analisis dalam menggambarkan hubungan antara keputusan dan hasil analisa.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode yang dipakai, lokasi, waktu penelitian, jenis dan sumber data, proses pelaksanaan penelitian serta metode analisis penelitian.

Bab IV Analisis dan Pembahasan Data

Berisi tentang deskripsi hasil penelitian, berupa data-data hasil pengujian, analisis serta pembahasan dari data-data yang diperoleh.

Bab V Penutup

Berisi tentang kesimpulan serta saran berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian.



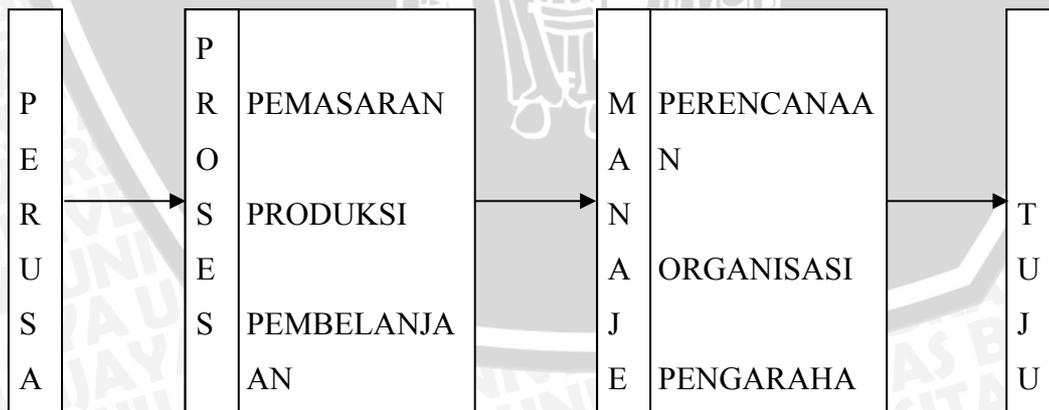
BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Herwanto, Roni (2004) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa teknik penjadwalan yang optimal pada operasi produksi *job order* dilihat dari tujuan perusahaan untuk meminimasi biaya pinalti akibat keterlambatan dalam menyelesaikan pesanan di PT. Perdana Plastik bulan Maret 2004 adalah prioritas MS (Minimasi *Slack*). Lebih lanjut disampaikan, bahwa dengan menggunakan prioritas tersebut (MS) perusahaan dapat menghemat biaya pinalti sebesar RP. 10.475.000.00 dibanding dengan penerapan prioritas FCFS (*First Come First Serviced*) yang selama ini digunakan oleh perusahaan tersebut.

2.2 Sistem Produksi

Dalam mencapai suatu tujuan (keuntungan) perusahaan melakukan kegiatan-kegiatan yang dikenal sebagai proses perusahaan yang terdiri dari pemasaran produk, produksi, pembelian, personalia serta administrasi-akuntansi. Agar proses perusahaan tersebut dapat secara efisien dan efektif mencapai sasaran yang telah digariskan, maka perlu diatur sebaik-baiknya atau dengan perkataan lain perlu manajemen yang baik (segala proses kegiatan tersebut masing-masing direncanakan, diorganisasi, diarahkkan, dikoordinasi serta diawasi). Adapun penerapan manajemen dalam produksi dapat dilihat pada table 2.1:



Gambar 2.1. Hubungan Antara Tujuan, proses Perusahaan Dan Manajemen
Sumber: Sukamto Reksohadiprodjo, 1981:1



Aktifitas produksi sebagai suatu bagian dari fungsi organisasi perusahaan bertanggung jawab terhadap pengolahan bahan baku menjadi produk jadi yang dapat dijual. Ada tiga fungsi utama dari kegiatan-kegiatan produksi yang dapat kita identifikasi, yaitu :

- a. *Proses produksi*, yaitu metode dan teknik yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi produk.
- b. *Perencanaan produksi*, yaitu merupakan tindakan antisipasi dimasa mendatang sesuai dengan periode waktu yang direncanakan.
- c. *Pengendalian produksi*, yaitu tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan telah dilakukan sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

Untuk melaksanakan fungsi produksi tersebut, diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi.

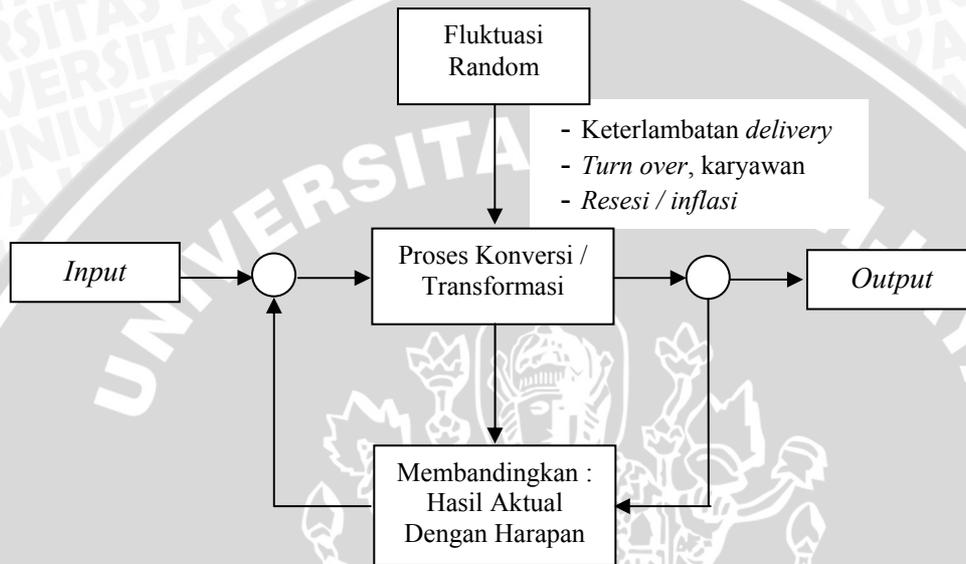


Tabel 2.1. Fungsi-fungsi Manajemen Diterapkan Pada Produksi

Fungsi Manajemen	Aspek Produksi
I. Perencanaan	A. Design / Rencana
<ul style="list-style-type: none"> 1. Tujuan 2. Kebijaksanaan 3. Keilmiahan 	<ul style="list-style-type: none"> 1. R & D 2. Lokasi pabrik 3. <i>Lay out</i> dalam pabrik 4. Lingkungan kerja
II. Organisasi	5. Standardisasi dan lain-lain
<ul style="list-style-type: none"> 1. Fungsi <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Differensial ke bawah 1.2 Differensial ke samping 2. Hubungan <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Tanggung jawab 2.2 Kekuasaan 2.3 Pelaporan 3. Struktur <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Garis 3.2 Garis dan staf 3.3 Fungsional 	<ul style="list-style-type: none"> 6. Persediaan bahan
III. Pengarahan	B. Proses Operasional
<ul style="list-style-type: none"> 1. Perintah-perintah 2. Motivasi 3. Personalia mengikuti 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Pengawasan bahan dalam proses 2. Perencanaan dan pengawasan produksi 3. Pemeliharaan dan penggantian fasilitas produksi
IV. Koordinasi	C. Pengawasan Khusus
<ul style="list-style-type: none"> 1. Sistem dan prosedur 2. Komunikasi 3. Kerja sama berdasarkan kepentingan bersama 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Baranng jadi 2. Kualitas 3. Ongkos produksi
V. Pengawasan	
<ul style="list-style-type: none"> 1. Standar 2. Supervisi 3. Pembandingan hasil dan standar 4. Tindakan-tindakan perbaikan 	

Sumber: Sukamto Reksohadiprojdo, 1981:4

Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub-sub sistem (perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar, penentuan dan perawatan fasilitas produksi, dan penentuan harga pokok produksi) yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi *output* produksi. *Input* dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya (limbah / informasi).



Gambar 2.2. Sistem Operasi Manufaktur

Keberhasilan dari sistem produksi tersebut bergantung dari produk yang dibuat serta bagaimana cara membuatnya (proses produksi). Cara membuat produk dapat berupa “jenis” proses produksi menurut cara menghasilkan *output*, “operasi” dari pembuatan produk, dan “variasi” produk yang dihasilkan.

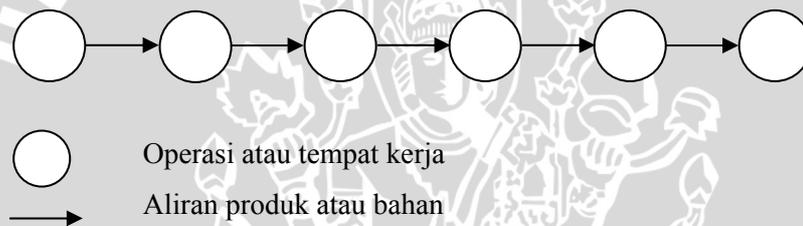
2.2.1 Sistem Produksi Menurut Aliran Operasi dan Variasi Produk

Setiap produk yang akan dibuat harus diketahui apakah teknologi yang ada telah tersedia. Apabila pertanyaan ini telah terjawab, maka keputusan selanjutnya adalah menentukan tipe aliran operasi yang digunakan. Ada 2 jenis dasar aliran operasi, yaitu *flow shop* dan *job shop*.

- a. *Flow shop* (Aliran garis) disebut juga *Product Layout* ; merupakan proses konversi dimana unit-unit *output* secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus dan selalu tetap, sehingga pusat-pusat kerja

(kumpulan mesin) dan fasilitas produksi lainnya akan diatur menurut operasi pembuatan produk (urutan dan waktu yang dibutuhkan) diterapkan terlebih dahulu. Setelah itu, baru menyusun urutan mesin-mesinnya, contoh: perakitan mobil. Proses jenis ini biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai desain dasar yang tetap sepanjang waktu yang lama dan ditujukan untuk pasar yang luas dengan produksi massal (volume tinggi), sehingga diperlukan penyusunan bentuk proses produksi *flow shop* yang biasanya bersifat *make to stock*.

Teknik penjadwalan yang banyak digunakan dalam sistem ini adalah penyeimbangan lini (*line balancing*). Penyeimbangan lini menekankan kepada pengalokasian tugas-tugas kepada stasiun-stasiun kerja sehingga terdapat keseimbangan waktu kerja diantara stasiun kerja tersebut. Sistem yang memiliki keseimbangan tinggi menghasilkan utilisasi yang maksimal baik untuk peralatan maupun personil.

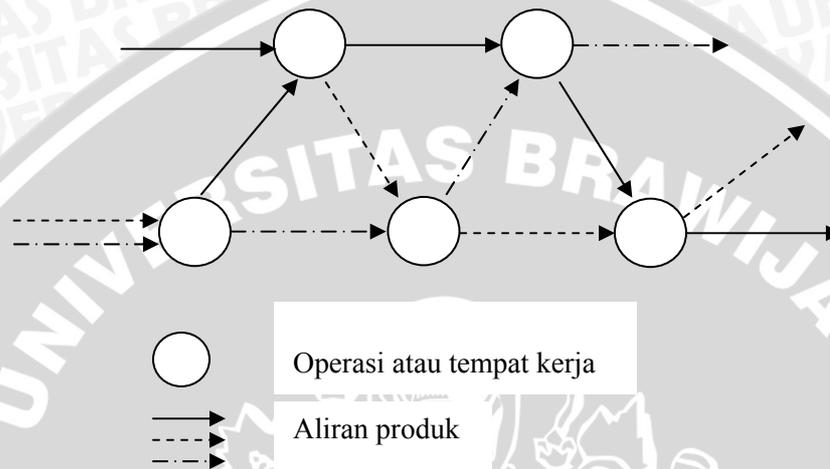


Gambar 2.3. Aliran Garis
 Sumber: Handoko Hani T, 1984:123

- b. *Job shop* (Aliran *Intermitten*) disebut juga *Process Layout*; yaitu bentuk proses konversi dimana unit-unit untuk pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Proses produksi dilakukan secara terputus-putus (produksi dilakukan bila ada pesanan) dengan jumlah yang kecil atau volume rendah dan waktu yang sudah ditentukan kapan pesanan tersebut diharapkan selesai. Dimana aliran kerjanya tidak bersifat standar untuk semua *output* yang dihasilkan. Ketidakstabilan ini dikarenakan variasi produk yang dihasilkan dengan pusat-pusat pemrosesan (kumpulan mesin) dikelompokkan sesuai dengan fungsinya. *Layout* proses ini biasanya terdapat pada pabrik yang bekerja dengan sistem produksi berdasarkan pesanan (MTO). Secara umum, penjadwalan dalam sistem ini diarahkan untuk menentukan bagaimana

pembagian beban pekerjaan pada pusat-pusat kerja (**loading**) dan bagaimana urutan dari pekerjaannya (**sequencing**).

Strategi sistem ini adalah pada kekhasan, keandalan penyerahan barang tepat waktu, mutu, dan fleksibilitas untuk mengubah proses produksi sesuai dengan perubahan *preferensi* pelanggan. Biaya atau harga tidak menjadi pertimbangan yang terlalu penting bagi pelanggan sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan yang tinggi..



Gambar 2.4. Aliran *Intermitten*
Sumber: Handoko Hani T, 1984:124

Alasan untuk menekankan kebijakan barang jadi berdasarkan persediaan (*make to stock*) atau pesanan (*make to order*) adalah bahwa setiap manajemen untuk merencanakan dan mengendalikan produksi, penjadwalan, dan kebijakan persediaan sangat berbeda bergantung pada pemosisian dalam kaitannya dengan pasar.

2.3 PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI (PPP)

Perencanaan dan Pengendalian Produksi (PPP) diterjemahkan dari istilah *Production Planning and Control* merupakan aktifitas manajemen produksi / industri yang bertujuan untuk merencanakan (*plan*) dan mengendalikan (*control*) aliran material yang masuk melalui berbagai tahapan proses dan kemudian ke luar dari pabrik.

