



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBUATAN MODEL OPTIMASI UNTUK PENINGKATAN
KAPASITAS PRODUKSI PRODUK COLUMN WALE GUNA
MEMENUHI PERMINTAAN YANG FLUKTUATIF
(STUDI KASUS: PT. XYZ)**

SKRIPSI

**TEGUH BAGOES RAHARJO
0806321493**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBUATAN MODEL OPTIMASI UNTUK PENINGKATAN
KAPASITAS PRODUKSI PRODUK COLUMN WALE GUNA
MEMENUHI PERMINTAAN YANG FLUKTUATIF
(STUDI KASUS: PT. XYZ)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**TEGUH BAGOES RAHARJO
0806321493**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

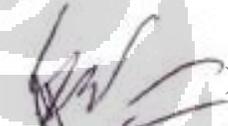
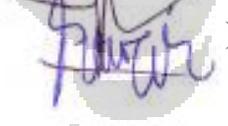
Nama : TEGUH BAGOES RAHARJO
NPM : 0806321493
Tanda tangan : 
Tanggal : Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Teguh Bagoes Raharjo
NPM : 0806321493
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Pembuatan Model Optimasi Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Produk Column Wale Guna Memenuhi Permintaan Yang Fluktuatif (Studi Kasus: PT XYZ)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Yadrifil, M.Sc. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri M. Z, M.Eng. Sc. ()
Penguji : Ir. Hj. Erlinda Muslim, M.EE. ()
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si. ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 21 Juni 2012

KATA PENGANTAR

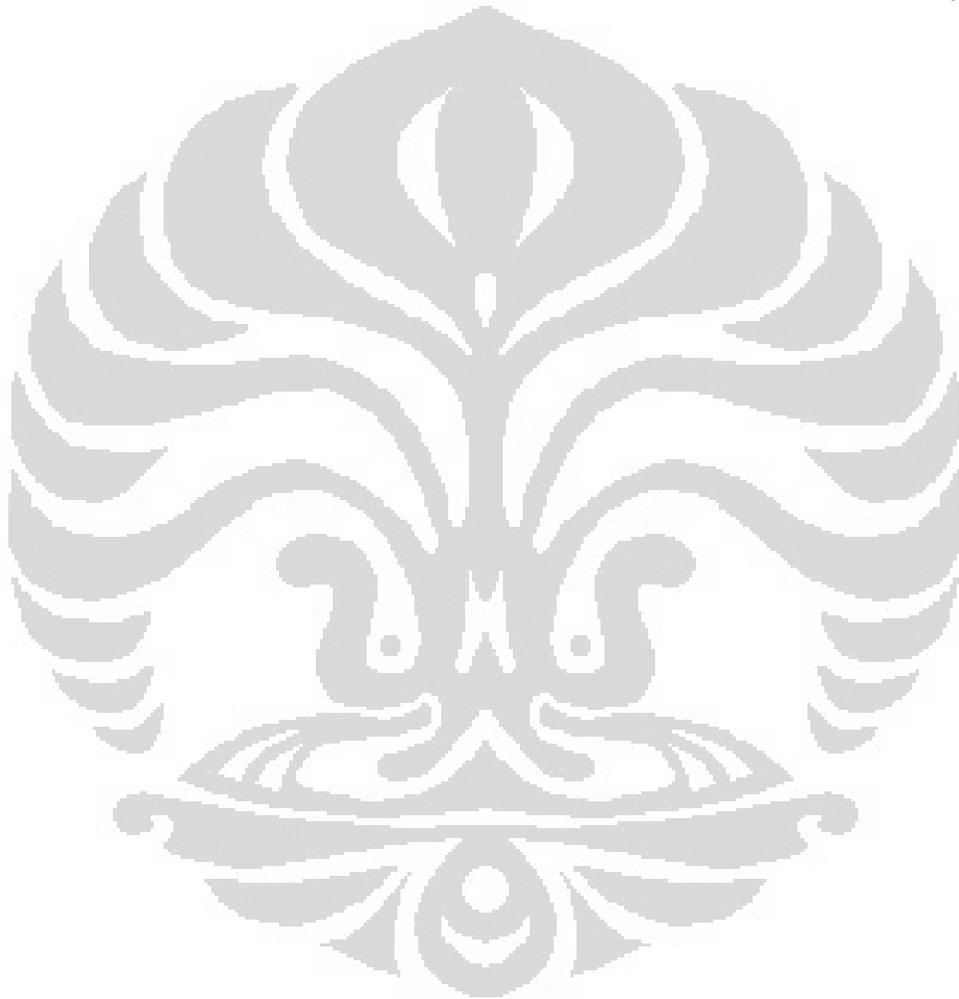
Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Selain itu penulis juga mau mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orangtua atas segala doa, perhatian, nasihat, dan dukungan untuk selalu berjuang dan tekun dalam menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula bagi keluarga besar yang juga turut mendoakan dan mendukung penulis.
2. Bapak Ir. Yadrifil, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan selama penulisan.
3. Bapak Dr. Akhmad Hidayatno, ST, MBT. selaku dosen pembimbing akademis, dan dosen-dosen lainnya, yang telah memberikan masukan dan ilmu selama penulis melakukan pembelajaran.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Eng. Sc., selaku Ketua Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia, yang telah memberikan banyak bimbingan bagi para mahasiswanya.
5. Seluruh karyawan Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia atas semua bantuannya kepada penulis.
6. Pihak perusahaan objek penelitian saya atas suplai data dan informasinya.
7. Rusydi, Hadi, dan Paulus selaku teman-teman satu perjuangan, satu bimbingan yang telah berbagi cerita dan pengalaman selama bimbingan kepada penulis.
8. Rizal, Syarif, Farid, Darus, Zaki, Oza, Fadhil, Theo, Lukat, Indrawan, Daniel, Tegar, Dede, Fahmi, Bob, Susi, Lina, Asri, Yulisa, dan sahabat-sahabat penulis lainnya yang selalu memberikan kegembiraan ditengah-tengah kesulitan penulisan.
9. Semua teman-teman, baik teman-teman di departemen Teknik Industri UI, maupun teman-teman departemen lain atas dukungannya selama ini.
10. Semua pihak yang terlibat dan telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Selain itu penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, Juni 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Bagoes Raharjo
NPM : 0806321493
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

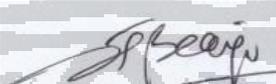
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pembuatan Model Optimasi Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Produk
Column Wale Guna Memenuhi Permintaan Yang Fluktuatif
(Studi Kasus: PT. XYZ)**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Juni 2012
Yang Menyatakan


(Teguh Bagoes Raharjo)

ABSTRAK

Nama : Teguh Bagoes Raharjo
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Pembuatan Model Optimasi Untuk Peningkatan Kapasitas
Produksi Produk Column Wale Guna Memenuhi Permintaan
Yang Fluktuatif (Studi Kasus: PT. XYZ)

Column Wale (CW) merupakan salah satu jenis alat yang berfungsi untuk mencetak pondasi bangunan. Dengan menggunakan CW, proses pembuatan pondasi menjadi lebih cepat dan kualitas cetakan pondasi yang dihasilkan juga lebih baik. Oleh karena itu, banyak proyek pembangunan di Indonesia yang menggunakan alat ini untuk menunjang kegiatannya. Hal ini menyebabkan permintaan CW menjadi sangat fluktuatif dan cenderung tinggi pada periode-periode tertentu. Beberapa alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas produksi CW adalah menambah jumlah mesin, jam kerja pekerja dan sebagainya. Hasil analisis menunjukkan metode *Production Scheduling Optimization* dapat memberikan gambaran keputusan terhadap alternatif mana saja yang harus dilakukan perusahaan dengan biaya keseluruhan yang optimal.

Kata kunci:

Column Wale, Permintaan yang Fluktuatif, Kapasitas Produksi, *Production Scheduling Optimization*

ABSTRACT

Name : Teguh Bagoes Raharjo
Study Program : Industrial Engineering
Title : Optimization Modeling of Column Wale's Production Capacity
Planning to Fulfill Demand Fluctuation (Case Study: Company
XYZ)

Column Wale (CW) is one type of tool that serves to print the building foundation. By using the CW, the process of making the foundation will become faster and the foundation of the resulting print quality is also better. Therefore, many development projects in Indonesia are using this tool to support its activities. It causes the demand fluctuation of CW and tend to be high at certain periods. Several alternatives that can be done to increase production capacity are increase the number of machines, increase workers working hours and so on. The results show that *Production Scheduling Optimization* method can give a decision on which alternative should be done by the company with the optimum overall cost.

Key words:

Column Wale, Demand Fluctuation, Production Capacity, *Production Scheduling Optimization*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK/ <i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
2. LANDASAN TEORI.....	11
2.1 Produksi.....	11
2.1.1 Proses Produksi	11
2.1.2 Sistem Produksi	11
2.2 Kapasitas	12
2.2.1 Definisi Kapasitas.....	12
2.2.2 Proses Perencanaan Kapasitas	13
2.3 <i>Time Study</i> (Studi Waktu)	13
2.3.1 Definisi Waktu Standar.....	14
2.3.2 Metode Pengukuran Waktu Standar	14
2.3.3 Langkah-Langkah Sebelum Pengukuran.....	15
2.3.4 Pengukuran Waktu Tiap Elemen Kerja	17
2.3.5 Menentukan Tingkat Prestasi Kerja Operator.....	17
2.3.6 Menentukan Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	20
2.4 Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	21
2.4.1 Definisi Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	21
2.4.2 Metode-Metode Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	21

3. PENGUMPULAN DATA	25
3.1 Gambaran Umum PT. XYZ	25
3.1.1 Sejarah Singkat PT. XYZ	25
3.1.2 Visi dan Misi PT. XYZ	26
3.1.3 Budaya Perusahaan di PT. XYZ	26
3.2 Column Wale (CW).....	29
3.2.1 Komponen dan Sub-Komponen Column Wale	30
3.2.2 Proses Produksi Column Wale	34
3.2.3 Data Permintaan Column Wale Pada Tahun X.....	44
4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	45
4.1 Penghitungan <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi.....	45
4.1.1 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen CW SSRZ.....	46
4.1.2 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Scaffold	48
4.1.3 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Push-Pull	50
4.1.4 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Kicker.....	52
4.1.5 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Base Plat.....	54
4.1.6 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen L Pin.....	55
4.1.7 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen WHP.....	56
4.1.8 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Cotter Pin	57
4.1.9 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Hook Strap	58
4.1.10 <i>Standard Time</i> dan Kapasitas Produksi Komponen Tie Rod.....	59
4.2 Perkiraan Jumlah Permintaan	60
4.3 Peningkatan Kapasitas Produksi	61
4.3.1 Penambahan Jumlah Mesin.....	61
4.3.2 Penambahan Shift dan Jumlah Jam Kerja.....	64
4.3.3 Pengadaan Stok	69
4.4 <i>Production Scheduling Optimization</i>	72
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	81
6. DAFTAR REFERENSI	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian Metode <i>Speed Rating</i>	19
Tabel 2.2 <i>Seasonal Factor for Year M</i>	23
Tabel 2.3 <i>Year N's Seasonal Forecast</i>	24
Tabel 3.1 Komponen Penyusun Produk Column Wale.....	30
Tabel 3.2 Sub-Komponen Penyusun Komponen CW SSRZ	31
Tabel 3.3 Sub-Komponen Penyusun Komponen Scaffold Bracket	31
Tabel 3.4 Sub-Komponen Penyusun Komponen Push-Pull.....	32
Tabel 3.5 Sub-Komponen Penyusun Komponen Kicker Brace	32
Tabel 3.6 Sub-Komponen Penyusun Komponen Base Plat	32
Tabel 3.7 Komponen Locking Pin	33
Tabel 3.8 Sub-Komponen Penyusun Komponen WHP	33
Tabel 3.9 Komponen Cotter Pin.....	34
Tabel 3.10 Sub-Komponen Penyusun Komponen Hook Strap	34
Tabel 3.11 Komponen Tie Rod	34
Tabel 3.12 Data Permintaan Column Wale Pada Tahun X.....	44
Tabel 4.1 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen CW SSRZ.....	46
Tabel 4.2 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Sub-Assembly</i>) dari Komponen CW SSRZ	47
Tabel 4.3 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen CW SSRZ	47
Tabel 4.4 Kapasitas Produksi Komponen CW SSRZ	47
Tabel 4.5 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen Scaffold	48
Tabel 4.6 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Sub-Assembly</i>) dari Komponen Scaffold Bracket	49
Tabel 4.7 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen Scaffold Bracket	49
Tabel 4.8 Kapasitas Produksi Komponen Scaffold Bracket	49
Tabel 4.9 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen Push-Pull	50
Tabel 4.10 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Sub-Assembly</i>) dari Komponen Push-Pull	51
Tabel 4.11 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen Push-Pull	51
Tabel 4.12 Kapasitas Produksi Komponen Push-Pull.....	51
Tabel 4.13 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen Kicker Brace.....	52
Tabel 4.14 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Sub-Assembly</i>) dari Komponen Kicker Brace	53
Tabel 4.15 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen Kicker Brace	53
Tabel 4.16 Kapasitas Produksi Komponen Kicker Brace	53
Tabel 4.17 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen Base Plat.....	54
Tabel 4.18 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen Base Plat	54

Tabel 4.19 Kapasitas Produksi Komponen Base Plat	54
Tabel 4.20 <i>Standard Time</i> Komponen Locking Pin.....	55
Tabel 4.21 Kapasitas Produksi Komponen Locking Pin.....	55
Tabel 4.22 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen WHP	56
Tabel 4.23 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Sub-Assembly</i>) dari Komponen WHP	56
Tabel 4.24 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen (<i>Assembly</i> dan <i>Finishing</i>) dari Komponen WHP	57
Tabel 4.25 Kapasitas Produksi Komponen WHP.....	57
Tabel 4.26 <i>Standard Time</i> Komponen Cotter Pin	57
Tabel 4.27 Kapasitas Produksi Komponen Cotter Pin	58
Tabel 4.28 <i>Standard Time</i> Sub-Komponen dari Komponen Hook Strap.....	58
Tabel 4.29 Kapasitas Produksi Komponen Hook Strap.....	58
Tabel 4.30 <i>Standard Time</i> Komponen Tie Rod	59
Tabel 4.31 Kapasitas Produksi Komponen Cotter Pin.....	59
Tabel 4.32 Kapasitas Produksi Column Wale.....	60
Tabel 4.33 Perkiraan Jumlah Permintaan CW (Tahun Y).....	60
Tabel 4.34 Jumlah Produksi CW per Hari (Tahun Y).....	61
Tabel 4.35 Kapasitas Produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull).....	63
Tabel 4.36 Kapasitas Produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull dan diterapkannya penambahan jam kerja untuk pemenuhan permintaan pada bulan februari).....	66
Tabel 4.37 Kapasitas Produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull dan diterapkannya penambahan jam kerja untuk pemenuhan permintaan pada bulan desember)	68
Tabel 4.38 Alternatif yang dapat dilakukan untuk memenuhi target per hari Selama bulan agustus	70
Tabel 4.39 Produksi Harian Komponen CW SSRZ, Push-Pull dan Kicker Pada Bulan Juli (Stok untuk bulan Agustus) pada Tahun Y.....	71
Tabel 4.40 Jumlah Permintaan CW Pada Tahun Y, Estimasi Biaya Produksi Reguler dan <i>Overtime</i> , Biaya Stok serta Jumlah Jam Kerja Reguler dan <i>Overtime</i>	72
Tabel 4.41 Nilai Optimum X_1, X_2, \dots, X_{12}	78
Tabel 4.42 Nilai Optimum Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}	78
Tabel 4.43 Nilai Optimum Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	8
Gambar 3.1 Column Wale (Tipe B)	29
Gambar 3.2 <i>Operation Process Chart</i> Komponen CW SSRZ	35
Gambar 3.3 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Scaffold.....	36
Gambar 3.4 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Push-Pull.....	37
Gambar 3.5 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Kicker Brace.....	38
Gambar 3.6 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Base Plat	39
Gambar 3.7 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Lockig Pin	40
Gambar 3.8 <i>Operation Process Chart</i> Komponen WHP	41
Gambar 3.9 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Cotter Pin.....	42
Gambar 3.10 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Hook Strap.....	43
Gambar 3.11 <i>Operation Process Chart</i> Komponen Tie Rod	44
Gambar 4.1 Model Produksi Column Wale (Tahun Y)	73



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dua hal utama yang harus diperhatikan oleh suatu perusahaan/organisasi dalam perencanaannya adalah bagaimana perusahaan/organisasi tersebut dapat mewujudkan visi dan misinya. Visi merupakan suatu gambaran ideal yang ingin dicapai oleh perusahaan/organisasi di masa yang akan datang. Sedangkan misi merupakan gambaran identitas dan kompetensi perusahaan/organisasi yang mengindikasikan alasan keberadaan perusahaan/organisasi; untuk siapa perusahaan/organisasi itu berdiri, mengapa perusahaan/organisasi itu berdiri, apa tujuan utamanya, dan siapa *stakeholder* yang paling penting dari perusahaan/organisasi tersebut. Baik visi maupun misi akan memberikan arah yang jelas terhadap perjalanan suatu perusahaan/organisasi, seperti halnya kompas atau peta.

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi, khususnya dalam pembuatan alat pencetak pondasi. Perusahaan ini seperti halnya perusahaan-perusahaan lain, memiliki visi dan misi yang ingin dicapai. Adapun visi PT. XYZ periode 2011-2013 adalah ‘Total Solusi Formwork dan Scaffolding dengan 20 Cabang di Seluruh Indonesia’. Sedangkan misi PT. XYZ adalah ‘Menyediakan produk dan jasa guna meningkatkan kualitas hidup manusia dan lingkungan untuk pembangunan nasional.

Dalam mencapai visi dan misinya tersebut, PT. XYZ dituntut untuk bisa menjadi lebih baik dari sebelumnya dengan semua strategi yang akan dilakukannya. Hal ini terkait dengan semakin banyaknya perusahaan pesaing yang mulai bermunculan. Salah satu upaya yang dilakukan oleh PT. XYZ dalam mencapai visi dan misinya adalah dengan menjalankan Tata Nilai Perusahaan sepenuhnya, karena dengan dijalankannya Tata Nilai tersebut dapat membentuk karakter dan sikap yang cenderung kepada peningkatan produktifitas kerja.

Adapun tata nilai perusahaan adalah profesional, integritas, *service excellence*, inovasi, dan kekeluargaan dalam keragaman. Tata nilai ini disingkat menjadi PISIK.

Dalam melaksanakan seluruh kegiatannya PT. XYZ mempekerjakan sekitar 350 karyawan. Perusahaan ini memiliki kegiatan di lantai produksi salah satunya berupa pembuatan perancah dalam berbagai ukuran yang biasa digunakan sebagai alat pencetak pondasi bangunan. Alat cetak pondasi ini biasa disebut dengan Column Wale (CW). Walaupun produk CW yang diproduksi oleh PT. XYZ bervariasi dalam ukuran, tapi dalam jenis material penyusunnya dan fungsinya produk ini sama.

Kegiatan untuk memproduksi CW ini bisa dikatakan cukup kompleks karena banyaknya komponen penyusun dari produk CW, di mana sebagian besar komponen penyusunnya tersebut diproduksi dari sub-komponen yang lebih kecil.

Saat ini kapasitas produksi PT XYZ untuk produk CW masih sangat minim. PT. XYZ hanya mampu memproduksi CW sebanyak 4-5 unit per harinya. Sementara jumlah permintaan (*demand*) yang harus dipenuhi oleh PT. XYZ sangat fluktuatif dan cenderung tinggi membuat PT. XYZ tidak dapat memenuhi permintaan pada beberapa periode.

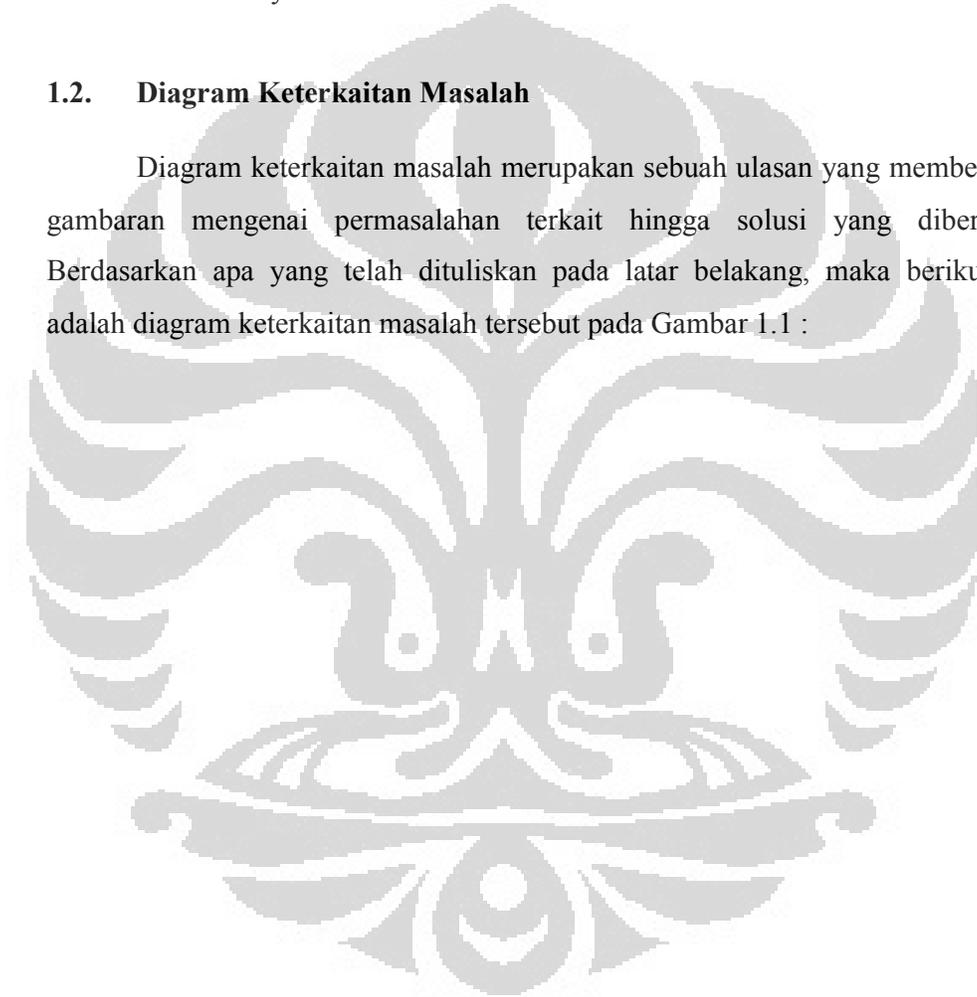
Hal tersebut secara langsung menyebabkan kerugian atas keuntungan yang seharusnya dapat diperoleh perusahaan dari hasil penjualan produk CW tersebut, serta kehilangan kepercayaan dari pelanggan yang kemudian berpindah ke perusahaan pesaing yang dapat memenuhi permintaan tersebut.

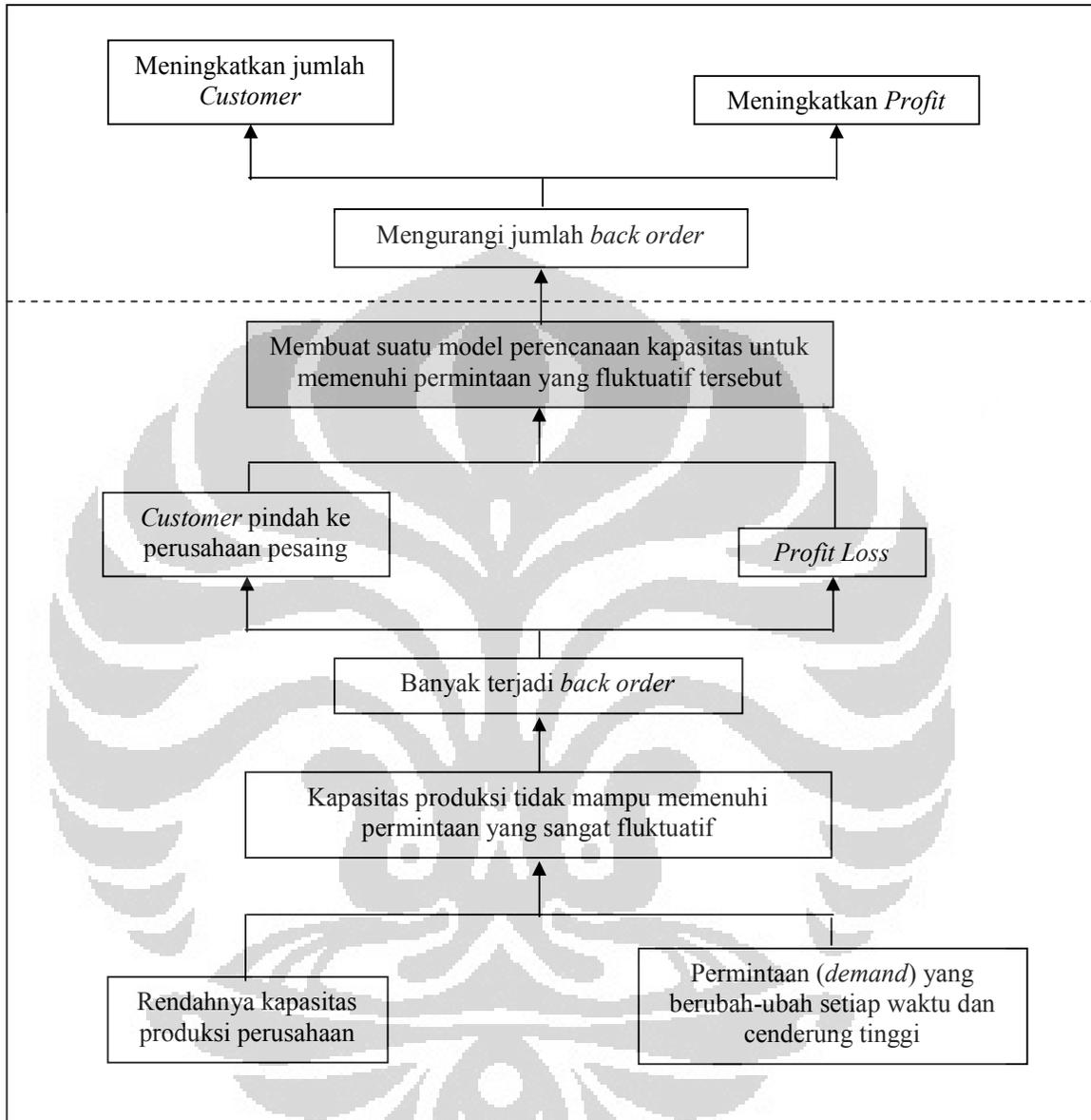
Dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti dalam skripsi ini, semua permasalahan tersebut diatas akan dibuat suatu penyelesaiannya. Penyelesaian masalah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah dengan mencoba menganalisis proses produksi CW untuk mengetahui proses mana yang membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga menyebabkan kapasitas produksi CW menjadi kecil, kemudian membuat suatu perencanaan baru dengan beberapa alternatif yang difokuskan pada proses-proses yang membutuhkan waktu yang cukup lama tersebut.