Perencanaan merupakan usaha menentukan tujuan, sedangkan pengendalian (pengawasan) dilakukan untuk memberikan jaminan agar pelaksanaan rencana sesuai

dengan apa yang telah direncanakan. Untuk melakukan suatu pengawasan tersebut, maka rencana tujuan harus sudah dirumuskan dengan jelas. Perencanaan tanpa pengawasan dapat dilakukan, namun karena pelaksanaan dari pada rencana yang telah digariskan sebelumnya tidak dapat dijamin sesuai dengan rencana yang telah ditentukan, maka pengawasan akan selalu dibutuhkan. Oleh karena itu, maka dalam pengawasan perlu diketahui:

- a. Tujuan yang telah ditentukan
- b. Cara menilai atau mengukur aktifitas yang dijalankan
- c. Cara membandingkan aktifitas dengan pedoman yang telah ditentukan
- d. Cara untuk mengadakan perbaikan terhadap penyimpangan-penyimpangan yang terjadi agar tujuan yang telah ditentukan dapat dicapai.

Adapun fungsi dari Perencanaan dan Pengendalian Produksi (PPC) dapat dijabarkan secara sistematis sebagai berikut (Wignjosoebroto Sritomo, 2003:337):

- a. Fungsi peramalan
Fungsi ini membuat ramalan kebutuhan (*demand*) dari produk yang harus dibuat yang menyatakan kuantitas produk sebagai fungsi dari waktu (peramalan dalam jangka panjang, menengah, dan pendek).
- b. Fungsi perencanaan produksi (*aggregate production planning*)
Perencanaan produksi dibuat dengan memperhatikan berbagai macam alternatif produksi yang didasarkan pada kapasitas internal yang dimiliki (sub kontrak, *inventory*, *overtime*, dan reguler).
- c. Fungsi penjadwalan produksi / operasional (*operation scheduling*)
Merupakan proses untuk membuat perencanaan produksi agregat menjadi lebih berjalan mulus. Dalam hal ini proses produksi dijadwalkan dalam skala waktu singkat / pendek (minggu, hari, ataupun jam).
- d. Fungsi pengendalian performans (*performance control*)
Fungsi pengendalian kualitas produk maupun proses perawatan untuk menjaga keandalan kinerja dari sistem produksi.

2.4 PENJADWALAN *JOB SHOP*

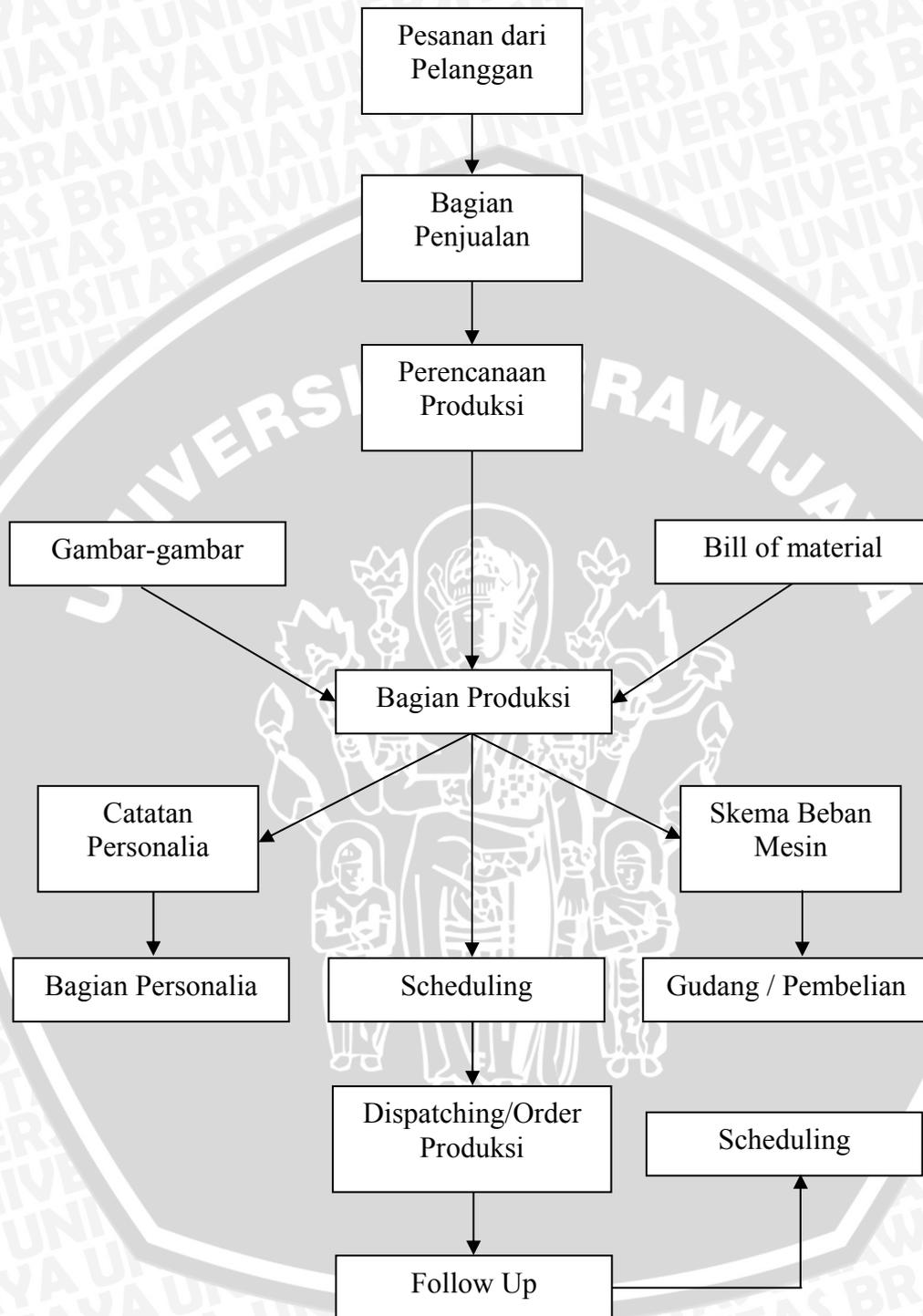
Scheduling merupakan bagian fungsi pengawasan produksi yang menentukan waktu kapan setiap kegiatan yang dicantumkan dalam *route sheet* harus dilaksanakan pada mesin tertentu agar tanggal pengiriman dapat dipenuhi. Berdasarkan tanggal penyelesaian barang ini, seksi *scheduling* bekerja ke muka menentukan tanggal mulai

setiap kegiatan. *Job-job* pada tahap ini akan ditugaskan pertama kalinya pada sumber daya tertentu (fasilitas, pekerja, dan peralatan). Kemudian dilakukan pengurutan kerja tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas utilisasi kapasitas yang ada.

Pada penjadwalan ini, permintaan akan produk-produk tertentu (jenis dan jumlah) dari *master planning scheduling* akan ditugaskan pada pusat-pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam penjadwalan adalah sebagai berikut (Sukamto Reksohadiprodjo, 1981:206):

- a. Prosedur penjadwalan dalam suatu pabrik harus sesuai dengan kebutuhan. Andaikata ongkos-ongkos penggunaan *master schedule* dan lain-lain itu tinggi maka penjadwalan tidak perlu menggunakan alat-alat tersebut.
- b. Untuk menghindari kemungkinan penundaan proses dipergunakan apa yang disebut "*flout*" yaitu dalam hal ini akumulasi satuan bahan / barang yang sudah siap dikerjakan.
- c. Dalam penjadwalan perlu diperhatikan adanya pesanan-pesanan mendadak (*rush order*).
- d. Di dalam perusahaan dengan proses terus-menerus prosedur penjadwalan adalah sederhana. Sebaliknya pada perusahaan yang bekerja berdasarkan pesanan relatif sukar karena setiap pekerjaan adalah berbeda.
- e. Membuat *route sheet* yang berbeda-beda tergantung pada pekerjaannya.
- f. Penjadwalan didasarkan pada *route sheet* tersebut yang juga menunjukkan mesin apa yang harus dipakai untuk suatu kegiatan.
- g. Bagian penjualan menentukan tanggal menyelesaikan pesanan berdasarkan pembebanan mesin yang menunjukkan kapasitas pabrik yang ada dan penggunaannya.
- h. Berdasarkan *master scheduling* bagian penjualan dapat mengatakan pada pelanggan tanggal selesainya barang serta pengirimannya.
- i. Bagian penjadwalan selanjutnya membuat *project chart* yang menunjukkan berbagai kegiatan yang harus dilakukan agar komponen yang diperlukan tersedia pada tanggal yang ditentukan.
- j. Dari gambar pembebanan mesin dilihat apakah mesin-mesin yang diperlukan tersedia. Kalau memang tidak mungkin tanggal dipenuhi, sehingga

penyelesaian barang lain dengan tanggal yang terdapat dalam gambar pembebanan mesin terjadilah “hambatan” yang perlu *rescheduling*.



Gambar 2.5. Susunan Kegiatan Dalam Jenis Produksi Pesanan
 Sumber: Sukamto Reksohadiprodjo, 1981:52

Keterangan:

- Penjualan : menerima pesanan barang dari pelanggan. Dimana bagian penjualan memberikan petunjuk tentang jumlah penjualan dan menjadi pedoman bagian perencana produksi tentang jumlah yang akan diproduksi.
- Perencana produksi : aktifitas-aktifitas yang dilakukan sebelum produksi dimulai. Yang pertama: harus menentukan “apa” dan “berapa” yang harus diproduksi.
- Gambar-gambar : spesifikasi barang yang akan dibuat berisi keterangan-keterangan yang diperlukan dalam menyusun *routing*, bahan-bahan yang dibeli, peralatan yang dibutuhkan, dll.
- *Bill of material* : suatu daftar material dari semua komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat suatu produk. *Bill of material* dibuat berdasarkan pada gambar-gambar dan spesifikasi-spesifikasi yang dibuat bagian teknik.
- *Routing* : perencanaan yang dilakukan untuk menentukan operasi-operasi yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Di dalamnya termasuk penentuan: mesin-mesin, pekerja-pekerja yang akan mengerjakan serta urutan operasi-operasi yang akan dilakukan. *Routing* baru akan dibuat apabila bahan-bahan dikirim berdasar daftar permintaan bahan dan alat-alat untuk melaksanakan pekerjaan.
- Pembelian : menghendaki keterangan-keterangan yang tepat sebelumnya dari pengawasan produksi, sehingga pembelian dapat dilakukan dengan efisien dan bahan-bahan tersedia pada waktunya.
- *Dispatching* : pengeluaran pesanan-pesanan kepada pabrik dengan demikian memberikan wewenang untuk mengerjakan suatu pesanan atau yang tercantum dalam *order* tersebut.
- *Follow up* : pengecekan terhadap segala sesuatu yang telah diminta untuk dikerjakan / diproduksi.

2.4.1 Tujuan Penjadwalan Operasi

Pendekatan penjadwalan yang baik haruslah sederhana, jelas, mudah dimengerti, mudah dilaksanakan, fleksibel, dan realistik. Dengan begitu diharapkan dapat mencapai hal – hal sebagai berikut (Barry Render , Jay Heizer, 2001:468):

- a. Meminimasi waktu penyelesaian. Ini dinilai dengan menentukan rata – rata waktu penyelesaian.
- b. Memaksimalkan utilitas. Ini dinilai dengan menentukan persentase waktu fasilitas itu digunakan.
- c. Meminimalkan persediaan dalam proses. Ini dinilai dengan menentukan rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem. Hubungan antara jumlah pekerjaan dalam sistem dan persediaan barang dalam proses adalah tinggi. Dengan demikian, semakin kecil jumlah pekerjaan yang ada di dalam sistem maka akan semakin kecil persediaannya.
- d. Meminimalkan waktu tunggu pelanggan. Ini dinilai dengan menentukan rata-rata jumlah keterlambatan.

Pada saat merencanakan suatu jadwal produksi, yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan sumber daya yang dimiliki, baik berupa tenaga kerja, peralatan / prosesor ataupun bahan baku.

2.4.2 Ukuran Keberhasilan Penjadwalan Operasi

Ukuran keberhasilan dari suatu pelaksanaan aktivitas penjadwalan khususnya penjadwalan *job shop* adalah meminimasi kriteria – kriteria keberhasilan sebagai berikut (Arman Hakim Nasution, 1999: 57):

- a. Rata – Rata Waktu Alir (*Mean Flow Time*). Minimasi rata – rata waktu alir untuk mengurangi persediaan barang setengah jadi.
- b. Makespan, yaitu total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kumpulan *job*. Minimasi *Makespan* dimaksudkan untuk meraih utilisasi yang tinggi dari peralatan dan sumber daya dengan cara menyelesaikan seluruh *job* secepatnya.
- c. Rata – Rata Kelambatan (*Mean Tardiness*)
- d. Jumlah *job* yang terlambat. Minimasi jumlah *job* yang terlambat adalah untuk menghindari biaya pinalti yang tinggi.
- e. Jumlah mesin yang menganggur. Minimasi ini diharapkan akan meminimasi nilai dari maksimum ukuran kelambatan.
- f. Jumlah persediaan

Kesemua kriteria keberhasilan pelaksanaan penjadwalan tersebut adalah dilandasi keinginan untuk memuaskan konsumen dan efisiensi biaya internal perusahaan.

2.4.3 Masukan Untuk Penjadwalan Operasi

Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui sebelum pekerjaan dapat dijadwalkan, yaitu (Hendra Kusuma, 2002:186):

- a. Jumlah dan jenis pekerjaan yang harus diselesaikan selama periode tertentu.

Jumlah dan jenis pekerjaan ini sangat tergantung pada rencana produksi yang disusun serta negosiasi antara perusahaan dengan pelanggan.

- b. Perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan

Perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan seringkali digunakan untuk menentukan prioritas pekerjaan yang akan dikerjakan terlebih dahulu.