Adapun alternatif-alternatif yang dimaksud adalah penambahan jumlah mesin, penambahan jumlah jam kerja (*overtime*) atau alternatif lainnya yang memungkinkan untuk meningkatkan kapasitas produksi CW per harinya sehingga permintaan (*demand*) yang fluktuatif dapat terpenuhi. Selanjutnya, peneliti akan mencoba mengoptimalkan alternatif-alternatif yang ada dengan menggunakan Metode *Production Scheduling Optimization* dengan tujuan fungsinya adalah meminimalkan biaya keseluruhan.

1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Diagram keterkaitan masalah merupakan sebuah ulasan yang memberikan gambaran mengenai permasalahan terkait hingga solusi yang diberikan. Berdasarkan apa yang telah dituliskan pada latar belakang, maka berikut ini adalah diagram keterkaitan masalah tersebut pada Gambar 1.1 :





Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah, maka pokok permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini adalah bagaimana mengurangi *bottleneck* dan melakukan peningkatan kapasitas produksi PT. XYZ untuk produk CW agar dapat memenuhi permintaan (*demand*) CW yang sangat fluktuatif untuk mencegah terjadinya *back order* yang dapat mengakibatkan *profit loss* dan berkurangnya jumlah pelanggan karena banyak pelanggan yang beralih ke perusahaan pesaing.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu model perencanaan peningkatan kapasitas produksi untuk produk CW di PT. XYZ melalui beberapa alternatif pengurangan *bottleneck*, peningkatan produksi, serta optimasi biaya produksi guna dapat memenuhi permintaan (*demand*) yang sangat fluktuatif.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memfokuskan penelitian pada pokok permasalahan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut:

- 1) Produk yang diteliti adalah Column Wale dan proses produksinya sesuai dengan yang ada di PT. XYZ.
- 2) Penelitian ini menggunakan data sekunder dari PT. XYZ, serta data primer dalam bentuk tinjauan langsung ke lapangan (meliputi observasi dan wawancara, serta *Time Study*) dan hasil didiskusikan dengan pihak-pihak terkait dalam produksi CW.
- 3) Penelitian ini tidak membahas tentang permasalahan tata letak pada PT. XYZ.
- 4) Semua biaya yang berhubungan dengan produksi CW dilakukan berdasarkan pengamatan dan perkiraan yang dianggap benar.

1.6. Metodologi Penelitian

Dalam mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka keseluruhan kegiatan penelitian dirancang untuk mengikuti diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.2. Secara umum, metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Tahap Pendahuluan

Tahap pertama ini meliputi penentuan topik penelitian, menentukan latar belakang, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian serta pembatasan masalah. Pada tahapan ini juga ditentukan beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

2) Tahap Eksplorasi

Tahap eksplorasi ini meliputi pembahasan landasan teori yang berkaitan dengan penelitian dan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, terutama data yang berkaitan dengan produk CW seperti proses produksi, komponen dan sub-komponen penyusunnya dan lain-lain. Secara umum, data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat melalui PT. XYZ dan juga data primer dalam bentuk tinjauan langsung ke lapangan dan *Time Study* untuk mengetahui waktu setiap proses pembuatan CW, serta hasil diskusi dengan pihak-pihak yang terkait dengan produksi CW.

3) Tahap Pengolahan dan Analisis Data

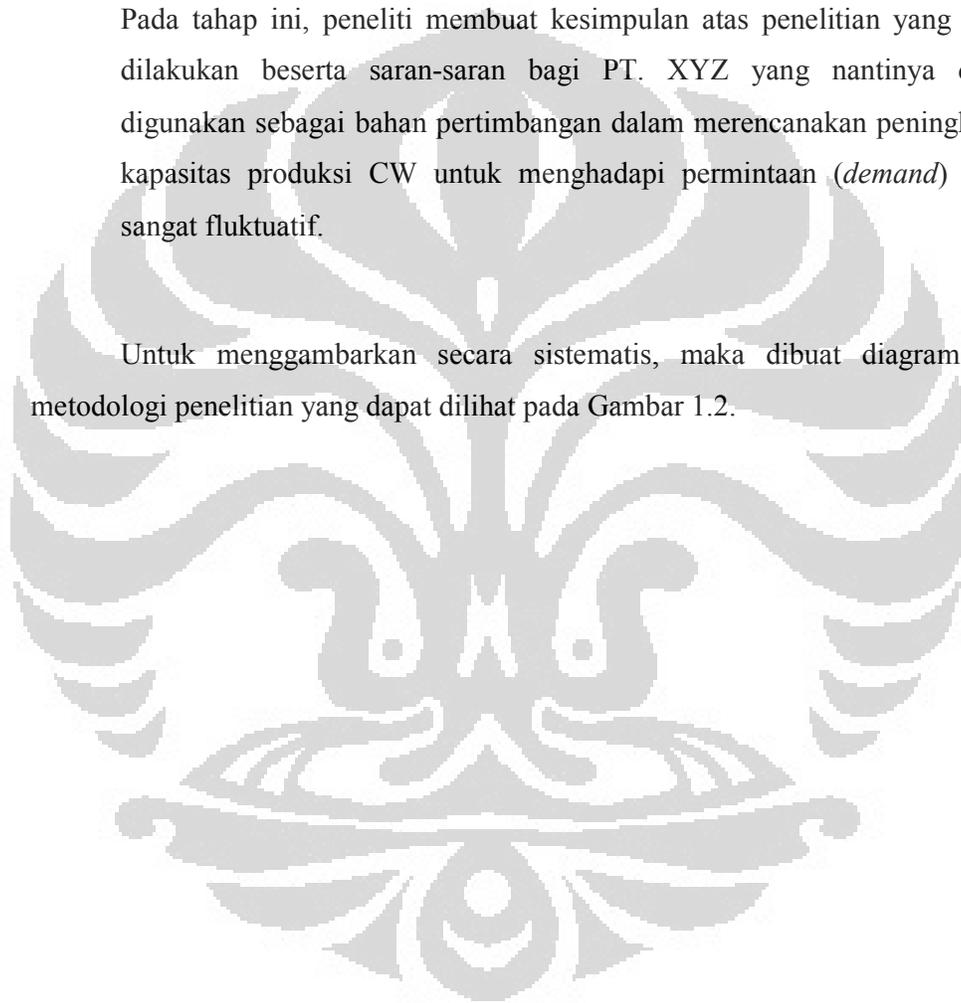
Tahap pengolahan dan analisis data ini meliputi rangkuman hasil *Time Study* untuk setiap proses produksi CW. Dari data ini, dapat dilihat proses-proses yang membutuhkan waktu yang cukup lama yang menyebabkan kapasitas produksi CW per harinya menjadi rendah. Pada tahap ini juga ditentukan alternatif-alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas produksi CW dengan berfokus pada proses-proses yang membutuhkan waktu yang lama tersebut.

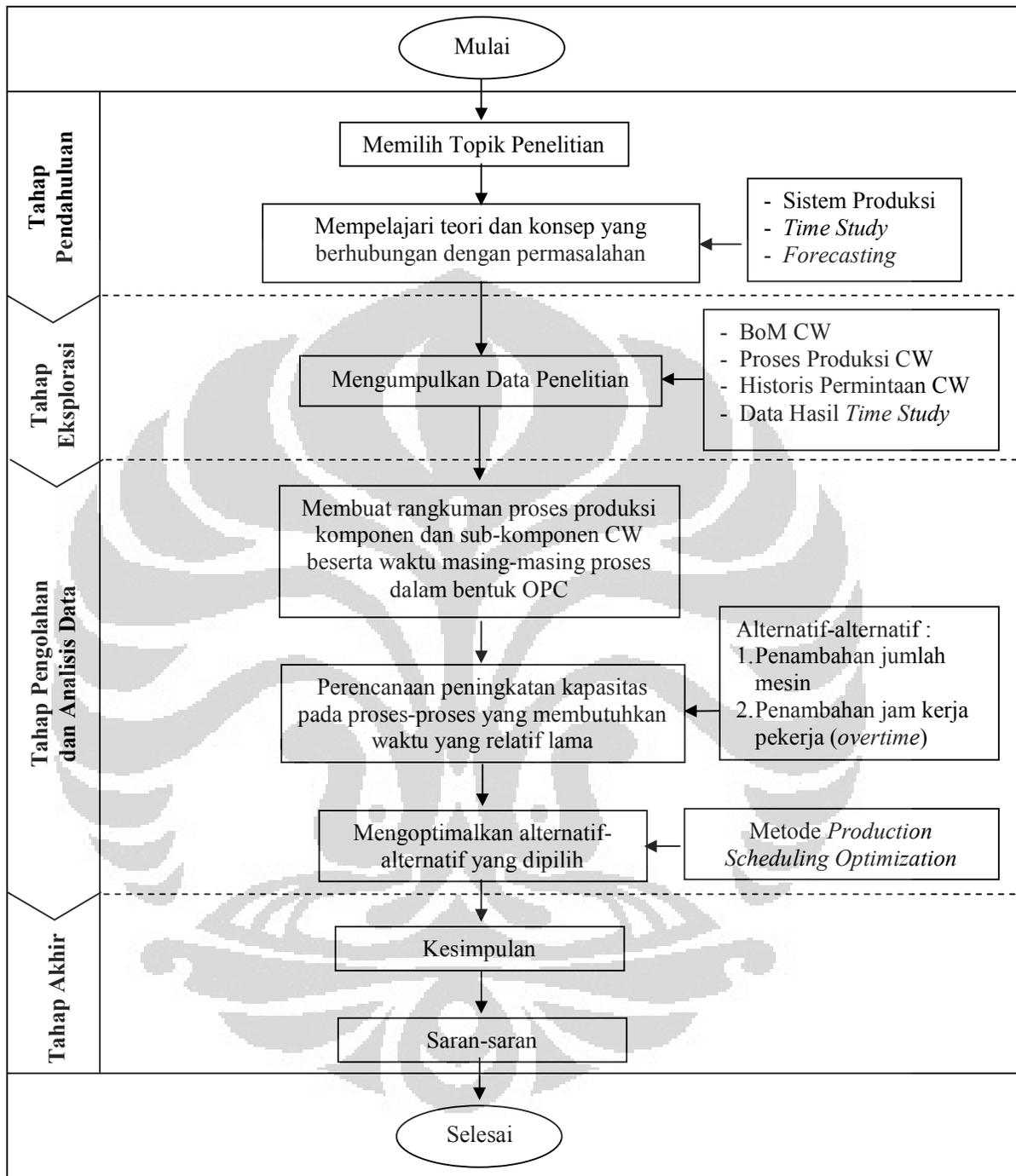
Setelah itu, dari semua alternatif yang ada, dengan menggunakan metode *Production Scheduling Optimization* ditentukan alternatif mana saja yang dapat digunakan dengan tujuan dari fungsinya adalah meminimalkan biayanya.

4) Tahap Akhir

Pada tahap ini, peneliti membuat kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan beserta saran-saran bagi PT. XYZ yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan peningkatan kapasitas produksi CW untuk menghadapi permintaan (*demand*) yang sangat fluktuatif.

Untuk menggambarkan secara sistematis, maka dibuat diagram alir metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.2.