- c. Batas waktu (*due date*) penyelesaian pekerjaan

Batas waktu selesainya suatu pekerjaan penting diketahui untuk memperkirakan kelambatan yang mungkin akan terjadi terutama untuk mengantisipasi denda / pinalti yang mungkin timbul akibat keterlambatan pengiriman.

- d. Tujuan penjadwalan

- e. Situasi pekerjaan yang dihadapi

Situasi yang dihadapi dapat berupa, penjadwalan pekerjaan di satu prosesor, penjadwalan pekerjaan di beberapa prosesor seri, penjadwalan pekerjaan di beberapa prosesor paralel atau penjadwalan pekerjaan di fasilitas produksi *job shop*.

2.4.4 Istilah dan Notasi Penjadwalan Operasi

Beberapa istilah umum yang akan digunakan dalam membahas penjadwalan produksi khususnya penjadwalan *job shop* adalah (Arman Hakim, 1999:156):

- a. *Order*; pesanan yang datang dari konsumen kepada produsen untuk memproduksi atau menyediakan produk dengan jumlah, jenis, dan karakteristik yang ditentukan konsumen.
- b. *Job*; *order* yang disepakati untuk diproduksi sesuai permintaan konsumen.
- c. *Operasi*; proses yang dilakukan untuk mengerjakan suatu *job*.

- d. *Processing time* (waktu proses); perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Perkiraan waktu ini meliputi juga perkiraan waktu *set-up* yang dibutuhkan. Simbol yang digunakan untuk waktu proses pekerjaan adalah t_i .
- e. *Due date* (batas waktu); merupakan waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kelebihan waktu dari yang ditetapkan merupakan suatu kelambatan. Batas waktu ini disimbolkan sebagai d_i .
- f. *Lateness* (kelambatan); merupakan penyimpangan antara waktu penyelesaian pekerjaan dengan batas waktu. Suatu pekerjaan akan mempunyai kelambatan positif jika diselesaikan sesudah batas waktu dan kelambatan negatif jika diselesaikan sebelum batas waktu. Simbol kelambatan ini adalah L_i .
- g. *Tardiness* (ukuran keterlambatan); ukuran keterlambatan sebuah jadwal jika gagal memenuhi batas waktunya atau nol jika sebaliknya. Disebut juga dengan kelambatan positif. Ukuran ini disimbolkan T_i .
- h. *Earliness*; ukuran untuk menyelesaikan *job* lebih cepat dari batas waktunya. Ini disebut juga dengan kelambatan negatif. Ukuran ini dinotasikan dengan E_i .

- *Mean Lateness* (rata-rata kelambatan) :

$$\bar{L}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{i,s} \quad (2.1)$$

- *Mean Tardiness* (rata-rata ukuran keterlambatan) :

$$\bar{T}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{i,s} \quad (2.2)$$

- *Mean Earliness* (rata-rata earliness) :

$$\bar{E}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{i,s} \quad (2.3)$$

- i. *Slack* (kelonggaran); merupakan ukuran yang digunakan waktu melihat selisih waktu, antara waktu proses dengan batas waktu yang sudah ditetapkan. Ukuran ini dinotasikan Sl_i .

$$Sl_i = d_i - t_i \quad (2.4)$$

- j. *Release date* (waktu longgar); titik waktu dimana *job* *i* siap untuk diproses. Ukuran ini dinotasikan dengan r_i .
- k. *Available date* (waktu siap); waktu dimana mesin-mesin dari / untuk memproses *job* siap untuk digunakan melakukan proses produksi. Ukuran ini dinotasikan dengan a_i .
- l. *Completion time* (waktu penyelesaian); merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proses dalam *job* *i*. Ukuran ini disimbolkan dengan C_i .
- m. *Flow time* (waktu alir); merupakan rentang waktu antara saat pekerjaan tersedia (siap dimulai) dengan saat pekerjaan selesai. Jika semua pekerjaan siap dikerjakan pada saat jadwal dimulai ($t = 0$), maka *flow time* untuk tiap pekerjaan sama dengan *completion time*. Tetapi jika terdapat beberapa pekerjaan yang menunggu dikerjakan, maka waktu alir suatu pekerjaan ialah waktu menunggu dalam antrian ditambah waktu proses pekerjaan. Ukuran ini dinotasikan dengan $F_{i,s}$.

$$F_i = C_i \quad (2.5)$$

Jika *release date* $\neq 0$ maka

$$F_i = C_i - r_i \quad (2.6)$$

Dan *mean flow time* :

$$\bar{F}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (2.7)$$

- n. *Makespan*; jumlah waktu pemrosesan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh *job*. Dalam penjadwalan satu prosesor, *makespan* yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *job* besarnya akan tetap untuk berbagai macam urutan penjadwalan yang akan dihasilkan (Hendra Kusuma, 2002:188). Ukuran ini dinotasikan dengan M_s .

$$M_s = \sum_{i=1}^n C_i \quad (2.8)$$

Dimana : $M_s = \textit{makespan}$ untuk seluruh n job dalam jadwal.

$t_i =$ waktu pemrosesan job ke I

2.4.5 *Job Shop Loading*

Job loading mengartikan bahwa kita memutuskan pada pusat-pusat kerja yang mana suatu *job* harus ditugaskan. Ketika *job-job* tersebut tiba pada suatu *job shop*, maka kegiatan pertama dari penjadwalan adalah menugaskan *job-job* tersebut kepada bermacam-macam pusat kerja untuk diproses. *Loading* dengan metode penugasan merupakan cara pembebanan pekerja-pekerja untuk *job-job* yang tersedia dengan tujuan meminimasi total waktu kerja atau total biaya kerja.

Jika suatu tugas hanya diproses disuatu pusat kerja tertentu, permasalahan pembebanan tidak begitu berarti. Akan tetapi, jika terdapat beberapa pekerjaan yang akan diproses dan terdapat sejumlah pusat kerja yang mampu mengerjakan pekerjaan-pekerjaan itu maka timbul permasalahan pembebanan. Untuk itu, diperlukan suatu cara untuk membagi pekerjaan itu kepada pusat-pusat kerja. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk membagi pekerjaan itu kepada pusat-pusat kerja adalah dengan *Gant Chart*. Dalam situasi yang lebih kompleks permasalahan *loading* dapat diformulasikan sebagai bentuk problem *transportasi* (metode penugasan). Jadi, pusat pembebanan pekerjaan terbagi menjadi dua bentuk, yaitu:

- a. Diorientasikan kepada kapasitas; dan
- b. Dikaitkan kepenugasan tugas tertentu ke pusat pekerjaan.

2.4.6 *Job Shop Sequencing*

Job shop sequencing mengartikan bahwa kita harus menentukan bagaimana urutan proses dari bermacam-macam *job* harus ditugaskan pada mesin-mesin tertentu atau pusat kerja tertentu. Pemrosesan *job* merupakan hal penting karena mempengaruhi lamanya suatu *job* akan diproses dalam sistem tertentu. Lamanya *job* dalam proses ini akan mempengaruhi batas waktu janji pengiriman kepada konsumen. Metode pengurutan pekerjaan pada pusat-pusat kerja berdasarkan aturan prioritas yang telah ditentukan

Terdapat beberapa aturan dalam pengurutan yang mempunyai pengaruh yang berbeda, baik kepada kecepatan penyelesaian pekerjaan maupun terhadap faktor lain (rata-rata persediaan maupun rata-rata keterlambatan). Urutan-urutan yang dipilih tentu harus disesuaikan dengan tujuan yang hendak dicapai. Diantara prioritas yang banyak digunakan dalam mengurutkan pekerjaan-pekerjaan adalah sebagai berikut:

a. SPT (*Shortest Processing Time*)

Job dengan waktu terpendek akan diproses lebih dahulu. Prioritas ini biasanya memberikan waktu alir produk yang rendah / meminimalkan *flow time*. Di bawah ini terdapat contoh penerapan prioritas SPT sebagai berikut:

Tabel 2.2. Contoh Data Penerapan Prioritas SPT

Pekerjaan	A	B	C	D	E	F	G	H
Waktu Pemrosesan (jam)	5	8	6	3	10	14	7	3
Batas waktu (<i>Due Date</i>)	15	10	15	25	20	40	45	50
Urutan Prioritas SPT	D	H	A	C	G	B	E	F
Waktu Proses	3	3	5	6	7	8	10	14
Saat Selesai (<i>Completion Time C_i</i>)	3	6	11	17	24	32	42	56
Batas Waktu (<i>Due Date</i>)	25	50	15	15	45	10	20	40
Kelambatan (<i>Lateness</i>)	-22	-44	-4	2	-21	22	22	16

Sumber: Hendra Kusuma, 2001:192

Dengan menggunakan aturan SPT, maka urutan pekerjaan yang paling awal dijadwalkan ialah D, selanjutnya H, dan berturut-turut A, C, G, B, E, F. waktu alir rata-rata dihitung dengan sebagai berikut:

$$F_s = 1/8 \{(8 \times 3) + (7 \times 3) + (6 \times 5) + (4 \times 7) + (3 \times 8) + (2 \times 10) + (1 \times 14)\}.$$

$$F_s = 1/8 \{24 + 21 + 30 + 28 + 24 + 20 + 14\}$$

$$= 23,875 \text{ jam.}$$

Sementara itu kelambatan rata-ratanya sebesar $-3,625$ jam.

b. FCFS (*First Come First Service*)

Yaitu *job* yang datang diproses sesuai dengan urutan kedatangannya. Prioritas ini berusaha untuk memuaskan pelanggan sesuai dengan waktu yang awal kedatangan.

c. EDD (*Earliest Due Date*)

Prioritas diberikan kepada *job* yang mempunyai tanggal batas waktu penyerahan (*due date*) paling awal. Prioritas ini biasanya digunakan untuk meminimalkan jumlah pekerjaan / *job* yang terlambat pengirimannya.

d. Slack (kelonggaran)

Job yang memiliki kelonggaran terkecil antara waktu pesanan datang dengan batas pengirimannya akan dijadwalkan lebih dahulu.

e. LPT (*Longgest Processing Time*)

Prioritas ini merupakan kebalikan dari SPT, dimana *job* yang memiliki proses waktu yang lama akan dijadwalkan lebih dahulu.

2.4.7 Prioritas WSPT (*Weighted Shortest Processing Time*)

WSPT merupakan variasi dari prioritas SPT (*Shortest Processing Time*) yang menggunakan pembobotan. Aturan ini digunakan jika tingkat kepentingan dan prioritas tiap pekerjaan bervariasi. Semakin besar pembobotnya maka semakin besar pula prioritasnya. Dengan membagi waktu pemrosesan (*processing time*) dengan bobotnya maka akan muncul kecenderungan bahwa pekerjaan yang lebih penting akan dijadwalkan terlebih dahulu. Pada saat penjadwalan n pekerjaan pada sebuah prosesor tunggal dimana tiap pekerjaan i memiliki bobot relatif w_i , maka rata-rata waktu alir terbobot (*weighted mean flow time*) akan diminimasi dengan mengurutkannya berdasarkan aturan berikut:

$$t_1/w_1 \leq t_2/w_2 \leq t_3/w_3 \leq \dots \leq t_n/w_n$$

w_i adalah bobot yang diberikan kepada waktu arus pekerjaan i . Bobot ini mencerminkan kepentingan relatif dari waktu arus pekerjaan tertentu. Contoh penggunaan prioritas

WSPT dapat dilihat pada table. 2.2:

Tabel 2.3. Contoh Data Penggunaan Prioritas WSPT Dan EDD

Pekerjaan	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Waktu Pemrosesan (jam)	5	8	6	3	10	14	7	3	-
Bobot relatif	1	2	3	1	2	3	2	1	-
t_i/w_i	5	4	2	3	5	4.7	3.5	3	-
Due Date	25	50	15	15	45	10	20	40	-
Urutan WSPT	C	D	H	G	B	F	E	A	-
Waktu Pemrosesan Kerja	6	3	3	7	8	14	10	5	56
Aliran Waktu	6	9	12	19	27	41	51	56	221
Keterlambatan Kerja	0	0	0	4	0	31	31	16	82
Urutan EDD	F	C	D	G	A	H	E	B	-
Waktu Pemrosesan Kerja	14	6	3	7	5	3	10	8	56
Aliran Waktu	14	20	23	30	35	38	48	56	264
Keterlambatan Kerja	4	5	8	10	10	0	0	6	43

Sumber: Hendra Kusuma, 2001:193

Jika menggunakan aturan WSPT, maka urutan pekerjaan: C-D-H-G-B-F-E-A.

Untuk penggunaan prioritas WSPT akan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

- Waktu penyelesaian rata-rata

$$= \frac{\text{Jumlah total waktu alir}}{\text{Jumlah pekerjaan}} = \frac{221 \text{ hari}}{8} = 27,6 \text{ hari}$$

- Utilisasi penggunaan

$$= \frac{\text{Total waktu pemrosesan kerja}}{\text{Total waktu alir}} = \frac{56}{221} = 25,3 \%$$

- Rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem

$$= \frac{\text{Total waktu alir}}{\text{Total waktu pemrosesan kerja}} = \frac{221}{56} = 3,95 \text{ pekerjaan}$$

- Rata-rata keterlambatan pekerjaan

$$= \frac{\text{Total hari terlambat}}{\text{Jumlah pekerjaan}} = \frac{82 \text{ hari}}{8} = 10,25 \text{ hari}$$

Sedangkan penggunaan dengan aturan EDD urutan pekerjaan: F-C-D-G-A-H-E-B.

Untuk penggunaan prioritas WSPT akan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

- Waktu penyelesaian rata-rata

$$= \frac{\text{Jumlah total waktu alir}}{\text{Jumlah pekerjaan}} = \frac{264 \text{ hari}}{8} = 33 \text{ hari}$$

- Utilisasi penggunaan

$$= \frac{\text{Total waktu pemrosesan kerja}}{\text{Total waktu alir}} = \frac{56}{264} = 21,2 \%$$

- Rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem

$$= \frac{\text{Total waktu alir}}{\text{Total waktu pemrosesan kerja}} = \frac{264}{56} = 4,71 \text{ pekerjaan}$$

- Rata-rata keterlambatan pekerjaan

$$= \frac{\text{Total hari terlambat}}{\text{Jumlah pekerjaan}} = \frac{43 \text{ hari}}{8} = 5,37 \text{ hari}$$

Dari kedua penggunaan contoh di atas dapat terlihat bahwa prioritas WSPT memiliki 3 keuntungan dibanding prioritas EDD, yaitu: waktu penyelesaian rata-rata = 27.6 hari dibanding EDD = 33 hari, utilisasi penggunaan dengan WSPT = 25.3 %, sedangkan EDD = 21.2 % dan rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem dengan WSPT = 3.95 pekerjaan, sedangkan EDD = 4.71 pekerjaan. Keuntungan penggunaan dari prioritas WSPT tidak selalu sama pada kasus yang lain. Namun, menurut Hendra Kusuma, 2002:193; bahwa tidak akan ada aturan

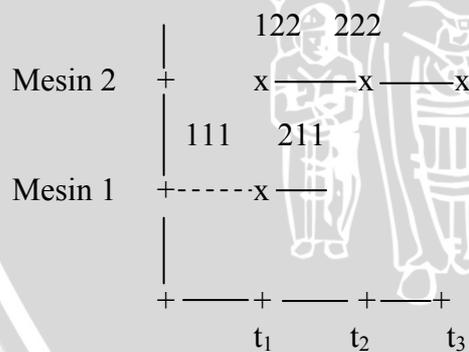
penjadwalan lainnya yang akan meminimasi waktu alir rata-rata terbobot sehingga menjadi lebih kecil dari aturan prioritas bobot SPT.

a. *Prioritas dispatching*

Prioritas dispatching merupakan salah satu metode *Heuristik* yang diperkenalkan oleh Giffer dan Thompson yang biasa digunakan karena permasalahan dalam penjadwalan yang rumit. Disamping metode *Heuristik* juga terdapat metode program Integer, metode Branch, dan Bound yang dipakai dalam penjadwalan *job shop*. Namun karena tingkat kesukaran yang tinggi pada metode tersebut dan belum tentu menghasilkan jadwal yang benar-benar optimal maka dalam hal ini dipakai metode *Heuristik*. Walaupun metode ini juga tidak dapat menghasilkan jadwal yang benar-benar optimal tetapi solusi yang dihasilkannya sudah cukup baik dan mendekati solusi optimal (Hendra Kusuma, 2001:215). Metode ini berprinsip pembuatan jadwal secara parsial (bertahap) dan terdiri atas dua macam algoritma, yaitu (Hendra Kusuma, 2001:214):

1. Algoritma pembuatan jadwal aktif

Jadwal aktif adalah kumpulan jadwal *feasible* (seluruh operasi dari semua *job* telah ditugaskan dan ketentuan *routing* operasi telah terpenuhi) dimana tidak satupun operasi dapat dipindahkan lebih awal tanpa menunda operasi lain.



Gambar 2.6. Contoh Jadwal Aktif
 Sumber: Hendra Kusuma, 2001:214

Pada contoh di atas, jika pekerjaan (211) dipertukarkan dengan 111 pada mesin 1 akan mengakibatkan jadwal 222 dan 122 terpaksa ditukar pula. Berikut ini ialah algoritma *priority dispatching* untuk jadwal aktif:



- a. Step 1 : Set $t = 0$ dan $P_{st} = 0$ (yaitu jadwal parsial yang mengandung t operasi terjadwal). Set standar (yaitu kumpulan operasi yang siap dijadwalkan) sama dengan seluruh operasi tanpa pendahulu.
- b. Step 2 : Tentukan $r^* = \min (r_j)$ dimana r_j ialah saat paling awal operasi j dapat diselesaikan ($r_j = c_j + t_{ij}$). Tentukan m^* , yaitu mesin dimana r^* dapat direalisasikan.
- c. Step 3 : Untuk setiap operasi P_{st} yang memerlukan mesin m^* dan memiliki $c_j < r^*$ buat suatu aturan prioritas tertentu. Tambahkan operasi yang prioritasnya paling besar ke dalam P_{st} sehingga terbentuk suatu jadwal parsial untuk tahap berikutnya.
- d. Step 4 : Buat suatu jadwal parsial baru P_{t+1} dan perbaiki kumpulan data dengan cara:
 - Menghilangkan operasi j dari S_t .
 - Buat S_{t+1} dengan cara menambah pengikut langsung operasi j yang telah dihilangkan; serta
 - Menambahkan satu pada t .
- e. Step 5 : Kembali ke langkah 2 sampai seluruh pekerjaan terjadwalkan
 Pada step 3 dapat digunakan aturan prioritas yang sesuai dengan tujuan perusahaan

2. Algoritma pembuatan jadwal *non delay*

Jadwal *non delay* adalah kumpulan jadwal *feasible* dimana tidak satupun mesin dibiarkan menganggur jika pada saat yang sama terdapat operasi yang memerlukan mesin tersebut. Berikut ini adalah algoritma *priority dispatching* untuk jadwal *non delay*:

- a. Step 1 : Set $t = 0$ dan $P_{st} = 0$ (yaitu jadwal parsial yang mengandung t operasi terjadwal). Set standar (yaitu kumpulan operasi yang siap dijadwalkan) sama dengan seluruh operasi tanpa pendahulu.
- b. Step 2 : Tentukan $c^* = \min (c_j)$ dimana c_j ialah saat paling awal operasi j dapat mulai dikerjakan. Tentukan pula m^* , yaitu mesin dimana c^* dapat direalisasikan.

- c. Step 3 : Untuk setiap operasi P_{st} yang memerlukan mesin $c_j = c^*$ buat suatu aturan prioritas tertentu. Tambahkan operasi yang prioritasnya paling besar ke dalam P_{st} sehingga terbentuk suatu jadwal parsial untuk tahap berikutnya.
- d. Step 4 : Buat suatu jadwal parsial baru P_{t+1} dan perbaiki kumpulan data dengan cara:
 - Menghilangkan operasi j dari S_t .
 - Buat S_{t+1} dengan cara menambah pengikut langsung operasi j yang telah dihilangkan; serta
 - Menambahkan satu pada t .
- e. Step 5 : Kembali ke langkah 2 sampai seluruh pekerjaan terjadwalkan

Untuk memudahkan dalam penjadwalan *job shop* maka penomeran antara operasi dan nomer mesin perlu dibedakan. Untuk menjelaskan sebuah operasi dengan *triplet* (i,j,k). Urutan pertama (i) menunjukkan nomer pekerjaan (*job*); kedua (j) menunjukkan operasi; dan ketiga (k) menunjukkan mesin. Contoh penerapan algoritma *priority dispatching* dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 2.4. Contoh Kasus Penerapan *Priority Dispatching* dengan SPT

Job	Waktu Proses			Job	Routing Mesin		
	Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3		Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3
1	4	3	2	1	1	2	3
2	1	4	4	2	2	1	3
3	3	2	3	3	3	2	1
4	3	3	1	4	2	3	1

Sumber: Hendra Kusuma, 2001:218

Tabel 2.5. Contoh Hasil Penurunan Jadwal Aktif

t	Standar	c _j	t _{ij}	r _j	m*	Calon	P _{st}
0	111	0	4	4	2	212	212
	212	0	1	1		412	
	313	0	3	3			
	412	0	3	3			
1	111	0	4	4	3	313	313
	221	1	4	5			
	313	0	3	3			
	412	1	3	4			
2	111	0	4	4	1,2	111	412
	221	1	4	5			
	322	3	2	5			
	412	1	3	4			
3	111	0	4	4	1	111	111
	221	1	4	5			
	322	4	2	6			
	423	4	3	7			
4	122	4	3	7	2	322	322
	221	4	4	8			
	322	4	2	6			
	423	4	3	7			
5	122	6	3	9	3	423	423
	221	4	4	8			
	331	6	3	9			
	423	4	3	7			
6	122	6	3	9	1	331	221
	221	4	4	8			
	331	6	2	8			
	431	7	1	8			
7	122	6	3	9	1,2	122	431
	233	8	4	11			
	331	8	3	11			
	431	8	1	9			
8	122	6	3	9	2	122	122
	233	8	4	12			
	331	9	3	12			
9	133	9	2	11	3	133	133
	233	9	4	13			
	331	9	3	12			
10	233	11	4	15	1	331	331
	331	9	3	12			
11	233	11	4	15	3	233	233

Sumber: Hendra Kusuma, 2001:219

b. Diagram *Gantt*

Diagram *Gantt* merupakan alat Bantu visual yang sangat berguna dalam pembebanan dan penjadwalan. Nama diagram ini diambil / berasal dari Henry *Gantt* yang membuat diagram ini pada akhir tahun 1800. Pembebanan dengan diagram *Gantt* merupakan cara paling sederhana, paling tua, dan paling banyak digunakan untuk bermacam-macam aktivitas penjadwalan. Pada saat digunakan dalam pembebanan, diagram *Gantt* menunjukkan waktu pembebanan dan waktu menganggur dari beberapa departemen seperti, mesin-mesin atau fasilitas-fasilitas. Namun, diagram ini tidak bisa diandalkan / mengalami kesulitan untuk variabilitas produksi seperti kerusakan yang tidak diharapkan atau kesalahan manusia yang mensyaratkan pekerjaan itu dilakukan lagi.

Penjadwalan dengan diagram *Gantt* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu penjadwalan maju dan penjadwalan mundur.

1. Penjadwalan maju

Dalam penjadwalan maju (*forward scheduling*), pekerjaan dimulai seawall mungkin sehingga pekerjaan selesai sebelum batas waktu yang dijanjikan (*due date*). Teknik ini mengasumsikan bahwa pengadaan material dan operasi dimulai segera setelah pesanan diterima. Penjadwalan dilakukan atas setiap kegiatan operasi secara berurutan dari awal hingga seluruh kegiatan operasi selesai. Penjadwalan maju banyak digunakan dalam perusahaan dimana operasi dibuat berdasarkan pesanan dan pengiriman dilakukan segera setelah pekerjaan selesai.

2. Penjadwalan mundur

Dalam penjadwalan mundur (*backward scheduling*), berlawanan dengan penjadwalan maju. Kegiatan operasi yang terakhir dijadwalkan lebih dahulu yang selanjutnya secara berturut-turut ditentukan jadwal untuk kegiatan sebelumnya satu-persatu secara mundur. Dengan penugasan pekerjaan selambat mungkin, metode ini dapat meminimalkan persediaan karena pekerjaan baru selesai pada saat pekerjaan itu diperlukan pada stasiun kerja selanjutnya. Penggunaan metode ini harus disertai dengan perencanaan dan estimasi waktu tenggang yang akurat maupun perubahan *due date* yang lebih cepat.

Tabel 2.6. Contoh *Route Mesin*

Urutan Mesin	Pekerjaan A		Pekerjaan B	
	Mesin	Waktu (jam)	Mesin	Waktu (jam)
1	A	2	A	3
2	B	3	C	1
3	C	1	B	2

Sumber: Barry Render dan Jay Heizer, 2001:470

a. Penjadualan maju

Hari ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mesin 1										
Mesin 2										
Mesin 3										

b. Penjadualan mundur

Hari ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mesin 1										
Mesin 2										
Mesin 3										

Gambar 2.7. Diagram Gantt Untuk Penjadualan *Job Shop*

Sumber: Barry Render dan Jay

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di sini adalah penelitian eksperimen dengan jenis diskriptif, yaitu mengadakan mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaan terdahulu (yang sudah dilakukan). Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui persoalan atau permasalahan apa yang ada di lapangan (pada PT. Barata Indonesia, Gresik). Pada tahap ini sebagai pedoman untuk menentukan masalah apa yang akan dipilih dengan pertimbangan-pertimbangan peneliti sendiri, seperti : sesuai minat, dapat dilaksanakan, maupun tersedia faktor pendukung. Studi pendahuluan juga dilakukan untuk mencari informasi yang diperlukan oleh peneliti agar masalahnya menjadi lebih jelas.

3.2. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk merumuskan masalah tersebut sehingga jelas dari mana harus memulai, ke mana harus pergi, dan dengan apa. Termasuk dalam tahap ini adalah mengidentifikasi sumber-sumber data (*person*, *place*, dan *paper*) yang nantinya dibutuhkan dalam melakukan pengumpulan data, pengolahan, dan analisa. Dalam identifikasi masalah ini harus lebih hati-hati dalam menentukannya, agar nantinya penyebab terjadinya permasalahan tersebut benar-benar dapat dipecahkan dengan hasil yang optimal.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperluas serta mendalami wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti serta proses penelitian itu sendiri. Dalam hal ini tinjauan pustaka dilakukan dengan mengacu pada beberapa literatur yang berkaitan seperti buku-buku teks, jurnal, dan lain-lain.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan (*field research*) dengan metode sebagai berikut :

1. Wawancara

Pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada orang-orang tertentu yang dapat memberikan informasi sehubungan dengan data yang diperlukan. Dalam metode ini, pedoman berupa ancer-ancer / perkiraan-perkiraan pertanyaan yang berhubungan dengan objek yang dicari.

2. Observasi (pengamatan)

Pengamatan yang dilakukan pada bengkel-bengkel kerja mesin. Data yang diambil dalam metode ini adalah : *layout* mesin, jumlah mesin, maupun proses permesinan.

3. Dokumentasi (barang-barang tertulis)

Pengambilan data dengan menyelidiki benda-benda tertulis seperti catatan, dokumen, maupun standart-standar operasi.