Gambar 1.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

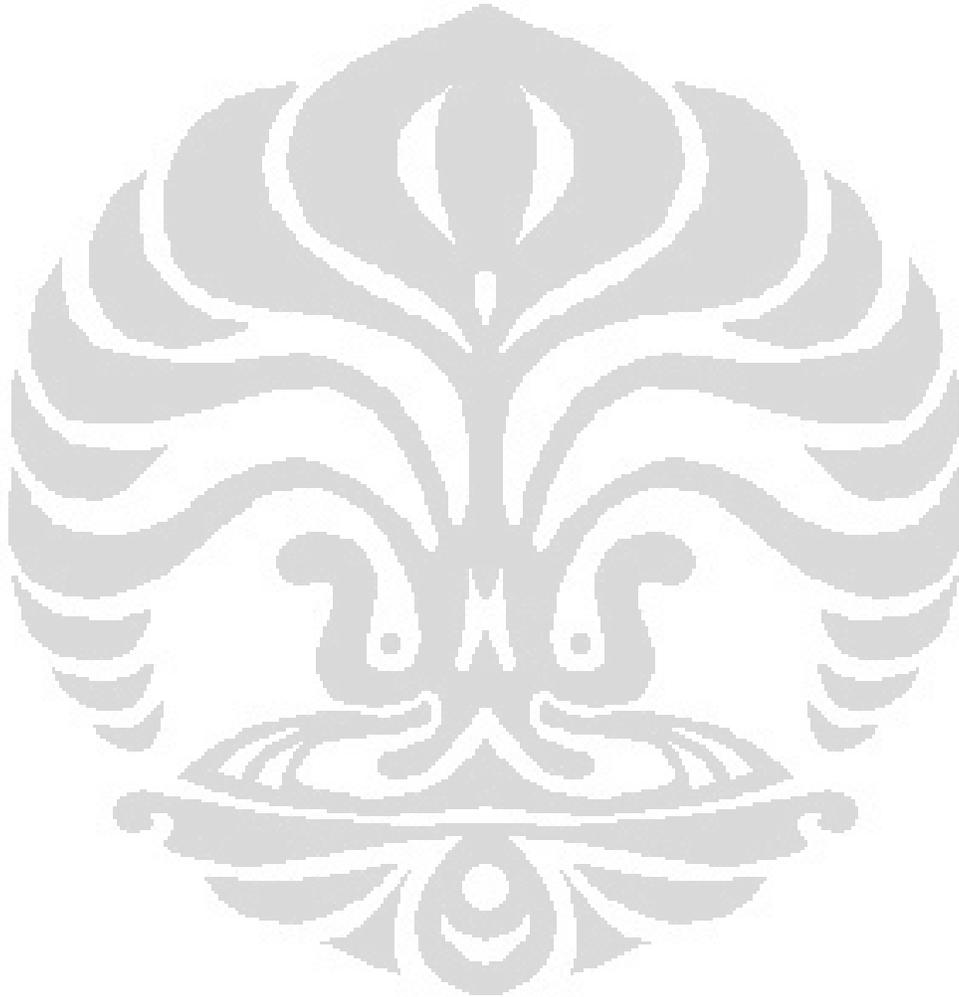
Secara umum, penulisan hasil penelitian mengenai analisis kebutuhan material dan kapasitas produksi Column Wale di PT. XYZ ini disajikan ke dalam beberapa bab yang dimaksudkan agar pembaca mendapat kemudahan dalam memahami isi dari penelitian ini. Adapun bab pertama adalah bab pendahuluan yang berisi penjelasan latar belakang permasalahan sehingga dilakukan penelitian ini. Pada bab pendahuluan juga diuraikan tujuan penelitian dan metodologi penelitian. Pada bab ini juga dilengkapi dengan diagram keterkaitan masalah yang menggambarkan secara sistematis alur permasalahan dan diagram alir metodologi penelitian yang menggambarkan alur yang dilakukan dalam penelitian.

Bab kedua adalah bab yang berisi landasan teori. Landasan teori yang tercakup pada bab kedua meliputi dasar-dasar teori yang berhubungan dengan permasalahan serta metode-metode yang digunakan dalam mengerjakan penelitian ini. Landasan teori ini diperoleh dari tinjauan pustaka, baik dari buku, jurnal, maupun informasi yang penulis dapat dari situs-situs di internet, serta tinjauan langsung ke lapangan (termasuk *time study*) dan diskusi dengan pihak-pihak terkait. Adapun teori-teori yang dipakai meliputi teori mengenai metode *time study* dan metode *production scheduling optimization*.

Bab ketiga adalah bab pengumpulan data. Pada bab ini, diuraikan mengenai data-data apa saja yang dibutuhkan penulis dalam melakukan penelitian ini. Data tersebut terdiri dari data sekunder yang didapat melalui PT. XYZ dan juga data primer dalam bentuk tinjauan langsung ke lapangan dan hasil diskusi dengan pihak-pihak yang terkait dengan produksi CW.

Bab keempat merupakan bab pengolahan data dan analisis. Pada bab ini, penulis menjelaskan secara terperinci tahap-tahap yang digunakan dalam proses pengolahan data sampai diperoleh hasil penghitungan yang paling optimal. Pengolahan data ini dilakukan dengan membuat alternatif-alternatif dalam peningkatan kapasitas produksi CW kemudian mengoptimalkannya dengan menggunakan metode *Production Scheduling Optimization*.

Bab kelima adalah bab kesimpulan. Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan yang juga merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang ingin dicapai. Selain itu, pada bab ini penulis juga menyampaikan saran-saran yang diharapkan akan bermanfaat sebagai pertimbangan bagi PT. XYZ dalam merencanakan peningkatan kapasitas produksi CW.



BAB 2

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan landasan teori yang dipergunakan dalam menuliskan tugas akhir. Adapun isi dari landasan teori ini adalah mengenai produksi, kapasitas, *time study* (studi waktu) dan metode peramalan yang dipergunakan.

2.1. Produksi

2.1.1. Proses Produksi

Proses adalah cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber seperti tenaga kerja, mesin, bahan, dana, serta informasi yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil (*ouput*).

Produksi diartikan sebagai kegiatan yang dapat menimbulkan tambahan kegunaan atau manfaat. Manfaat ini dapat terdiri dari beberapa macam misalnya manfaat bentuk, waktu, tempat ataupun kombinasi dari manfaat-manfaat tersebut.

Menurut Agus (1992), yang dimaksud dengan proses produksi adalah cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber yang ada.

2.1.2. Sistem Produksi

Agus (1992) menyebutkan bahwa sistem merupakan suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem produksi adalah suatu gabungan dari beberapa unit atau elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan.

Sistem produksi tidak hanya terdapat pada industri manufaktur, tetapi juga terdapat dalam industri jasa seperti perbankan, asuransi, pasar swalayan, dan rumah sakit. Jenis masukan yang dipergunakan dalam sistem produksi berbeda-beda tergantung pada jenis barang atau jasa yang akan dihasilkan, atau dengan kata lain tergantung pada jenis industrinya. Misalnya untuk produksi industri manufaktur kendaraan bermotor, masukan modal dan energi untuk mesin-mesin, peralatan, dan perlengkapan (*tools*) akan sangat dibutuhkan dan bahan-bahan masukan yang akan dikonversikan dalam proses, sehingga bahan baku tersebut dapat menjadi barang jadi.

2.2 Kapasitas

2.2.1. Definisi Kapasitas

Menurut William (2010), kapasitas adalah kemampuan pembatas dari unit produksi untuk memproduksi dalam waktu tertentu, dan biasanya dinyatakan dalam bentuk keluaran (*output*) per satuan waktu. Tetapi kapasitas adalah konsep yang kabur, karena harus dihubungkan dengan sejauh mana suatu peralatan digunakan. Sebagai contoh, bisa saja ditetapkan sebagai kebijakan untuk bekerja hanya 5 hari seminggu, satu *shift* dalam sehari, dan produksinya 1000 satuan per minggu. Dengan dasar ini kita dapat mengatakan bahwa kapasitas normal adalah 1000 satuan output per minggu. Tetapi batas ini dapat ditingkatkan dengan kerja lembur sehingga batas kapasitas dengan kerja lembur menjadi 1150 satuan. Dengan menambah *shift* kedua, kapasitas dapat ditingkatkan lebih lanjut menjadi 1800 satuan per minggu.

2.2.2. Proses Perencanaan Kapasitas

William (2010) menyebutkan bahwa proses dalam perencanaan kapasitas dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Memperkirakan permintaan di masa depan, termasuk dampak dari teknologi, persaingan dan lainnya.
- 2) Mengevaluasi kapasitas dan fasilitas yang ada.
- 3) Mengidentifikasi alternatif-alternatif untuk memenuhi persyaratan.
- 4) Melakukan analisis financial untuk masing-masing alternatif.
- 5) Meninjau resiko dan pengaruh dari masing-masing alternatif.
- 6) Menentukan alternatif yang akan digunakan dalam jangka waktu yang panjang.
- 7) Mengimplementasikan alternatif yang dipilih.
- 8) Memantau hasil dan perkembangan dari implementasi alternatif yang dipilih.

2.3. *Time Study* (Studi Waktu)

Menurut Ralph (1980), *Time Study* (studi waktu) dipakai untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang terlatih baik untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu dalam keadaan normal/wajar. Hasil dari studi waktu adalah waktu yang sesuai dengan metode tertentu dan kecepatan yang wajar. Waktu tersebut dinamakan waktu standar.

2.3.1. Definisi Waktu Standar

Ralph (1980) berpendapat bahwa waktu standar adalah:

- *“The time that a person suited to the job and fully trained in the specified method will need to perform the job if he or she works at a normal or standard tempo”.*

2.3.2. Metode Pengukuran Waktu Standar

Dalam kegiatan pengukuran waktu standar, terdapat dua metode yang biasa digunakan, yaitu:

1. Metode Pengukuran Secara Langsung

Metode ini dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap pekerja selama melakukan pekerjaannya. Dalam pelaksanaannya ada dua cara yang dapat dilakukan, yaitu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) atau dengan menggunakan teknik sampling pekerjaan.

2. Metode Pengukuran Secara Tidak Langsung

Metode ini dapat dilakukan pengamat tanpa harus berada di tempat pekerjaan. Sang pengamat cukup membagi-bagi pekerjaan menjadi elemen-elemen kegiatan seperti menjangkau, memegang, membawa, dan lain sebagainya, kemudian mencari waktu yang diperlukan dengan melihat pada tabel waktu gerakan.

2.3.3. Langkah-langkah Sebelum Pengukuran

Menurut Benjamin (2003), sebelum kegiatan pengukuran waktu standar dapat dilakukan, ada beberapa hal yang perlu kita lakukan sebagai persiapan, yaitu:

- 1) Penetapan Tujuan Pengukuran

Dalam setiap kegiatan, kita perlu menentukan terlebih dahulu tujuan kegiatan tersebut. Hal-hal penting yang harus diketahui dan ditentukan adalah untuk apa hasil pengukuran akan digunakan, serta berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

- 2) Melakukan Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan diperlukan untuk mengenal proses kerja dan kondisi kerja dari pekerjaan yang akan diukur waktunya. Hal ini diperlukan agar peneliti mengetahui metode kerja yang diterapkan.

- 3) Pemilihan Operator

Kemampuan operator dalam melakukan suatu pekerjaan selalu bervariasi mulai dari yang berkemampuan rendah sampai yang berkemampuan tinggi. Berdasarkan penelitian, distribusi kemampuan pekerja umumnya akan terdistribusi normal. Orang-orang yang berkemampuan rendah dan berkemampuan tinggi jumlahnya hanya sedikit, sedangkan yang berkemampuan rata-rata jumlahnya banyak.

Dalam memilih operator, kita perlu mencari orang yang berkemampuan normal tersebut dan hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah orang tersebut mau bekerja sama dengan cara bekerja secara wajar selama dilakukan penelitian.

4) Melatih Operator

Apabila kondisi kerja atau cara kerja yang akan diteliti berbeda dari yang biasa dilakukan oleh operator, maka kita perlu melatih operator tersebut agar terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang baru. Hal ini perlu dilakukan agar pada waktu penelitian dilangsungkan operator dapat bekerja secara wajar dan tidak canggung lagi.

5) Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan

Mengukur waktu suatu operasi secara keseluruhan jarang memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu pekerjaan dibagi atas elemen-elemen penyusunnya yang merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan.

6) Menyiapkan alat-alat pengukuran

Alat-alat yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran waktu standar adalah:

- Jam henti (*stopwatch*)
- Lembar pengamatan
- Pena atau pensil
- Papan pengamatan

2.3.4. Pengukuran Waktu Tiap Elemen Kerja

Menurut Ralph (1980), pengukuran elemen kerja yang dilakukan dengan jam henti (*stopwatch*) dapat dibagi menjadi tiga metode pengukuran, yaitu:

1) Pengukuran Kontinyu

Pengukuran jenis ini dilakukan dengan memulai gerakan jarum *stopwatch* pada permulaan elemen kerja yang pertama dan dibiarkan tetap bergerak selama periode pengamatan. Waktu untuk tiap elemen nantinya akan ditentukan dengan pengurangan.

2) Pengukuran Berulang

Pada pengukuran ini *stopwatch* akan selalu dikembalikan ke posisi nol pada setiap akhir pengukuran. Jadi waktu yang diperlukan untuk tiap elemen adalah waktu yang terukur pada *stopwatch*.

3) Pengukuran Akumulatif

Metode ini menggunakan dua *stopwatch* yang dipasang bersama didekat papan pengamatan dan dihubungkan sedemikian rupa dengan sebuah mekanisme sehingga ketika *stopwatch* pertama mulai bergerak, *stopwatch* kedua akan berhenti, demikian pula sebaliknya.

2.3.5. Menentukan Tingkat Prestasi Kerja Operator

Ralph (1980) berpendapat pada studi waktu, pengamatan selain mencatat data, juga mengevaluasi kecepatan kerja operator. Hasilnya kemudian dianggap sebagai faktor penilaian atau faktor penyesuaian (*rating factor*) yang akan digunakan untuk menghitung waktu normal dari elemen pekerjaan.