Dari kegiatan ini, akan didapat data-data untuk menyusun rencana penjadwalan operasi. Untuk lebih jelasnya data yang diambil adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah *job-job* dalam satu periode (bulan)
- b. Nama barang dan jenis *order* yang dipesan
- c. Urutan proses (*routing*) dan spesifikasi yang diminta
- d. Waktu proses dan waktu tersedia
- e. Tanggal masuk dan batas waktu (*due date*) pengiriman tiap *job*
- f. *Available date* dan mesin yang digunakan

3.4 Pengolahan Data

Untuk pengolahan data dilakukan dengan prioritas Bobot Posisi. Dari sini data-data diolah untuk mendapatkan sebagai berikut :

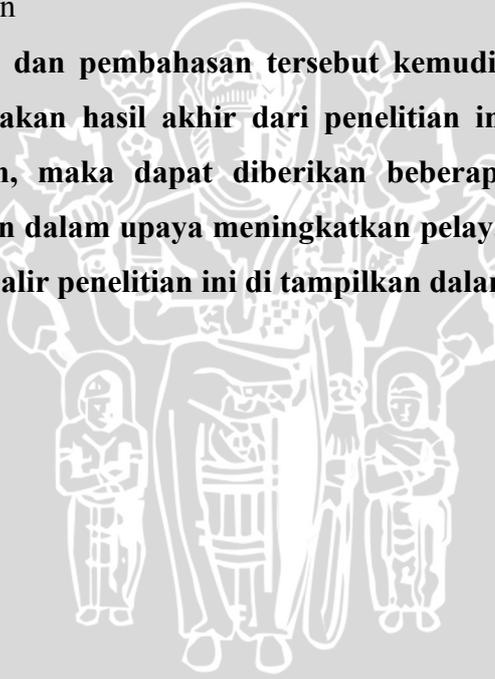
- a. *Max completion time* = C_{\max}
- b. *Makespan* = $M_s = \sum C_i$
- c. *Total weighted tardiness* = $\sum W_i T_i$
- d. *Total tardiness* = $\sum T_i$
- e. *Maksimum tardiness* = T_{\max}
- f. *Jumlah job yang terlambat* = U_i
- g. *Total weighted completion time* = $\sum W_i C_i$

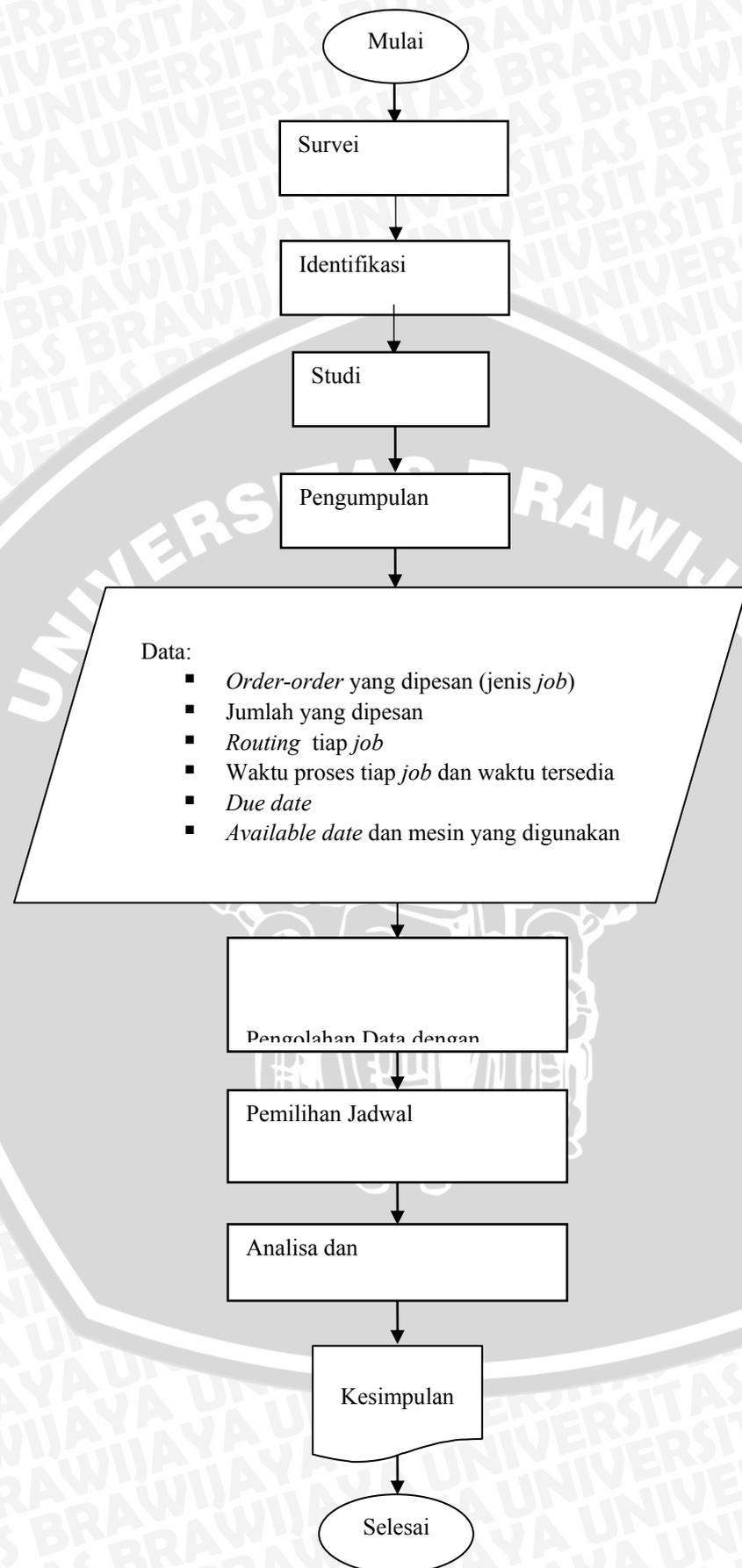
3.5 Analisa dan Pembahasan Data

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil-hasil penjadualan yang diperoleh dari tahap pengolahan data baik dengan prioritas WSPT maupun EDD dengan cara membandingkannya untuk dicari waktu arus yang paling minimum dan keterlambatan *job* menurut jenis pemesan. Setelah dianalisa kemudian dilakukan pembahasan tentang seberapa besar penghematan yang dapat diperoleh dengan jadwal tersebut. Dalam hal ini, supaya tidak terjadi penyimpangan maka pembahasan hasil pengolahan data mengacu pada teori-teori yang telah dijelaskan pada tinjauan pustaka khususnya pemakaian algoritma *priority dispatching*.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa dan pembahasan tersebut kemudian diambil beberapa kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Berdasarkan hasil pengambilan kesimpulan, maka dapat diberikan beberapa rekomendasi atau masukan bagi perusahaan dalam upaya meningkatkan pelayanan (*service*) kepada *customer*. Adapun bagan alir penelitian ini di tampilkan dalam gambar. 3.1





Gambar 3.1. Diagram Alir Kegiatan Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk menyusun skripsi ini dilakukan langsung di PT. Barata Indonesia (tanggal 1 – 28 Februari 2006) dengan teknik wawancara, observasi, dan dokumentasi tentang penjadwalan mesin produksi yang diterima selama 23 November – 22 Desember 2005 pada bagian PPP (Perencanaan dan Pengendalian Produksi) Pengecoran. Perlu diketahui sebelumnya, bahwa bentuk organisasi perusahaan ini setelah mengalami penggabungan antara kantor pusat (jl. Ngagel Surabaya) dengan kantor cabang (jl. Veteran Gresik) yang berkudukan di kantor Gresik mengalami perubahan dengan sebelumnya. Dimana perusahaan memiliki dua divisi produksi yang masing-masing terdiri dua bagian, yaitu: Divisi Produksi Pengecoran dan Peralatan Industri Argo dan Divisi Produksi Peralatan Industri Berat (lihat lampiran 1. tentang struktur organisasi) sehingga *order-order* yang telah disepakati antara pemesan dan bagian PP (Penjualan-Pemasaran) perusahaan akan dikirim oleh bagian PP kepada bagian masing-masing yang sesuai. Untuk lebih memahami pada pembahasan selanjutnya, maka perlu terlebih dahulu untuk mengetahui prosedur PPP yang dicantumkan dalam lihat lampiran 2. Dari pengumpulan data yang dilakukan selama di PT. Barata Indonesia dapat penulis jelaskan sebagai berikut:

4.1.1 Nama Barang Dan Jenis *Order* Yang Dipesan

Order yang telah disepakati oleh pemesan dan bagian PP perusahaan dapat penulis dapatkan melalui dokumentasi dalam bentuk *order card* pada masing-masing *job* yang telah dikirim oleh bagian PP kepada bagian PPP. Dalam *order card* tersebut memberikan informasi tentang: nomer *order*, tanggal masuk, batas waktu, nomer kontrak, nama pemesan, nama pemakai, tempat penyerahan, nama barang, jumlah pesanan, *scope* pekerjaan, harga, maupun bahan yang digunakan. Untuk mengetahui bentuk *order card* ini dapat dilihat pada halaman belakang (lampiran 3). Sedangkan nama barang dan jenis *order* yang dipesan selama periode ini dapat dilihat pada table 4.1.

Tabel 4.1



Tabel 4.2



4.1.2 Jumlah *Job* Dalam Satu Periode

Job-job yang masuk pada bagian PPP dan yang telah dijadualkan setiap satu periode (bulan) akan direalisasikan setiap tanggal 23, sehingga apabila ada *job* yang datang setelah rencana penjadualan direalisasikan akan dijadualkan pada periode berikutnya agar tidak merubah rencana penjadualan yang telah disusun kecuali atas rapat koordinasi dengan semua pihak yang terkait. Biasanya jumlah *job* yang diproduksi tidak sama (lebih banyak) dibanding jumlah yang dipesan untuk mengantisipasi kemungkinan cacat produk (*defect product*). Pertimbangan berapa jumlah *job* yang harus diproduksi didasarkan pada 2 hal, yaitu:

- a. Dengan 5% sampai 10% dari jumlah yang dipesan
- b. Jumlah cetakan dalam *cope* dan *drag* dengan perhitungan ekonomis

Namun karena rata-rata jumlah pesanan tiap *job* relatif kecil, maka jumlah *job* yang diproduksi dalam satu periode relatif sama dengan jumlah yang dipesan. Hal ini dengan pertimbangan 2 hal:

- a. Harga Pokok Produksi (HPP) yang relatif tinggi pada tiap-tiap *job* (tidak ditampilkan), namun sebagai acuan dapat dilihat pada harga jual produk (lihat table 4.1).
- b. Sikap perusahaan (khususnya bagian PPP) yang harus optimis pada proses produksi yang dilakukan dengan hasil akhir yang baik atau cacat yang terjadi tidak berimbas pada produksi ulang (masih dapat diperbaiki) dengan penutupan busur las maupun proses permesinan.

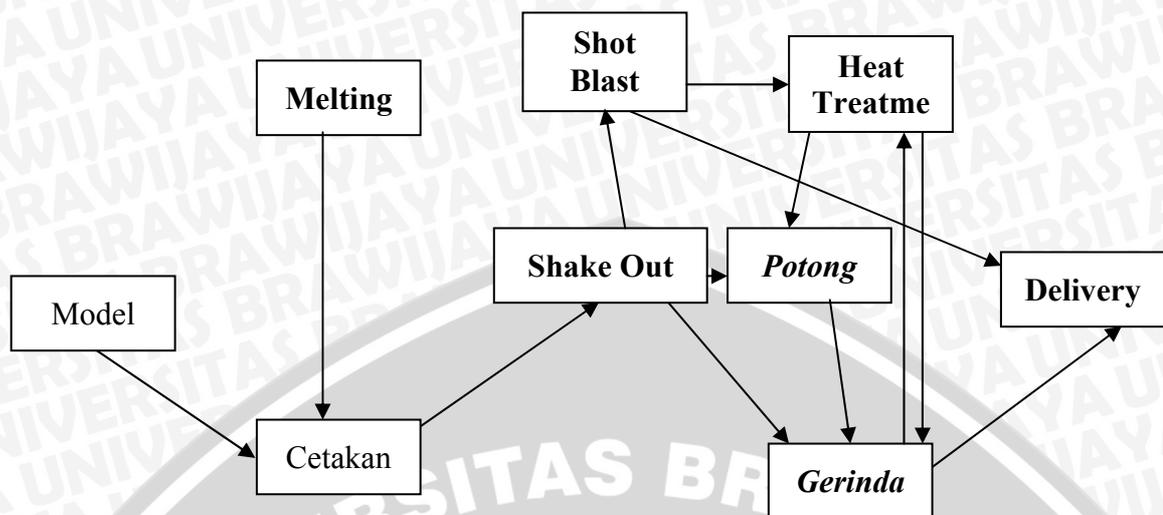
Untuk jumlah *job* yang dipesan dan jumlah yang harus diproduksi dalam satu periode ini dapat dilihat pula pada table 4.1 dan table 4.2.

4.1.3 *Routing* Mesin Tiap *Job*

Routing atau urutan proses pengerjaan tiap-tiap *job* pada masing-masing mesin didapatkan dengan penelusuran pada document-dokumen yang ditunjang dengan pengamatan langsung pada bengkel-bengkel mesin. Urutan proses tersebut dapat dilihat pada dokumen yang memuat *flow process* yang diterbitkan oleh bagian *Engineering* berdasarkan *order card* dari bagian PP. Bentuk dokumen yang diterbitkan oleh bagian *Engineering* dapat dilihat pada halaman belakang (lampiran 4) dan hasil *routing* untuk masing-masing *job* dapat dilihat pada table dibawah ini (table 4.3).

Tabel 4.3





Gambar 4.1. Routing Operasi Mesin

Jika melihat aliran proses maupun bentuk *lay out* fasilitas-fasilitas yang ada pada perusahaan, maka akan terlihat bentuknya memiliki kesesuaian dengan teori yang ada bahwa perusahaan dengan fokus pada *make to order* akan memiliki aliran pengerjaan yang tidak sama antar produk (berdasarkan spesifikasi pemesan maupun aplikasi penggunaannya) dan fasilitas-fasilitas permesinan diatur berdasarkan fungsinya. Gambar dari fasilitas pabrik tersebut dapat dilihat pada lampiran 5.