Kegunaan dari faktor penyesuaian ini adalah mengarahkan penilaian pengukur terhadap kemampuan kerja operator. Selama pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditampilkan oleh operator. Ketidakwaajaran kerja dapat terjadi dan akan mempengaruhi kecepatan kerja. Hal tersebut tidak diinginkan, karena waktu standar yang dihitung adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku dan diselesaikan dengan wajar.

Bila terjadi ketidakwaajaran, maka akan dilakukan penilaian yang menjadi dasar dari faktor penyesuaian. Hal ini dimaksudkan untuk menormalkan harga rata-rata siklus atau elemen operasi yang diselesaikan dengan kecepatan yang tidak wajar oleh operator.

Penyesuaian ini dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja diatas normal (lebih cepat) maka nilai p akan lebih besar dari satu ($p > 1$). Apabila operator bekerja dibawah normal (lebih lambat) maka nilai p akan lebih kecil dari satu ($P < 1$). Seandainya operator bekerja dengan wajar, maka nilai p sama dengan satu ($p = 1$).

Menurut Benjamin (2003), dalam menentukan faktor penyesuaian, ada beberapa cara yang dapat digunakan, antara lain:

- 1) Speed Rating

Cara ini memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas tampilan kerja dimana kelas yang mempunyai nilai-nilai sendiri.

Tabel 2.1. Faktor Penyesuaian Metode *Speed Rating*

Kelas	Rating (%)	Kelas	Rating (%)
Superfast	100	Good -	65
Fast +	95	Normal	60
Fast	90	Fair +	55
Fast -	85	Fair	50
Excellent	80	Fair -	45
Good +	75	Poor	40
Good	70		

2) Westinghouse

Cara ini mengarahkan penilaian kepada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu:

- Keterampilan (*Skill*)

Keterampilan atau *Skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai ke tingkat tertentu saja.

- Usaha (*Effort*)

Usaha atau *Effort* adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan oleh operator ketika melaksanakan pekerjaannya.

- Kondisi (*Condition*)

Kondisi kerja atau *Condition* adalah kondisi fisik dari lingkungan kerja seperti : keadaan pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan. Kondisi kerja merupakan sesuatu di luar operator sehingga kondisi ini sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak ini berwenang mengubah dan memperbaiki kondisi kerja tersebut.

- Konsistensi (*Consistency*)

Konsistensi merupakan faktor yang perlu menjadi perhatian karena pada kenyataannya pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama.

3) Objektif

Pada cara ini pengukur harus memperhatikan 2 faktor yaitu kecepatan dan tingkat kesulitan kerja. Cara objektif ini tidak berbeda dengan cara persentase, hanya pada cara persentase semua keadaan berpengaruh sedangkan pada cara objektif hanya kecepatannya saja yang dihitung.

2.3.6. Menentukan Kelonggaran (*Allowance*)

Pada saat bekerja, terdapat hal-hal yang tidak bisa dihindari oleh pekerja, yang memaksa pekerja harus menghentikan pekerjaannya untuk rentang waktu tertentu. Hal-hal tersebut dianggap sebagai gangguan yang dapat menyebabkan tertundanya pekerjaan yang dilakukan pekerja. Oleh karena itu, perlu adanya kelonggaran yang harus diberikan kepada pekerja. Menurut Ralph (1980), adapun kelonggaran yang diberikan dapat diklasifikasikan menjadi kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*personal needs*), kelonggaran karena kelelahan (*fatigue*) dan kelonggaran karena kondisi tertentu seperti cuaca ekstrem, pencahayaan kurang ataupun masalah-masalah lain yang ada di stasiun kerja. Nilai kelonggaran ini nantinya akan ikut diperhitungkan dalam menentukan waktu standar.

2.4. Peramalan (*Forecasting*)

2.4.1. Definisi Peramalan (*Forecasting*)

Menurut William (2010), peramalan (*forecasting*) merupakan perkiraan tentang nilai di masa yang akan datang dari suatu variabel yang ada. Pada perusahaan, peramalan biasa digunakan untuk memprediksi jumlah permintaan pada periode-periode berikutnya. Prediksi ini nantinya akan dibandingkan dengan jumlah permintaan aktual sehingga diketahui selisih antara keduanya.

Apabila jumlah yang diprediksi kurang dari jumlah aktual, maka akan ada permintaan yang tidak terpenuhi. Sebaliknya, apabila jumlah yang diprediksi melebihi dari jumlah actual, maka akan adanya stok akibat barang tidak terjual. Oleh karena itu, keakuratan metode peramalan yang digunakan menjadi sangat penting.

2.4.2. Metode-Metode Peramalan (*Forecasting*)

William (2010) mengatakan, beberapa metode peramalan yang sering digunakan adalah *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Seasonal*.

1) *Moving Average*

Metode ini menggunakan sejumlah data (permintaan) teraktual untuk memprediksi permintaan pada periode yang akan datang. Peramalan dengan metode *moving average* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_t = MA_n = (\sum A_{t-i}) / n = (A_{t-n} + \dots + A_{t-2} + A_{t-1}) / n \quad (2.1)$$

Keterangan :

F_t = *forecast for time period t*

MA_n = *n period moving average*

A_{t-1} = *actual value in period t-1*

n = *number of periods (data points) in the moving average*

2) *Exponential Smoothing*

Penggunaan metode ini berdasarkan pada data prediksi di periode sebelumnya dan persentase kesalahan nilai yang diprediksi tersebut dari nilai aktual pada periode tersebut. Peramalan dengan metode *exponential smoothing* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

F_t = *forecast for time period t*

F_{t-1} = *forecast for the previous period (i.e., period t-1)*

α = *smoothing constant*

A_{t-1} = *actual demand or sales for the previous period*

3) *Seasonal*

Metode ini merupakan metode peramalan dengan mengulangi pola data pada periode-periode tertentu untuk memprediksi data yang akan digunakan pada periode tertentu tersebut di tahun yang akan datang.

Peramalan dengan metode ini dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Tabel 2.2. *Seasonal Factor for Year M*

	Past Sales	Average Sales For Each Season	Seasonal Factor (Past Sales/Average)
Spring	200	1000/4 = 250	$SF_{sp} = 0.8$
Summer	350		$SF_{su} = 1.4$
Fall	300		$SF_{fa} = 1.2$
Winter	150		$SF_{wi} = 0.6$
Total	1000		

Tabel 2.2. adalah historis data permintaan pada tahun M. Dari Tabel 2.2 dapat dilihat bahwa total dari seluruh permintaan pada tahun M adalah 1000 unit. Untuk melakukan peramalan jumlah permintaan pada tahun yang akan datang (misalkan tahun N), terlebih dahulu harus ditentukan nilai dari *seasonal factor* (SF) untuk masing-masing periode pada tahun M.

$$SF = (\text{Average Sales For Each Season}) / \text{Past Sales} \quad (2.3)$$

Keterangan :

SF_{sp} = *seasonal factor for spring*

SF_{su} = *seasonal factor for summer*

SF_{fa} = *seasonal factor for fall*

SF_{wi} = *seasonal factor for winter*

Nilai SF ini nanti akan menjadi bobot untuk masing-masing periode pada tahun N. Selanjutnya, kita perkirakan bahwa di tahun N akan ada permintaan dengan total sebanyak 1100 unit.

Tabel 2.3. Year N's Seasonal Forecast

	Expected Demand For Next Year	Average Sales For Each Season	Seasonal Factor (Past Sales/Average)	Next Year's Seasonal Forecast
Spring		1100/4 = 275	$SF_{sp} = 0.8$	A = 220
Summer			$SF_{su} = 1.4$	B = 385
Fall			$SF_{fa} = 1.2$	C = 330
Winter			$SF_{wi} = 0.6$	D = 165
Total	1100			

Dari jumlah 1100 unit tersebut, kita bisa menghitung rata-rata permintaan untuk masing-masing periodenya.

$$\text{Average Sales Each Season} = \text{Total Expexted Demand} / 4 \quad (2.4)$$

Kemudian, dari nilai rata-rata inilah dapat diprediksi jumlah permintaan untuk tiap periodenya pada tahun N dengan rumus sebagai berikut :

$$A = SF_{sp} * \text{Average Sales Each Season}$$

$$B = SF_{su} * \text{Average Sales Each Season}$$

$$C = SF_{fa} * \text{Average Sales Each Season}$$

$$D = SF_{wi} * \text{Average Sales Each Season}$$

Keterangan :

A = seasonal forecast for spring (year N)

B = seasonal forecast for summer (year N)

C = seasonal forecast for fall (year N)

D = seasonal forecast for winter (year N)

BAB 3

PENGUMPULAN DATA

3.1. Gambaran Umum PT. XYZ

3.1.1. Sejarah Singkat PT. XYZ

PT. XYZ berdiri sejak 31 Maret 1983 dan mulai melakukan kegiatan produksi di Indonesia sejak tahun 1985. PT. XYZ merupakan perusahaan pertama di Indonesia yang bergerak khusus di bidang bekisting/acuan beton dan perancah. Saat ini, PT. XYZ menjadi pemimpin pasar dalam bidang bekisting/acuan beton dan perancah untuk bangunan tinggi. PT. XYZ mengandalkan rancang bangun, gambar konstruksi, penghitungan struktur yang ada untuk menghemat biaya dan memperlancar proyek. Adapun beberapa keuntungan yang dapat diperoleh adalah:

- 1) Mempercepat waktu pembangunan.
- 2) Memperbaiki mutu hasil permukaan beton.
- 3) Meningkatkan kebersihan di sekitar lapangan proyek.

Untuk meningkatkan pelayanan pada perusahaan, PT. XYZ mengadakan kerja sama dengan beberapa perusahaan luar negeri antara lain:

- 1) Roro Gerutsbau GmbH-Jerman; untuk perancah kapasitas besar.
- 2) CIFA Spa-Italia; untuk bekisting terowongan dari besi.

Dalam memenuhi standar kualitas, PT. XYZ diaudit oleh Badan Sertifikasi dari Jerman dan saat ini sudah memperoleh sertifikasi DIN 18800 untuk memproduksi barang-barang beban statis. Acuan beton dan perancah yang dipasok oleh PT. XYZ sudah dipergunakan lebih dari 1700 proyek berskala menengah dan besar di Indonesia. Di Indonesia, lebih dari 65% proyek gedung tinggi dan 90% proyek jalan layang yang ada menggunakan acuan beton dan perancah dari PT. XYZ.

3.1.2. Visi dan Misi PT. XYZ

Visi dan misi PT. XYZ disusun setiap tiga tahun sekali. Hal ini dilakukan karena adanya perubahan-perubahan dalam sistem perusahaan dan juga menjadi kebijakan tersendiri dalam perusahaan, misalnya terjadinya perluasan pada salah satu divisi, sebagai langkah pengembangan perusahaan, dan lain-lain. Visi PT. XYZ untuk periode 2011-2013 adalah total solusi *formwork* dan *scaffolding* dengan 20 cabang di seluruh Indonesia. Sedangkan misi PT. XYZ untuk periode 2011-2013 adalah menyediakan produk dan jasa guna meningkatkan kualitas hidup manusia dan lingkungan untuk pembangunan nasional.

3.1.3. Budaya Perusahaan di PT. XYZ

Perusahaan memerlukan upaya untuk membangun VISI dan MISI yang cukup jelas dan terukur sehingga arah dan tujuan perusahaan menjadi jelas. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menjalankan tata nilai perusahaan sepenuhnya, karena dengan dijalankannya tata nilai tersebut dapat membentuk karakter dan sikap yang cenderung mengarah kepada peningkatan produktifitas kerja.

Tata nilai dari PT. XYZ adalah profesional, integritas, *service excellence*, inovasi dan kekeluargaan dalam keragaman, yang disingkat menjadi PISIK.

1) Profesional

Profesional berarti menjalankan tugas-tugas dengan kompetensi (ilmu pengetahuan, keahlian atau skill dan juga sikap) yang tinggi, sepenuh hati dan tepat waktu. Perilaku yang mendukung adalah sebagai berikut :

- Meningkatkan kemampuan/kapasitas diri, unit kerja, dan perusahaan secara terus menerus.
- Menunjukkan disiplin waktu dan konsisten dalam melaksanakan kesepakatan dan program kerja.
- Mendapatkan dan menyajikan data/informasi yang akurat untuk pengambilan keputusan yang terbaik bagi perusahaan.

- Melakukan evaluasi di akhir pelaksanaan tugas untuk meningkatkan manfaat dan efektifitas tugas-tugas selanjutnya.
- Melakukan proses bisnis secara benar/sesuai *standard operation procedure* (SOP).
- Mendahulukan kepentingan perusahaan dalam menjalankan tugas-tugas perusahaan (untuk menghindari *conflict of interest* dengan kepentingan pribadi).

2) Integritas

Integritas berarti bertindak sesuai ucapan/janji sehingga menumbuhkan kepercayaan pihak lain. Untuk mendukung nilai integritas ini, ada perilaku yang harus dilaksanakan, yaitu:

- Satunya perbuatan dengan kata.
- Bertanggungjawab atas keputusan yang telah diambil.
- Memberikan pendapat, menjaga dan melindungi kepentingan perusahaan sesuai aturan main dan praktek penyelenggaraan bisnis yang sehat (etika bisnis).