4.1.4 Waktu Proses (*Processing Time*)

Setiap pekerjaan yang dilakukan merupakan sesuatu yang tidak terlepas dari waktu pekerjaannya. Dimana waktu proses tiap-tiap mesin pada masing-masing *job* dapat penulis kumpulkan melalui dokumentasi yang memuat HPP (lihat lampiran 6). Dimana pada dokumen yang diterbitkan oleh bagian PP (hasil konsultasi dengan bagian produksi) merupakan *estimasi* yang didasarkan pada pengalaman pekerjaan masa lalu. Waktu proses di sini sudah termasuk waktu *set up* mesin. Hasil waktu proses pada masing-masing *job* dapat dilihat di bawah ini (table 4.4). Sedangkan waktu kerja yang tersedia, seperti pada bengkel cetakan *hand moulding* memiliki 24 jam kerja yang dibagi menjadi 3 shift, yaitu: shift pertama (07.30 – 16.30), shift kedua (16.30-02.00), dan shift ketiga (02.00-07.30) dengan masing-masing memiliki jam produktif adalah 60,2% dari jam kerja yang tersedia (seperti yang disebutkan dalam latar belakang di atas).

Tabel 4.4



4.1.5 Tanggal Masuk dan *Due Date*

Tanggal masuk di sini bukan tanggal masuk *order* (penawaran) dari pemesan kepada bagian PP perusahaan. Namun, tanggal masuk yang menunjukkan mulai datangnya *order card* pada bagian PPP sehingga inilah yang menjadikan penulis sebagai acuan apakah *job* ini masuk pada periode ini atau periode berikutnya. Sedangkan batas akhir (*due date*) merupakan batas akhir penyelesaian *job* yang dipesan oleh pemesan dengan persyaratan apabila penyelesaian melebihi waktu yang ditentukan akan dikenai denda (pinalti) sebesar 1 permil per hari dari harga kesepakatan. Untuk *due date* yang tidak dalam satu periode berikutnya (bulan Januari 2006), maka akan dijadwalkan pada periode penjadwalan bulan berikutnya. Hal ini merupakan keputusan yang diambil oleh penulis pribadi dengan pertimbangan tertentu, salah satu diantaranya adalah untuk memudahkan dalam pengolahan data selanjutnya.

4.1.6 *Available Date* dan Mesin yang Digunakan

Seperti yang disebutkan pada sub bab 1.1 bahwa salah satu yang mendasari penulis mengambil karya tulis ini dengan judul: “Perencanaan Penjadwalan Operasi *Job Order* dengan Metode Bobot Posisi (WSPT) adalah adanya kesiapan mesin (*available date*) pada penjadwalan periode yang akan datang mengalami keterlambatan. Namun karena sulitnya penelusuran kesiapan mesin pada awal penjadwalan ini, maka dalam hal ini penulis menentukannya secara *estimasi* berdasarkan rencana pembebanan mesin yang telah dibuat pada periode sebelumnya. Kesulitan tersebut disebabkan karena bentuk pembebanan penjadwalan (*Gantt chart*) pada masing-masing bengkel perusahaan tidak menunjukkan waktu yang spesifik (minggu I, II, III, dan IV). Untuk mengetahui jumlah bengkel kerja dan mesin yang siap untuk periode penjadwalan periode bulan Januari 2006 dapat dilihat pada table di bawah ini (table 4.5).

Tabel 4.5. *Available Date* dan Mesin Yang Digunakan

No.	Nama Bengkel Kerja	Jumlah Mesin Tersedia	Available Date (jam)
1	Model / Pola	Model a	40
		Model b	31
2	Cetakan	<i>Hand Moulding c</i>	140
		<i>Hand Moulding d</i>	81
		UG 5 a	7
		UG 5 b	5
3	<i>Melting</i>	<i>Arc Furnace d</i>	16
		<i>Induction Furnace 10 T c</i>	7
		<i>Induction Furnace 2 T b</i>	20
		<i>Induction Furnace 0.5 T a</i>	-
4	<i>Shake Out</i>	<i>Shake Out Hand Moulding</i>	40
		<i>Shake Out UG 5 b</i>	-
		<i>Shake Out UG 5 a</i>	5
5	<i>Shot Blast Hand Moulding</i>	<i>Shot Blast Hand Moulding</i>	40
		<i>Shot Blast Mesin UG a</i>	-
6	Las	Potong a	5
		Potong b	15
		Potong c	40
7	<i>Heat Treatment</i>	<i>Heat Treatment b</i>	34
		<i>Heat Treatment a</i>	45
8	Gerinda	Gerinda c	35
		Gerinda b	30
		Gerinda a	60

a. Bengkel pola

Pola merupakan bentuk sementara dari coran / produk yang akan kita buat. Bahan yang digunakan untuk pola ada yang dari bahan kayu atau logam tergantung pada keekonomisannya. Hal yang terpenting dalam pembuatan pola adalah mengubah gambar perencanaan menjadi gambar pengerjaan. Dimana pola ada yang telah tersedia (dari pemesan atau pembuatan sebelumnya) maupun direncanakan sendiri oleh pihak perusahaan (bagian *Engineering*) berdasarkan informasi dari pemesan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan pola ini adalah:

- Bagaimana caranya agar dihasilkan coran yang baik, menurunkan biaya pembuatan cetakan, mudah pembuatannya maupun mempermudah dalam pembongkaran cetakan nanti.
- Menentukan tambahan permesinan
- Menentukan tambahan penyusutan dan pelenturan
- Kemiringan pola

b. Bengkel cetakan

Cetakan merupakan suatu rongga yang bentuknya sama dengan produk yang akan dibuat dimana cairan logam dituang ke dalam rongga tersebut. Setelah pola tersedia, maka akan dilakukan pekerjaan cetakan. Cetakan di sini terbagi tiga jenis, yaitu:

- *Hand moulding*
- Semi otomatis (mesin UG 4 dan UG 5)
- Otomatis (mesin sinto)

Pilihan terhadap pengerjaan pada cetakan mana didasarkan pada bentuk / ukuran dari produk yang akan dihasilkan. Pada cetakan *hand moulding* digunakan untuk produk-produk yang besar dan rumit, sedangkan pada cetakan semi otomatis (mesin UG) digunakan untuk produk-produk dengan ukuran sedang dan cetakan otomatis (mesin Sinto) digunakan untuk produk-produk ukuran kecil dan relatif banyak.

Untuk mengetahui standar operasi pengerjaan (SOP) pada pembuatan cetakan dapat dilihat pada lampiran 7.

c. Bengkel *melting*

Setelah cetakan dibuat dan siap dicor, maka proses selanjutnya adalah peleburan (*melting*). Dapur *melting* yang digunakan di PT. Barata Indonesia untuk melebur logam menggunakan dua jenis tanur peleburan, yaitu: tanur busur listrik (*arc furnace*) dan tanur *induction furnace* (jenis *kruss*). Pada tanur *arc furnace* memiliki keuntungan tidak banyak mengalami kerugian kehilangan logam, mudah dalam pengaturan komposisi dan mudah dalam pengaturan gas-gas yang timbul. Tanur jenis ini biasanya digunakan untuk produk dengan bahan *carbon steel* atau *alloy steel*.

Sedangkan pada *induction furnace* terdiri dari: induksi frekwensi rendah (10 Ton) dengan titik cair yang rendah tetapi pengadukan kuat dan induksi frekwensi tinggi (2 Ton) dengan titik cair tinggi tetapi pengadukan rendah. Tanur ini biasa digunakan untuk produk dengan bahan: *gray cast iron*, *ductile cast iron*, maupun *HCCL*.

d. Bengkel *shake out*

Setelah proses penuangan cetakan selesai dan telah dingin maka proses selanjutnya adalah pelepasan hasil coran dari cetakan (*shake out*) dengan mesin

penggetar. Mesin yang digunakan memiliki 5 jenis yang penggunaannya di dasarkan pada jenis cetaknya.

e. Bengkel *shot blasting*

Setelah proses *shake out* selesai maka dilakukan proses pembersihan terhadap pasir (*shot blasting*). Alat ini memiliki 2 jenis yang penggunaannya didasarkan pada jenis cetaknya (cetakan manual dan mesin)

f. Bengkel potong

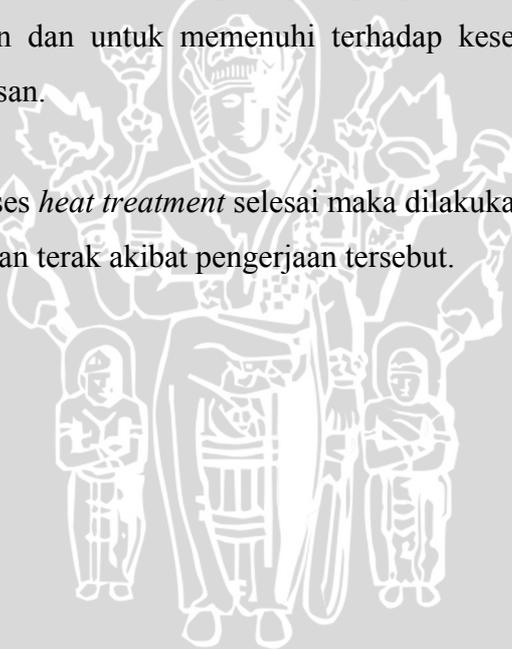
Setelah proses *shot blasting* selesai maka proses selanjutnya adalah pemotongan terhadap *gating system* untuk selanjutnya diperiksa apakah coran mengalami cacat (*defect*) atau tidak.

g. Bengkel *heat treatment*

Setelah coran dinyatakan baik maka proses selanjutnya adalah perlakuan panas (*heat treatment*) untuk mengurangi tegangan dalam akibat pengecoran maupun pengelasan dan untuk memenuhi terhadap kesesuaian sifat mekanis yang diminta pemesan.

h. Bengkel gerinda

Setelah proses *heat treatment* selesai maka dilakukan proses gerinda untuk menghilangkan terak akibat pengerjaan tersebut.



4.2 Pengolahan Data

Tugas pokok dalam PPC setelah jadual induk produksi dibuat adalah pengalokasian *job-job* pada bengkel mesin yang ada (*job shop loading*) dan mengurutkannya (*job shop sequencing*) berdasarkan prioritas tertentu agar dicapai total biaya kerja rendah atau total waktu kerja yang minimum. Untuk lebih mengetahui hasil dari perbedaan teknik yang digunakan dalam pengurutan *job-job* pada bengkel kerja terhadap total waktu pengerjaan maupun keterlambatan *job* maka di bawah ini dilakukan dua teknik pengolahan data (berdasarkan latar belakang di atas).

4.2.1 Penjadualan Dengan Prioritas WSPT

WSPT (*Weighted Shortest Processing Time*) biasa digunakan karena adanya tingkat kepentingan yang berbeda antara *job-job* yang ada. Akibat perbedaan tersebut, maka dilakukan pembobotan pada masing-masing *job* sesuai dengan tingkat kepentingannya berdasarkan jenis pemesan. Dalam hal ini, pembobotan diberikan meliputi 3 jenis, yaitu: bobot tinggi, sedang, dan rendah yang berturut-turut diberi bobot 3, 2 dan terakhir adalah 1. Suatu *job* akan diberi bobot 3 untuk pemesan dari luar, diberi bobot 2 untuk pemesan sesama BUMN, dan diberi bobot 1 untuk pemesan dari dalam (*intern*). Suatu pemesan dikategorikan *intern* apabila pesanan *job-job* tersebut berasal dari divisi lain maupun Unit Usaha Mandiri (UUM) PT. Barata Indonesia. Dimana perbedaan jenis pemesan itu sendiri dapat dilihat pada jenis nomer *order card* pada masing-masing *job* yang ada, sehingga hasil dari pembobotan berdasarkan jenis pemesan ini dapat penulis berikan dalam table di bawah ini.

Tabel 4.6. Pembobotan Berdasarkan Pemesan

No	Nomer <i>Order</i>	Nama Barang	Pemesan	Pembobotan
1	PLC.9.05.107	Stationary Jaw Plate	Luar	3
2	PADC.7.05.108	Roll Sheel	Intern	1
3	PADC.7.05.109	<i>Trunion</i>	Intern	1
4	PADC.7.05.111	<i>Mill Check</i>	Intern	1
5	PLC.9.05.111	Linear Mk-B	Luar	3
6	PADC.7.05.112	<i>Rudder Blade</i>	Intern	1
7	PADC.7.05.113	<i>Mantel Roll Gilingan</i>	Intern	1
8	PLC.9.05.115	Impeller Bar 202	Luar	3
		Inlet Liner 744 A		
9	PADC.7.05.116	<i>Mantel Roll Gilingan</i>	Intern	1
10	PLC.9.05.117	<i>Liner Chute</i>	Intern	3
11	PADC.7.05.118	Mill Pinion	Intern	1

12	PLC.9.05.120	Cane Cutter Hub I	Luar	3
13	PLC.9.05.122	Roll Tyre ϕ 1200	Luar	3

Prinsip dari prioritas WSPT ini adalah *job-job* yang memiliki bobot tertinggi akan lebih cenderung diprioritaskan untuk dikerjakan lebih dahulu pada bengkel-bengkel mesin yang ada dibanding *job-job* yang memiliki bobot yang lebih kecil. Untuk menjalankan prioritas WSPT ini agar lebih sistematis dan mendekati hasil yang optimal maka penulis menggunakan aturan *algoritma* untuk jadwal aktif (lihat halaman 24). Aturan tersebut dapat penulis jelaskan dalam penerapan kasus ini sebagai berikut:

a. Step 1 : Set $t = 0$ dan $Pst = 0$ (yaitu jadwal parsial yang mengandung t operasi terjadwal). Set St (yaitu kumpulan operasi yang siap dijadwalkan) sama dengan seluruh operasi tanpa pendahulu.