3) *Service Excellence*

Service Excellence berarti memenuhi harapan *stakeholder* (semua pihak yang terkait dengan perusahaan) pada umumnya dan *customer* pada khususnya melalui produk dan jasa yang dihasilkan. Perilaku yang mendukung adalah sebagai berikut:

- Proaktif mendengarkan harapan *stakeholder* (semua pihak yang terkait dengan perusahaan) pada umumnya dan *customer* pada khususnya secara berkala.
- Peduli akan kondisi ekonomi, sosial dan lingkungan masyarakat.
- Mengambil peranan terhadap isu-isu *stakeholder* pada umumnya dan *customer* pada khususnya guna meningkatkan nilai/*value* (tidak hanya pada target keuntungan saja).

4) Inovasi

Inovasi berarti memunculkan gagasan dan menciptakan/mengembangkan produk/alat kerja/sistem kerja dengan menambahkan teknologi yang sesuai guna meningkatkan produktifitas dan pertumbuhan perusahaan. Perilaku yang mendukung adalah sebagai berikut:

- Mempelajari cara kerja praktek bisnis baik lewat bacaan, *sharing session*, pelatihan, magang, atau kunjungan ke unit kerja/perusahaan terbaik dan mengadopsinya untuk meningkatkan kinerja perusahaan.
- Berbagi praktek bisnis yang dipelajari dengan rekan kerja dalam satu divisi/perusahaan/*group*.
- Menerapkan praktek bisnis di lingkungan kerjanya, yang dapat meningkatkan kemajuan perusahaan.

5) Kekeluargaan dalam keragaman

Kekeluargaan dalam keragaman berarti menumbuh-kembangkan semangat saling memahami dan menghargai guna mendukung terciptanya kerjasama yang meningkatkan kinerja perusahaan. Untuk mendukung nilai kekeluargaan dalam keragaman, ada perilaku yang harus dilaksanakan, yaitu:

- Mendengarkan dan menghormati pendapat, masukan dan ide dalam setiap kesempatan untuk mendapat solusi terbaik.
- Menciptakan lingkungan kerja yang bersahabat, saling mendukung, berfikir dan bertindak positif untuk pembangunan perusahaan.

Penjualan Obat

3.2. Column Wale (CW)

Column Wale (CW) merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. XYZ yang berguna sebagai alat pencetak pondasi bangunan-bangunan besar. CW memiliki beberapa variasi ukuran panjang dan lebar yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Sementara tinggi CW tetap sama untuk masing-masing variasi yaitu sekitar 3 meter. Adapun variasi panjang dan lebar yang terdapat pada produk CW adalah:

- 1) Tipe A dengan ukuran 76 cm x 91 cm.
- 2) Tipe B dengan ukuran 96 cm x 121 cm.
- 3) Tipe C dengan ukuran 116 cm x 156 cm.
- 4) Tipe D dengan ukuran 141 cm x 161 cm.



Gambar 3.1. Column Wale (Tipe B)

3.2.1. Komponen dan Sub-Komponen Column Wale

Column Wale tersusun atas 14 komponen utama, di mana 10 diantaranya adalah komponen yang diproduksi sendiri oleh PT. XYZ, sedangkan 4 komponen lainnya dibeli dalam bentuk barang jadi. Berikut ini adalah daftar komponen penyusun untuk 1 produk CW:

Tabel 3.1. Komponen Penyusun Produk Column Wale

No.	Komponen	Jumlah/unit CW	Keterangan
1	CW SSRZ	4	Dibuat
2	Scaffold Bracket GB 80	4	
3	Push-Pull Prob RSS 1	4	
4	Kicker Brace AV 1	4	
5	Base Plat RSS	4	
6	Locking Pin	16	
7	WHP (Weight Head Piece)	8	
8	Cotter Pin	16	
9	Hook Strap HB-24	24	
10	Tie Rod	4	
11	Tie Yoke	8	Dibeli
12	Ply Wood	4	
13	Wing Nut	4	
14	Girder	12	

Untuk 4 komponen yang dibeli, komponen No. 14 adalah satu-satunya komponen yang harus diimpor langsung dari Jerman.

Adapun 10 komponen yang diproduksi sendiri oleh PT. XYZ, terdiri dari sub-komponen yang lebih kecil. Berikut ini adalah tabel-tabel berisi daftar sub-komponen untuk masing-masing komponen yang diproduksi sendiri:

1) Komponen CW SSRZ

Tabel 3.2. Sub-Komponen Penyusun Komponen CW SSRZ

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	UNP 86	150x50x4,5x6x860	UNP	2	150x50x4,5x6x6000	6
2	UNP 1210	150x50x4,5x6x1210	UNP	2	150x50x4,5x6x6000	4
3	Stifener	9x25x52	Plat Stripe	10	9x25x6000	105
4	UNP 24	100x50x4,5x6x247,5	UNP	2	100x50x4,5x6x6000	23

2) Komponen Scaffold Bracket GB-80

Tabel 3.3. Sub-Komponen Penyusun Komponen Scaffold Bracket GB-80

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	HCB Pipe 200	Φ 42,4x3,2x2000	Pipe	1	Φ 42,4x3,2x6000	2
2	UNP	50x38x5x728	UNP	1	50x38x5x6000	8
3	HCB pipe 55	Φ 21,3x3,2x555	Pipe	1	Φ 21,3x3,2x6000	10
4	U Plat 150	8x50x389	Plat Stripe	1	8x50x6000	15
5	U Plat 66	5x50x229	Plat Stripe	1	5x50x6000	25
6	L Plat	6x24x182	Plat Stripe	1	6x24x6000	32
7	Ring Pipe	Φ 48,3x2,6x30	Pipe	1	Φ 48,3x2,6x6000	171
8	Begel Φ 19	Φ 19x400	Begel	1	Φ 19x6000	14
9	Ring Φ 42 (Dibeli)	2x Φ 42	Plat	1	2x Φ 42	-
10	Ring Φ 23 (Dibeli)	2x Φ 23	Plat	1	2x Φ 23	-
11	U Plat	6x25x244	Plat Stripe	1	6x25x6000	24

3) Komponen Push-Pull Prob RSS 1

Tabel 3.4. Sub-Komponen Penyusun Komponen Push-Pull Prob RSS 1

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Pipe for RSS 1	Φ76,1x2,9x1900	Pipe	1	Φ76,1x2,9x6000	3
2	Piled Pipe	Φ21,3x2x90	Pipe	2	Φ21,3x2x6000	63
3	Spindle 56 R/L	Φ32x560	Begel	2	Φ32x6000	10
4	Bushing RSS 1 R/L	35xΦ67,5	Plat	2	35x4'x8'	566
5	Ring RSS 1 (Guiden)	10xΦ66	Plat	2	10x4'x8'	590
6	KPG 02/Kepala Kambing	8x105x135	Plat	2	8x4'x8'	239
7	KPG 01	10x40x70	Plat	1	10x4'x8'	882

4) Komponen Kicker Brace AV 1

Tabel 3.5. Sub-Komponen Penyusun Komponen Kicker Brace AV 1

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Pipe for AV 1	Φ1 1/4 " x 3,2 x 930	Pipe	1	Φ1/4 " x 3,2 x 6000	6
2	Steering	Φ12x525	Begel	1	Φ12x6000	11
3	Spindle 20 R/L	Φ1"x215	Ass	2	Φ1"x6000	27
4	Bushing for AV	Φ1 3/4"x38	Ass	2	Φ1 3/4"x6000	139
5	KPG 01 R/L	10x40x70	Plat	2	10x4'x8'	882
6	Ring for AV 1	10xΦ33,5	Plat	2	8x4'x8'	2008

5) Komponen Base Plat RSS

Tabel 3.6. Sub-Komponen Penyusun Komponen Base Plat RSS

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Groundplat	12x100x150	Plat	1	12 mm x 1200 x 2400	176
2	Lasche	Φ5, 10x60x80	Plat	2	10 mm x 1200 x 2400	521

6) Locking Pin

Tabel 3.7. Komponen Locking Pin

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Locking Pin	Φ16 x 117	Assental	1	Φ16 x 6000	49

7) Komponen WHP

Tabel 3.8. Sub-Komponen Penyusun Komponen WHP

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	U Plat for WHP	6x25x288	Plat Stripe	1	6x25x6000	20
2	Plat 12	12x80x100	Plat Stripe	1	12x4'x8'	333
3	Plat 4	4x47x75	Plat Stripe	1	4x4'x8'	715
4	Auge	8x60x66	Plat Stripe	2	8x4'x8'	645

8) Komponen Cotter Pin

Tabel 3.9. Komponen Cotter Pin

No.	Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
	Cotter Pin FS 4/1	$\Phi 4,5 \times 180$	Kawat	1	$\Phi 4,5 \times \dots$ (Tergantung Order)	-

9) Komponen Hook Strap HB-24

Tabel 3.10. Sub-Komponen Penyusun Komponen Hook Strap HB-24

No.	Sub Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Omega	4x43x176	Plat	1	4x4'x8'	342
2	Penahan Omega	6x25x120	Plat Stripe	4	6x25x6000	48

10) Komponen Tie Rod

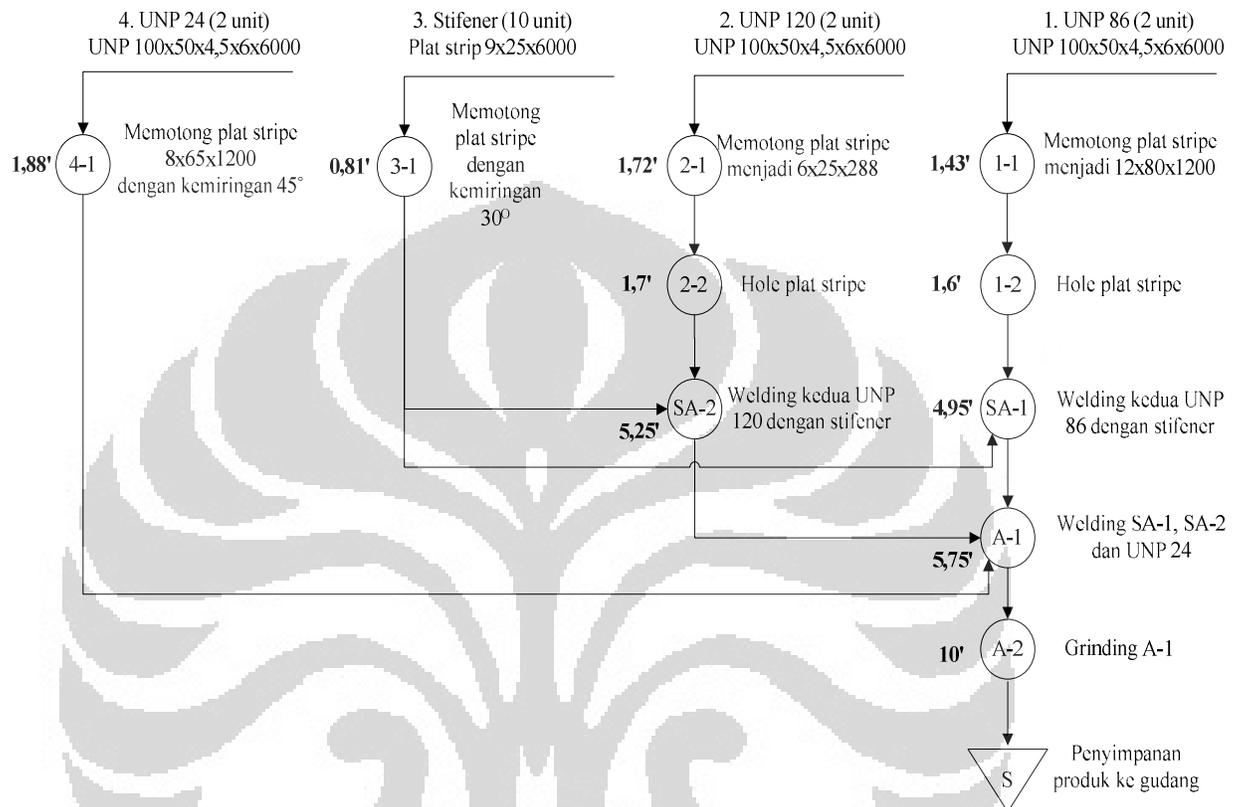
Tabel 3.11. Komponen Tie Rod

No.	Komponen	Ukuran WIP	Jenis	Jumlah/ unit CW	Bahan Baku	Jumlah WIP yang dihasilkan
1	Tie Rod	$\Phi 17 \times$ sesuai kebutuhan	Begel	1	$\Phi 16 \times 6000$	57

3.2.2. Proses Produksi Column Wale

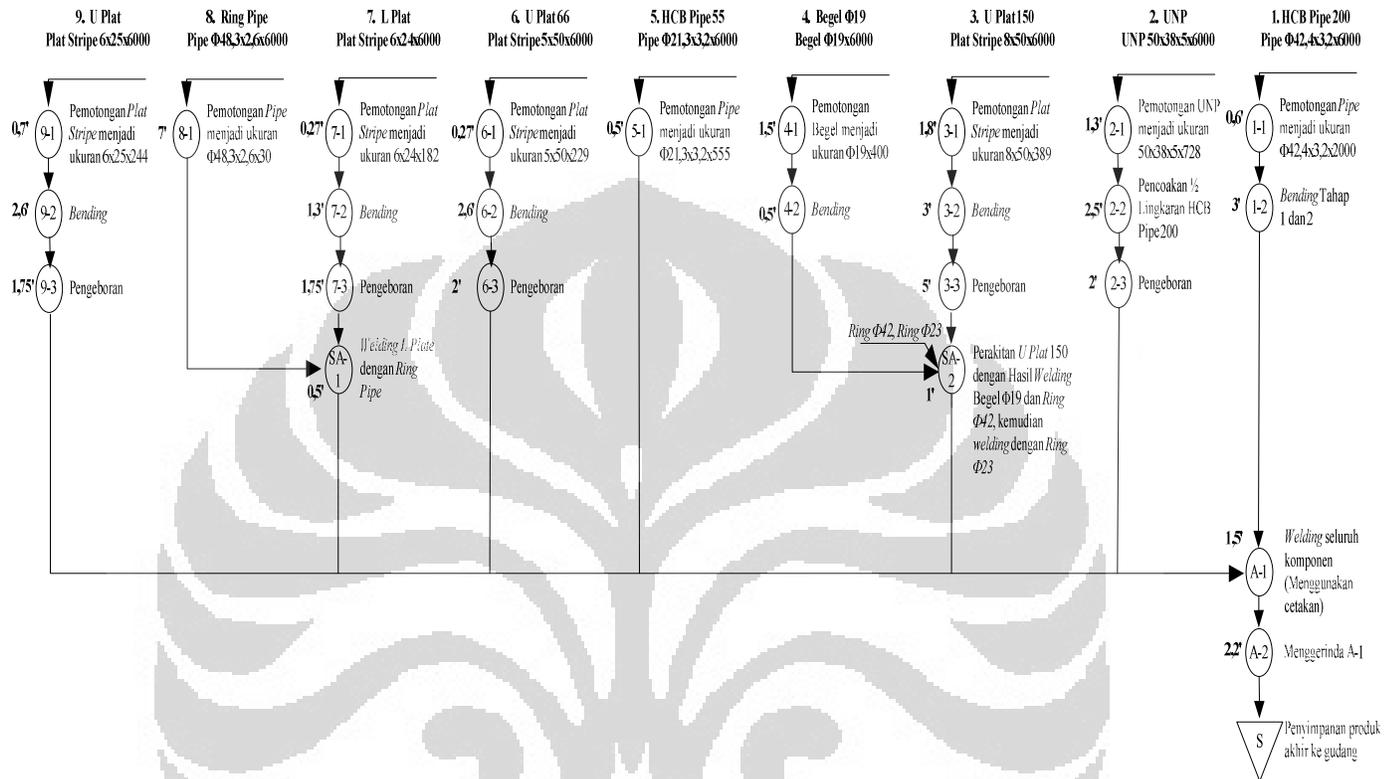
Berikut ini adalah proses produksi masing-masing komponen penyusun Column Wale (CW) yang disajikan dalam bentuk *operation process chart* (OPC) beserta dengan waktu rata-rata proses (dalam satuan menit) yang diperoleh hasil pengamatan langsung (*observed time*) sebanyak 3 kali per proses dengan menggunakan metode *Time Study*:

1) Proses Produksi Komponen CW SSRZ



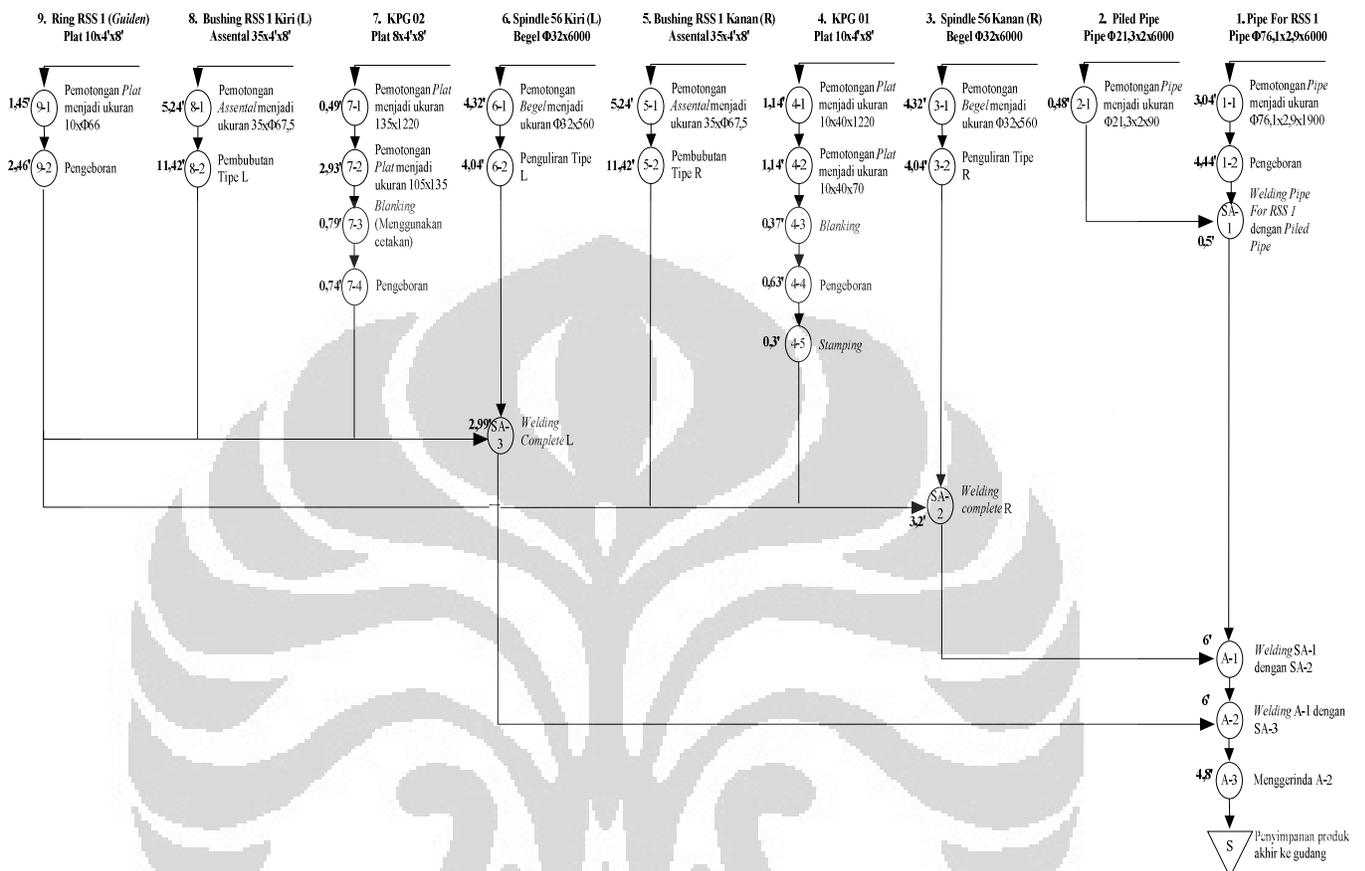
Gambar 3.2. Operation Process Chart Komponen CW SSRZ

2) Proses Produksi Komponen Scaffold Bracket GB-80



Gambar 3.3. Operation Process Chart Komponen Scaffold Bracket GB-80

3) Proses Produksi Komponen Push-Pull Prob RSS 1

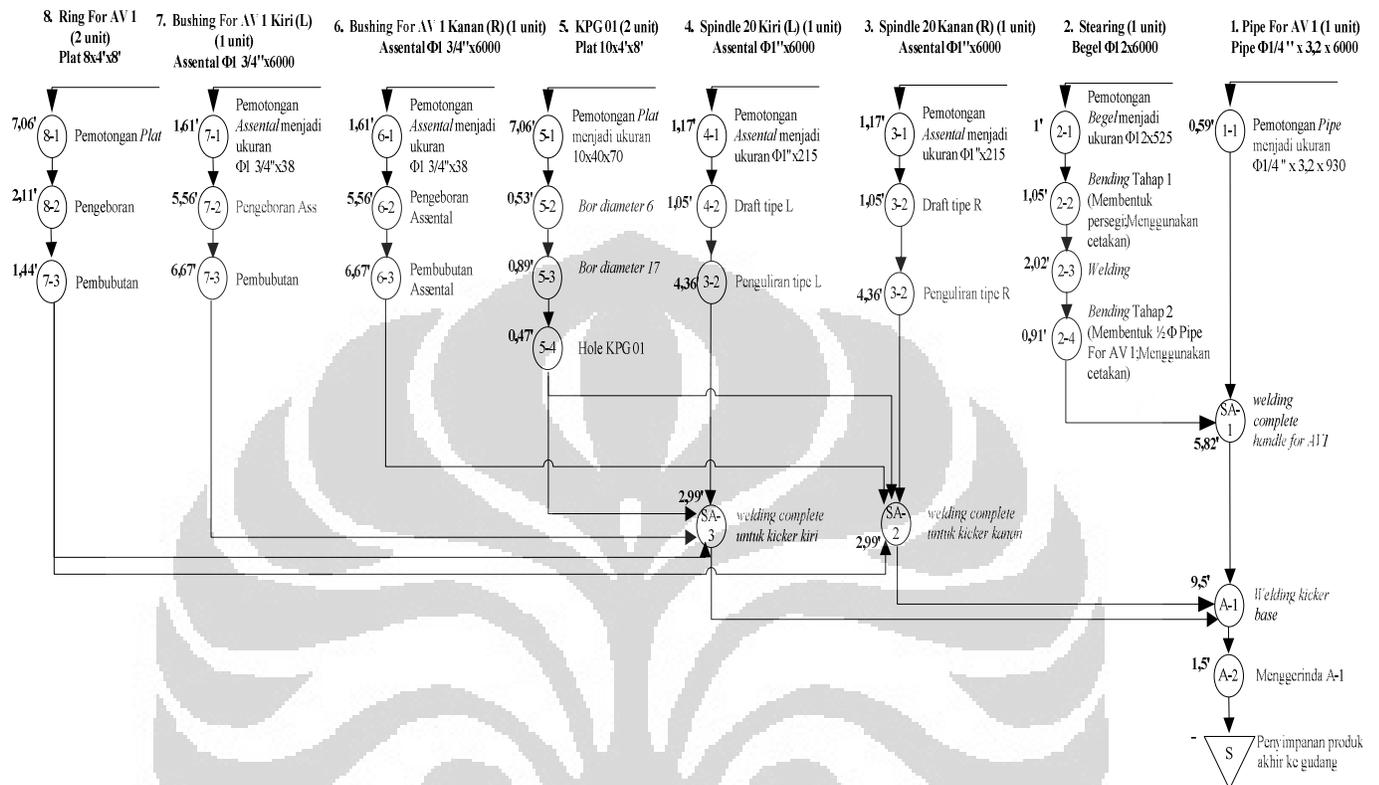


Gambar 3.4. Operation Process Chart Komponen Push-Pull Prob RSS 1

Keterangan :

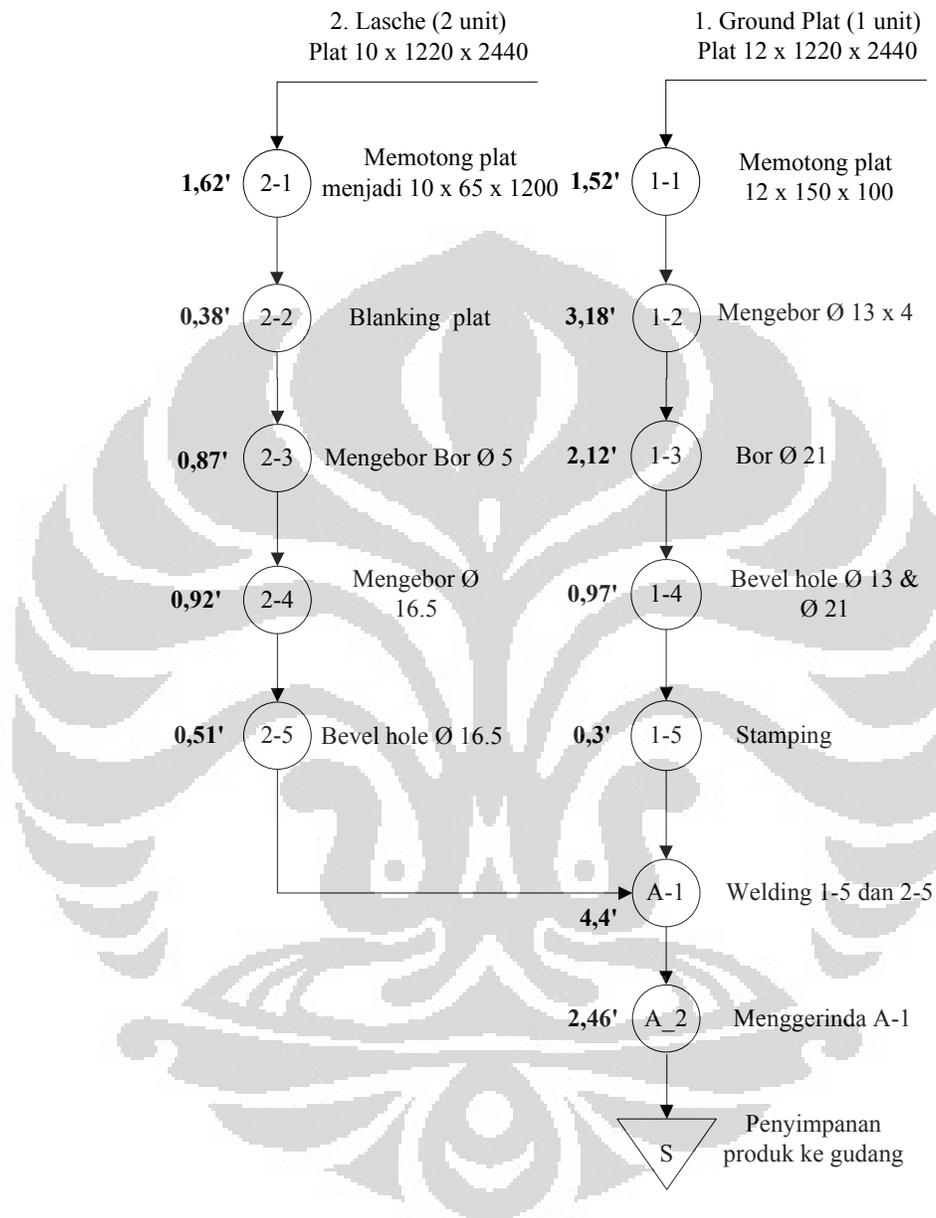
- Proses penguliran pada sub-komponen Spindle 56 kanan (R) dan kiri (L) dilakukan secara berurutan pada 1 mesin.
- Proses pembubutan pada sub-komponen Bushing RSS kanan (R) dan kiri (L) dilakukan secara berurutan pada 1 mesin.