- Dalam hal ini adalah 111a, 111b, 212c, 212d, 311a, 311b, 412c, 412d, 511a, 511b, 612c, 612d, 712c, 712d, 811a, 811b, 911a, 911b, 10.11a, 10.11b, 11.12c, 11.12d, 12.11a, 12.11b, 13.11a, 13.11b.

Pada tahap ini disarankan untuk melihat table 4.3 dimana pada 111a menunjukkan *job* ke satu (angka 1 pertama), proses ke satu (angka satu ke dua), dan mesin ke 1 (angka satu terakhir). Pada *job* ke satu ini dapat dikerjakan dengan 2 jenis mesin sehingga ditulis 111a dan 111b begitu pula lainnya.

b. Step 2 : Tentukan $r^* = \min (r_j)$ dimana r_j ialah saat paling awal operasi j dapat diselesaikan ($r_j = c_j + t_{ij}$). Tentukan m^* , yaitu mesin dimana r^* dapat direalisasikan.

- Setelah St terisi dan dengan memasukkan nilai c_{ij} (yaitu saat paling awal masing-masing *job-job* mulai dapat dikerjakan). Dalam hal ini acuannya adalah table 4.5.

- Masukkan nilai t_{ij} , yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan i pada proses j pada masing-masing *job* (lihat table 4.3 dan table 4.4).

- Jumlahkan nilai c_{ij} dengan t_{ij} pada masing-masing *job* pada St sehingga didapatkan nilai masing-masing r_j . Setelah itu, pilih r_j minimum yaitu nilai 38 pada *job* 13.11b sehingga dapat

menentukan mesin apa yang digunakan (m^*) atau 1b pada tahap ini.

- Masukkan semua *job* yang ada di S_t yang menggunakan mesin 1b ini pada kolom calon sehingga terisi 111b, 311b, 511b, 811b, 911b, 10.11b, 12.11b, dan 13.11b.

c. Step 3 : Untuk setiap operasi P_{st} yang memerlukan mesin m^* dan memiliki $c_j < r^*$ buat suatu aturan prioritas tertentu. Tambahkan operasi yang prioritasnya paling besar ke dalam P_{st} sehingga terbentuk suatu jadwal parsial untuk tahap berikutnya.

- Untuk semua *job* yang masuk kolom calon diberikan bobot masing-masing yang secara berturut-turut adalah 3, 1, 3, 3, 1, 3, 3, dan terakhir adalah 3 untuk calon 13.11b.

- Untuk menentukan *job* mana yang dipilih untuk dijadualkan terlebih dahulu (P_{st}) dipilih waktu arus terbobot terkecil, yaitu dengan membagi waktu proses dengan bobotnya sehingga didapatkan secara berturut-turut waktu terbobot (t_i/w_i) adalah: 7, 35, 9.3, 9.3, 3.3, 11.7, dan 2.3 untuk calon 13.11b. Dengan nilai waktu terbobot terendah pada 13.11b maka *job* ini akan dijadualkan terlebih dahulu pada mesin 1b.

d. Step 4 : Buat suatu jadwal parsial baru P_{t+1} dan perbaiki kumpulan data dengan cara: menghilangkan operasi j dari S_t dan buat S_{t+1} dengan cara menambah pengikut langsung operasi j yang telah dihilangkan; serta menambahkan satu pada t .

e. Step 5 : Kembali ke langkah 2 sampai seluruh pekerjaan terjadwalkan

Untuk proses penjadualan dengan algoritma jadwal aktif pada prioritas WSPT ini hanya diberikan contoh pengolahan data sampai $t = 10$ mengingat proses yang dilakukan cukup panjang sampai $t = 82$ sehingga untuk hasil terjadual (P_{st}) pada $t = 0$ sampai $t = 82$ akan diringkas (dicantumkan) dalam satu table hasil (table 4.8)

Dengan prioritas WSPT yang digunakan pada penjadualan operasi ini dihasilkan *performance* sebagai berikut:

- <i>Max completion time</i> (C_{max})	= 949 jam
- <i>Maximum tardiness</i> (T_{max})	= 421 jam
- Jumlah <i>job</i> terlambat	= 3

- *Makespan* (ΣCi) = 5.329 jam
- Total *tardiness* (ΣT) = 502 jam
- Total *weighted tardiness* ($\Sigma WiTi$) = 502 jam
- Rata-rata *earliness* untuk 9 *job* = 284 jam
- Total *weighted completion time* ($\Sigma WiCi$) = 8.827 jam

Hasil dari pada penjadualan dengan prioritas tersebut dapat dilihat pada table 4.9 dan hasil dari pembebanan dan pengurutan dapat dilihat lebih jelas pada gambar 4.2 Gant Chart dengan Prioritas WSPT.

Tabel 4.7. Contoh Pengolahan Data Dengan Prioritas WSPT Pada $t=0$ Sampai $t = 10$

t	St	cij	tij	rij	m*	Calon	Pst	Bobot
0	111a	40	21	61	1b	111b	13.11b	3
	111b	31	21	52		311b		1
	212c	140	120	260		511b		3
	212d	81	120	201		811b		3
	311a	40	35	75		911b		1
	311b	31	35	66		10.11b		3
	412c	140	56	196		12.11b		3
	412d	81	56	137		13.11b		3
	511a	40	28	68				
	511b	31	28	59				
	612c	140	12	152				
	612d	81	12	93				
	712c	140	15	155				
	712d	81	15	96				
	811a	40	28	68				
	811b	31	28	59				
	911a	40	31	71				
	911b	31	31	62				
	10.11a	40	14	54				
	10.11b	31	14	45				
	11.12c	140	34	174				
	11.12d	81	34	115				
	12.11a	40	35	75				
	12.11b	31	35	66				
	13.11a	40	7	47				
	13.11b	31	7	38				

Table 4.8 Hasil Penjadwalan Secara Parsial Dengan Prioritas WSPT Untuk Periode Januari 2006

t	St	cij	tij	rij	m*	Pst
0	13.11b	31	7	38	1b	13.11b
1	10.11b	38	14	52	1b	10.11b
2	111a	40	21	61	1a	111a
3	10.22b	52	16	68	2b	10.22b
4	811b	52	28	80	1b	811b
5	10.33b	68	15	83	3b	10.33b
6	511a	61	28	89	1a	511a
7	10.44a	83	9	92	4a	10.44a
8	13.22d	81	21	102	2d	13.22d
9	10.55a	92	4	96	5a	10.55a
10	522b	89	9	98	2b	522b
11	533b	98	3	101	3b	533b
12	544b	101	1	102	4b	544b
13	555a	102	1	103	5a	555a
14	566c	103	2	105	6c	566c
15	13.33c	102	5	107	3c	13.33c
16	13.44c	107	4	111	4c	13.44c
17	12.11b	80	35	115	1b	12.11b
18	10.66b	96	15	111	6b	10.66b
19	13.55b	111	1	112	5b	13.55b
20	122d	102	23	125	2d	122d
21	578b	105	15	120	8b	578b
22	911a	89	31	120	1a	911a
23	587b	120	3	123	7b	587b
24	595a	123	1	124	5a	595a
25	13.66a	112	13	125	6a	13.66a
26	133b	125	8	133	3b	133b
27	13.77a	125	9	134	7a	13.77a
28	13.85b	134	1	135	5b	13.85b
29	12.22a	115	21	136	2a	12.22a
30	612d	125	12	137	2d	612d
31	144c	133	5	138	4c	144c
32	155b	138	4	142	5b	155b
32	623c	137	8	145	3c	623c
33	12.33b	136	12	148	3b	12.33b
34	634c	145	4	149	4c	634c
35	311b	115	35	150	1b	311b
36	822d	137	41	178	2d	822d
37	12.44a	148	4	152	4a	12.44a
38	166c	142	12	154	6c	166c
39	712c	140	15	155	2c	712c
40	12.55a	152	4	156	5a	12.55a

t	St	cij	tij	rij	m*	Pst
41	645b	149	4	153	5b	645b
42	723c	155	8	163	3c	723c
43	13.98a	135	40	175	8a	13.98a
44	10.78c	111	53	164	8c	10.78c
45	13.10.7b	175	9	184	7b	13.10.7b
46	177a	154	12	166	7a	177a
47	734c	163	4	167	4c	734c
48	12.66b	156	12	168	6b	12.66b
49	656a	153	6	159	6a	656a
50	185b	166	4	170	5b	185b
51	833b	178	7	185	3b	833b
52	745b	170	4	174	5b	745b
53	667b	159	12	171	5b	667b
54	844c	185	2	187	4c	844c
55	855b	187	2	189	5b	855b
56	866c	189	5	194	6c	866c
57	11.12c	155	34	189	2c	11.12c
58	10.87a	166	17	183	7a	10.87a
59	322d	178	27	205	2d	322d
60	333d	205	5	210	3d	333d
61	198b	170	29	199	8b	198b
62	344c	210	6	216	4c	344c
63	355b	216	5	221	5b	355b
64	366a	221	14	235	6a	366a
65	11.23b	189	34	223	3b	11.23b
66	11.34c	223	5	228	3c	11.34c
67	11.45b	228	2	230	5b	11.45b
68	11.56b	230	2	232	5b	11.56a
69	412c	189	56	245	2c	412c
70	423d	245	5	250	3d	423d
71	434c	255	9	264	4c	434c
72	445b	264	14	278	5b	445b
73	212c	245	120	365	6c	456c
74	212d	205	120	325	2d	212d
75	223b	325	40	365	3b	223b
76	234c	365	26	391	4c	234c
77	246b	391	34	425	6b	246b
78	922c	245	187	432	2c	922c
79	933b	432	78	510	3b	922c
80	258a	425	51	476	8a	258a
81	944c	510	31	541	4c	944c
82	955b	541	30	571	5b	955b

Tabel 4.9



Gambar 4.2



4.2.2 Penjadwalan Dengan Prioritas EDD

Dasar dari aturan EDD (*Earliest Due Date*) adalah pemberian prioritas yang lebih utama pada *job* atau *order* yang memiliki batas waktu yang lebih cepat untuk diprioritaskan lebih dahulu. Pada perhitungan *lateness* (ukuran keterlambatan) seperti pada tabel 4.10, maka perlu merubah terlebih dahulu batas waktu (hari / tanggal) ke dalam satuan jam (hari x 24). Disamping itu, *completion time* yang digunakan adalah *completion time* sehingga dengan prioritas EDD pada penjadwalan periode Januari 2006 dihasilkan *performace* sebagai berikut:

- <i>Max completion time</i> (C_{max})	= 939 jam
- <i>Maximum tardiness</i> (T_{max})	= 487 jam
- Jumlah <i>job</i> terlambat	= 5
- Jumlah <i>job</i> pemesan luar terlambat	= 1
- <i>Makespan</i> (ΣC_i)	= 6.787 jam
- Total <i>tardiness</i> (ΣT)	= 867 jam
- Total <i>weighted tardiness</i> ($\Sigma W_i T_i$)	= 2.041 jam
- Rata-rata <i>earliest</i> untuk 9 <i>job</i>	= 335.2 jam
- Total <i>weighted completion time</i> ($\Sigma W_i C_i$)	= 11.873 jam

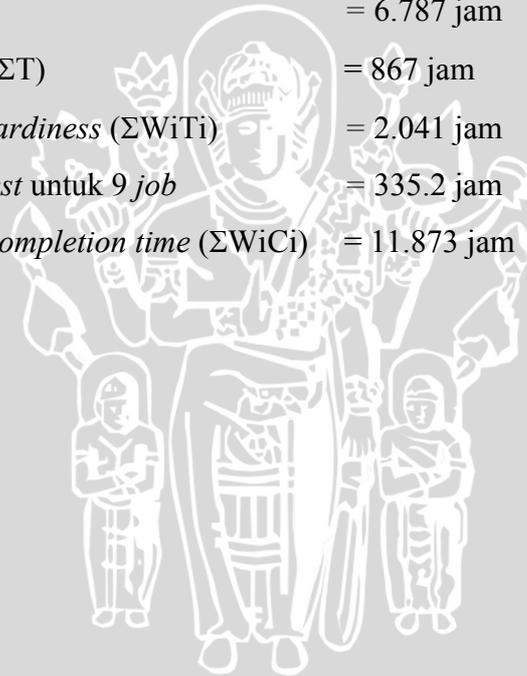


Table 4.11. Hasil Penjadwalan Secara Parsial Dengan Prioritas EDD Untuk Periode Januari 2006

t	St	cij	tij	rij	m*	Pst
0	12.11b	31	35	66	1b	12.11b
1	13.11a	40	7	47	1a	13.11a
2	111a	47	21	68	1a	111a
3	10.11b	66	14	80	1b	10.11b
4	12.22b	66	21	87	2b	12.22b
5	412d	81	56	137	2d	412d
6	10.22a	80	16	96	2a	10.22a
7	911a	68	31	99	1a	911a
8	12.33b	87	12	99	3b	12.33b
9	12.44b	99	4	103	4b	12.44b
10	12.55a	103	4	107	5a	12.55a
11	311b	80	35	115	1b	311b
12	10.33b	99	15	114	3b	10.33b
13	12.66c	107	12	119	6c	12.66c
14	10.44a	114	9	123	4a	10.44a
15	10.55a	123	4	127	5a	10.55a
16	511a	99	28	127	1a	511a
17	522a	127	9	136	2a	522a
18	533b	136	3	139	3b	533b
19	544b	139	1	140	4b	544b
20	555a	140	1	141	5a	555a
21	566b	141	2	143	6b	10.66b
22	566a	141	2	143	6a,1b	566a
23	811b	115	28	143	1b	811b
24	423c	137	10	147	3c	423c
25	612d	137	12	149	2d	612d
26	13.22c	140	21	161	2c	13.22c
27	434c	147	9	156	4c	434c
28	623c	149	8	157	3c	623c
29	10.78b	142	53	195	8b	10.78b
30	822c	161	41	202	8c	578c
31	634c	157	4	161	7b,4c	634c
32	10.87b	195	17	212	7b	10.87b
33	587a	158	3	161	7a	587a
33	445a	156	14	170	5a	445a
34	922d	149	187	336	2d	922d

t	St	cij	tij	rij	m*	Pst
41	595a	171	1	172	5a	595a
42	122c	161	23	184	2c	122c
43	667a	171	12	183	7a	667a
44	13.66a	171	13	184	6a	13.66a
45	13.77a	184	9	193	7a	13.77a
46	13.85b	193	1	194	5b	13.85b
47	11.12c	184	34	218	2c	11.12c
48	133c	184	23	207	3c	133c
49	144c	207	5	212	4c	144c
50	155b	212	4	216	5b	155b
51	166b	216	12	228	6b	166b
52	212c	218	120	338	2c	212c
53	13.98a	194	40	234	8a	13.98a
54	13.10.7a	234	9	243	7a	13.10.7a
55	11.23b	218	34	252	3b	11.23b
56	177a	243	12	255	7a	177a
57	11.34c	252	5	257	4c	11.34c
58	185a	255	4	259	5a	185a
59	11.45b	257	2	259	5b	11.45b
60	11.56a	259	2	261	6a	11.56a
61	198c	259	29	288	8c	198c
62	322c	338	27	365	2c	322c
63	933b	336	20	356	3b	933b
64	712d	336	15	351	2d	712d
65	333d	365	5	370	3d	333d
66	344c	370	6	376	4c	344c
67	355b	376	5	381	5b	355b
68	366c	381	14	395	6c	366c
69	822d	351	41	392	2d	822d
70	223b	414	23	437	3d	223b
71	944c	414	31	445	4c	944c
72	833b	454	7	461	3b	833b
73	723c	454	8	462	4c	723c
74	234c	454	26	480	4c	234c
75	734c	480	4	484	4c	734c
76	955b	445	30	475	5b	955b
77	844c	484	2	486	4c	844c
78	745b	484	4	488	5b	745b
79	855b	488	2	490	5b	855b
80	246a	480	34	514	6b	246b
81	866a	490	5	495	6b	866a
82	258a	514	51	565	8c	258c
82	258c	514	51	565	8c	258c

Tabel 4.12



Gambar 4.3



4.3 Analisa dan Pembahasan Hasil Penjadualan

4.3.1 Minimasi Total Waktu Arus Dibobot

Dari data hasil penjadualan operasi sebelumnya baik dengan prioritas WSPT maupun EDD dapat diketahui bahwa penerapan prioritas yang dapat meminimasi total waktu arus adalah penerapan prioritas WSPT dengan nilai *makespan* ($\sum C_i = 5.329$ jam) dengan total *weighted completion time* ($\sum W_i \cdot C_i = 8.327$ jam) dibanding penerapan prioritas EDD dengan hasil $\sum C_i = 6.787$ jam dan $\sum W_i \cdot C_i = 8.327$ jam. Dengan nilai *makespan* yang lebih rendah, maka waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh *job* lebih cepat sehingga *available date* untuk periode berikutnya (bulan Februari 2006) lebih cepat dapat digunakan. Dengan meminimasi total waktu arus tersebut dapat berpengaruh pula pada *performance* berikut ini:

1. Meminimasi waktu penyelesaian

Berpengaruh pada rata-rata waktu penyelesaian tiap *job* sehingga dengan total waktu arus semakin kecil maka waktu rata-rata dalam menyelesaikan pekerjaan tiap *job* semakin kecil pula. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian rata-rata} &= \frac{\text{total waktu arus}}{\text{jumlah pekerjaan}} \\ &= \frac{5.329}{13} = 409,92 \text{ jam} \end{aligned}$$

Karena fungsi total waktu sejajar dengan waktu penyelesaian, maka dengan semakin kecil total waktu arusnya (*makespan*) akan memperkecil pula waktu penyelesaian rata-rata tiap *job*.

2. Utilisasi penggunaan

Dapat memaksimalkan peralatan atau meminimasi waktu menganggur mesin (persen) dengan harapan *job-job* lebih cepat diselesaikan sehingga pengiriman tepat waktu dapat tercapai.

$$\begin{aligned} \text{Utilisasi penggunaan} &= \frac{\text{total waktu proses}}{\text{total waktu arus}} \\ &= \frac{1.572}{5.329} = 0,29 \approx 30\% \end{aligned}$$

Dengan fungsi keterbalikan dengan total waktu arus maka persentase (%) penggunaan utilisasi / peralatan akan semakin meningkat dengan semakin kecil nilai total waktu arusnya.

3. Meminimasi rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem

Dengan semakin kecil pekerjaan dalam sistem maka semakin kecil persediaan bahan setenga jadinya. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai ini sejajar dengan nilai waktu alirnya seperti rumus berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata pekerjaan dalam sistem} &= \frac{\text{total waktu arus}}{\text{total waktu proses}} \\ &= \frac{5.329}{1.572} = 3.38 \approx 4 \text{ pekerjaan} \end{aligned}$$

Dengan melihat pada tujuan yang ingin dicapai, yaitu meminimasi waktu arus dibobot maka prioritas yang dapat memberikan hasil optimal adalah prioritas WSPT sehingga prioritas inilah yang dipilih untuk penjadualan operasi periode selanjutnya agar dapat meminimasi total waktu arus.

Penggunaan prioritas WSPT dalam meminimasi total waktu arus dapat dipahami karena prioritas ini merupakan bagian dari priortas SPT (*Shortest Processing Time*) yang diyakini paling baik dalam meminimasi total waktu arus. Begitu pula dengan prioritas WSPT yang didasarkan pada waktu terbobot terkecil dengan nilai bobot yang sama maka *job* dengan waktu terbobot terkecil akan dijadualkan terlebih dahulu secara parsial. Sedangkan dengan penerapan prioritas EDD memberikan nilai waktu arus lebih tinggi dapat disebabkan karena penentuan pengurutan dalam penjadualan operasi didasarkan pada *dua date* tercepat sehingga suatu *job* yang memiliki batas tercepat akan dijadualkan lebih dahulu meskipun waktu prosesnya lebih besar. Akibatnya, waktu tunggu (*idle time*) untuk pengerjaan *job* berikutnya pada mesin yang sama akan lebih besar sehingga tampak dalam gambar *Gant Chart* (lembar ke tiga) dengan prioritas EDD masih terdapat beberapa *job* yang masih dikerjakan seperti: *job* 258c, 745b, 866a, dan 955b. Sedangkan pada prioritas WSPT hanya tampak *job* 258a dan 955b yang masih belum diselesaikan.

4.3.2 Minimasi Keterlambatan *Job* Pemesan dari Luar

Table 4.13. Data Hasil Keterlambatan Pada Penjadualan Operasi Dengan Prioritas Bobot Posisi dan EDD

Prioritas	<i>Lateness</i>	Nomer <i>Order Card</i>	Jenis Pemesan
WSPT	47	PADC.7.05.108	Intern

	34	PADC.7.05.110	Intern
	421	PADC.7.05.116	Intern
EDD	195	PADC.7.05.108	Intern
	9	PADC.7.05.109	Intern
	115	PADC.7.05.113	Intern
	487	PLC.9.05.115	Luar
	261	PADC.7.05.116	Intern

Minimasi keterlambatan dilakukan untuk mengurangi waktu tunggu pelanggan dan mengurangi biaya pinalti / denda akibat keterlambatan pengiriman tepat waktu. Suatu *job* dikatakan mengalami keterlambatan bila memiliki nilai *lateness* positif sehingga dari hasil keterlambatan penjadualan operasi dengan prioritas WSPT dan EDD dapat pada table di atas. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa penerapan prioritas WSPT menghasilkan 3 *job* yang terlambat dengan ketelambatan total ($\sum T_i = 502$ jam) sedangkan prioritas EDD dapat menyebabkan jumlah *job* terlambat sebanyak 5 buah dengan salah satunya berasal dari pemesan luar (PLC.9.05.115). Dengan hasil penjadualan tersebut, maka dalam hal ini prioritas yang dipilih untuk meminimasi jumlah *job* terlambat pemesan dari luar adalah prioritas WSPT.

Secara teori penerapan prioritas EDD dapat digunakan untuk meminimasi jumlah *job* terlambat dibanding prioritas lainnya. Namun hasil penjadualan dalam periode ini yang optimal dalam meminimasi jumlah keterlambatan khususnya *job* pemesan dari luar adalah prioritas WSPT. Hasil yang lebih baik untuk mencapai tujuan ini dapat penulis jelaskan bahwa penggunaan WSPT dapat meminimasi total waktu arus sehingga penggunaan peralatan-peralatan yang ada lebih maksimum atau waktu menunggu mesin lebih rendah. Dengan begitu, keterlambatan *job-job* lebih dapat diminimasi dengan peningkatan penggunaan utilitasnya, yaitu 30% untuk hasil penjadualan WSPT. Sedangkan persentase EDD dapat dihitung seperti di atas, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Utilisasi penggunaan} &= \frac{\text{total waktu proses}}{\text{total waktu arus}} \\ &= \frac{1.572}{6.787} = 0.23 \approx 23\% \end{aligned}$$

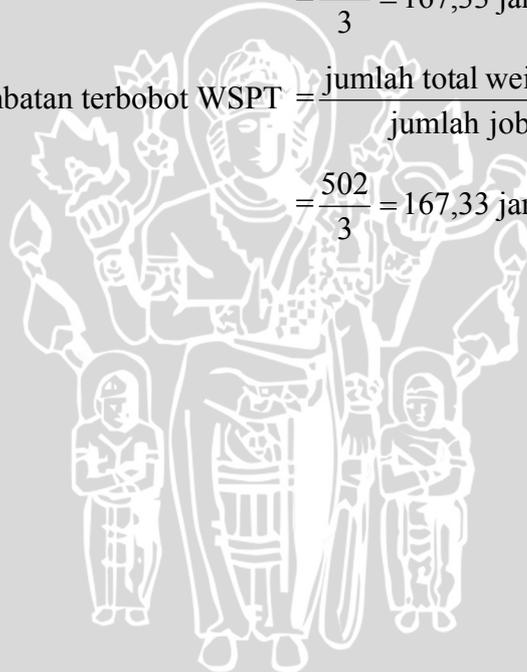
Dengan persentase (%) penggunaan utilisasi lebih kecil inilah yang memungkinkan jumlah keterlambatan *job-job* lebih banyak dengan total tardiness ($\sum T_i = 867$ jam dan $\sum W_i T_i = 2.041$ jam) sedangkan rata-rata keterlambatan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata keterlambatan EDD} &= \frac{\text{jumlah total tardiness}}{\text{jumlah job terlambat}} \\ &= \frac{967}{5} = 173,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata keterlambatan terbobot EDD} &= \frac{\text{jumlah total weighted tardiness}}{\text{jumlah job terlambat}} \\ &= \frac{2.041}{5} = 408,2 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata keterlambatan WSPT} &= \frac{\text{jumlah total tardiness}}{\text{jumlah job terlambat}} \\ &= \frac{502}{3} = 167,33 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata keterlambatan terbobot WSPT} &= \frac{\text{jumlah total weighted tardiness}}{\text{jumlah job terlambat}} \\ &= \frac{502}{3} = 167,33 \text{ jam} \end{aligned}$$



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa di atas maka dalam hal ini dapat penulis simpulkan, bahwa prioritas penjadwalan yang dapat lebih memberikan hasil optimal antara prioritas WSPT dan EDD di PT. Barata Indonesia Divisi Pengecoran Gresik dengan jenis operasi *Job order* adalah prioritas WSPT. Hal tersebut didasarkan pada tujuan perusahaan untuk meminimasi waktu arus dan minimasi jumlah job terlambat menurut jenis pemesan dari luar.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang dijelaskan sebelumnya, maka penulis ingin menyarankan menggunakan prioritas WSPT sebagai metode penjadwalan pada periode yang akan datang untuk menghasilkan waktu arus terpendek dan jumlah keterlambatan job-job menurut pemesan dari luar. Disamping itu, diharapkan untuk menggunakan aplikasi software yang khusus digunakan untuk perencanaan penjadwalan operasi seperti aplikasi software program Lकिन mengingat proses yang dilakukan secara manual memakan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 1997. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Copta.
- Baroto, Teguh. 2002. *Pengantar Teknik Industri*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Buffa S. Elwood dan Sarin K. Rakesh. 1995. *Modern Production & Operation Management*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Handoko, Hani T. 1984. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFY Yogyakarta.
- Herjanto, Eddy. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Herwanto Roni. 2004. "Perencanaan Penjadwalan Operasi Dengan Metode Flexible Job Shop Scheduling Pada PT. Perdana Plastik Menggunakan Aplikasi Program Lekin". Malang: Pustaka Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unibraw Malang.
- Kusuma, Hendra. 2002. *Perencanaan dan Penjadwalan Produksi*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Moore G. Franklin dan Hendrick E. Thomas. 1989. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Bandung: Ramadja Karya CV.
- Nasution, Arman, Hakim. 1999. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: PT. Candimas Metropolis.
- Reksohadiprodjo S. dan Ronohadiwidjojo H. 1981. "Perencanaan dan Pengawasan Produksi", Yogyakarta: BPFY Yogyakarta.
- Render Barry dan Heizer Jay. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Wignyosoebroto, Sritomo. 1993. *Pengantar Teknik Industri*. Jakarta: PT. Candimas.

























UNIVERSITAS BRAWIJAYA













UNIVERSITAS BRAWIJAYA





UNIVERSITAS BRAWIJAYA





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA





UNIVERSITAS BRAWIJAYA







UNIVERSITAS BRAWIJAYA