4) Proses Produksi Komponen Kicker Brace AV 1



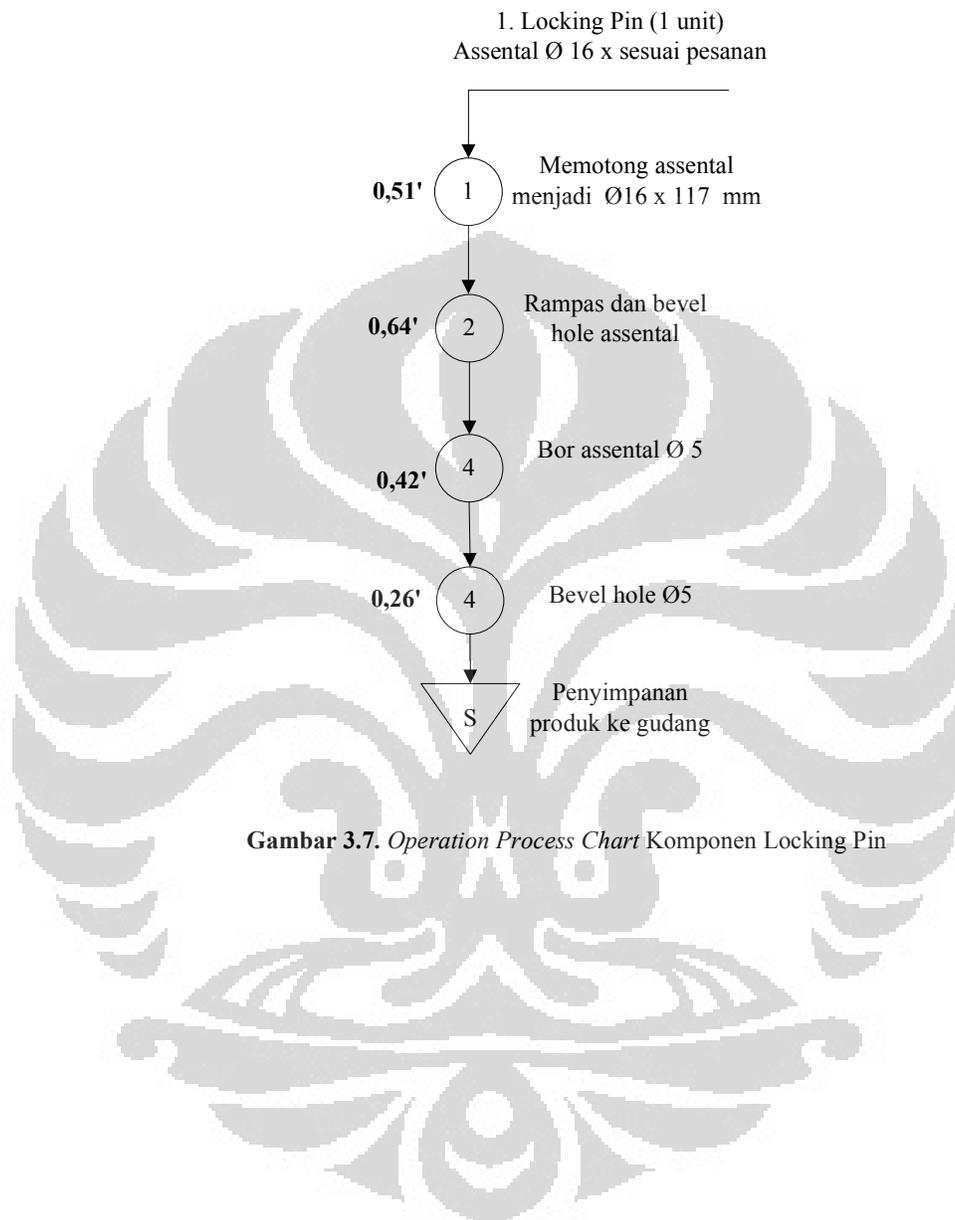
Gambar 3.5. Operation Process Chart Komponen Kicker Brace AV 1

5) Proses Produksi Komponen Base Plat RSS



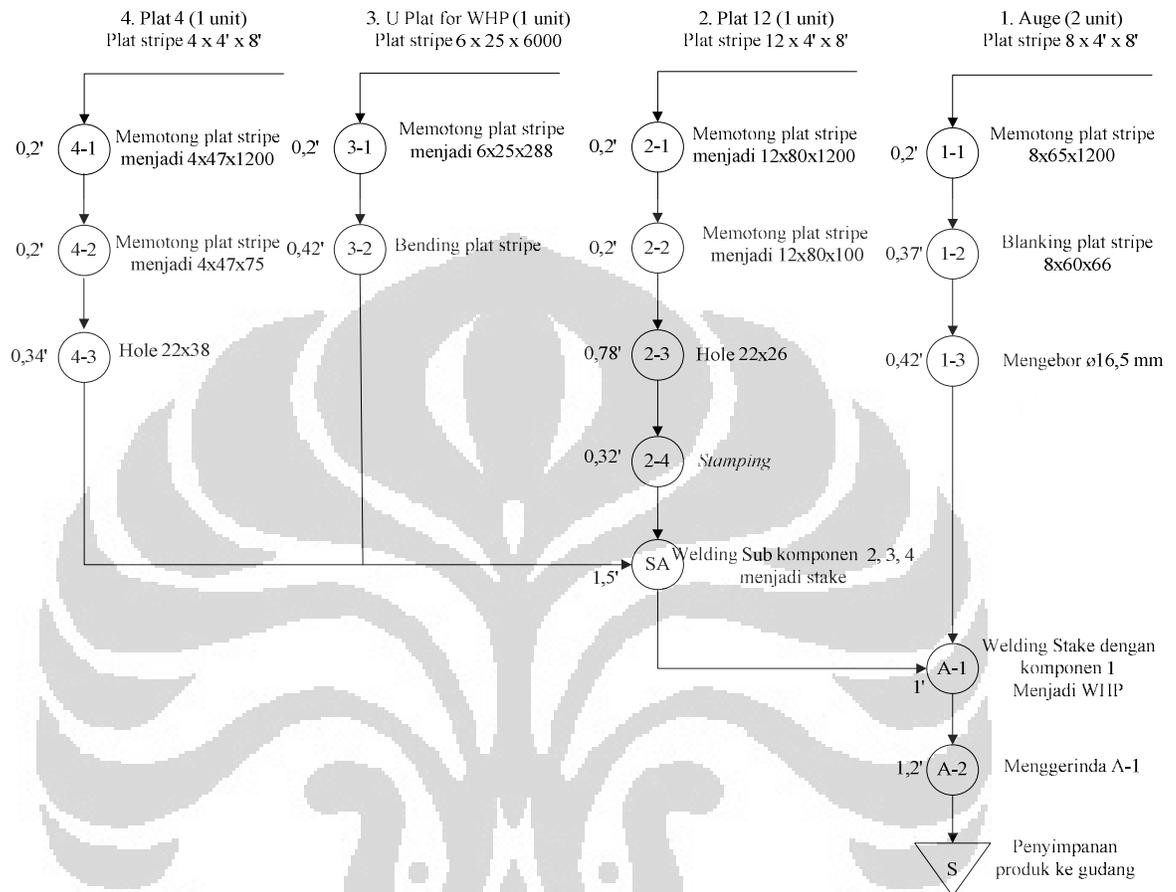
Gambar 3.6. Operation Process Chart Komponen Base Plat RSS

6) Proses Produksi Komponen Locking Pin



Gambar 3.7. Operation Process Chart Komponen Locking Pin

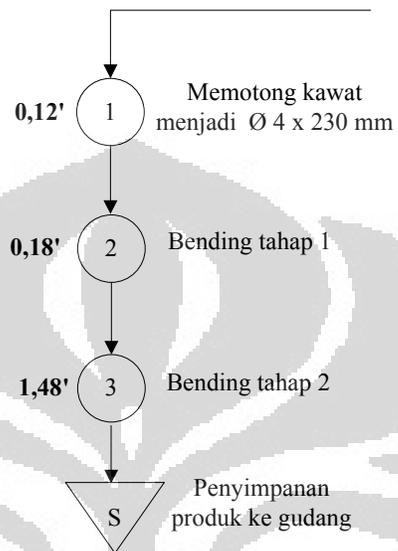
7) Proses Produksi Komponen WHP



Gambar 3.8. Operation Process Chart Komponen WHP

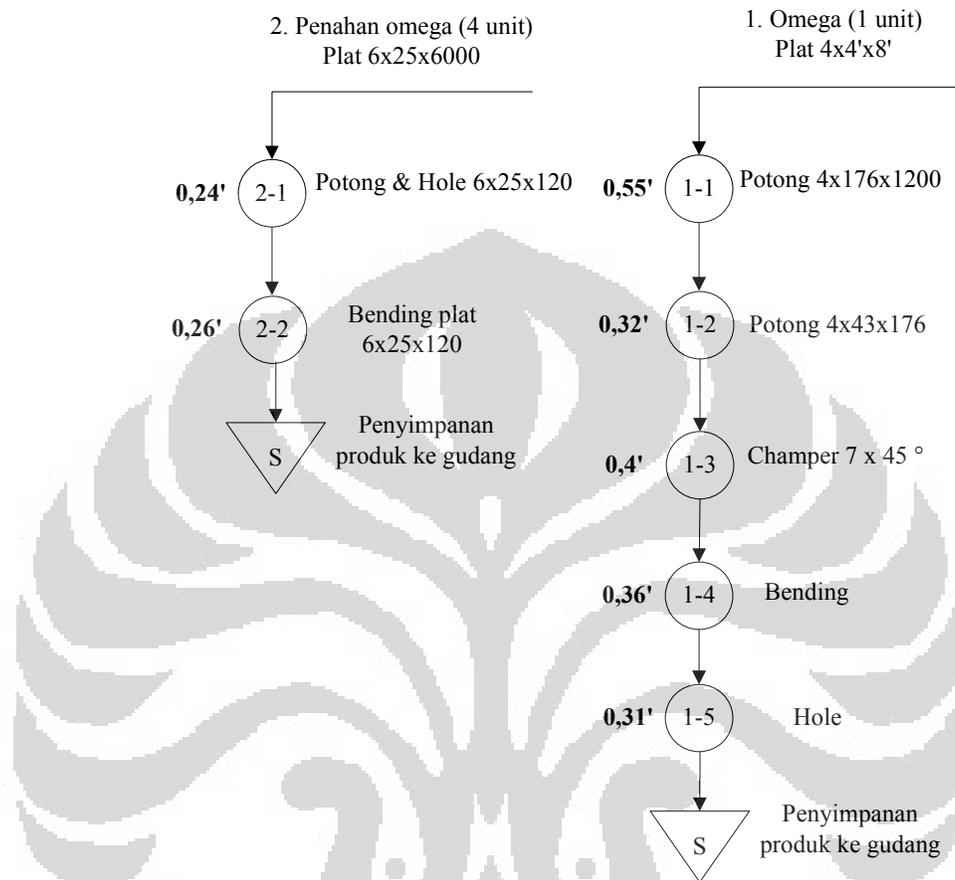
8) Proses Produksi Komponen Cotter Pin

1. Cotter Pin FS 4/1 (1 unit)
Kawat Ø 4 x sesuai pesanan



Gambar 3.9. Operation Process Chart Komponen Cotter Pin

9) Proses Produksi Komponen Hook Strap HB-24

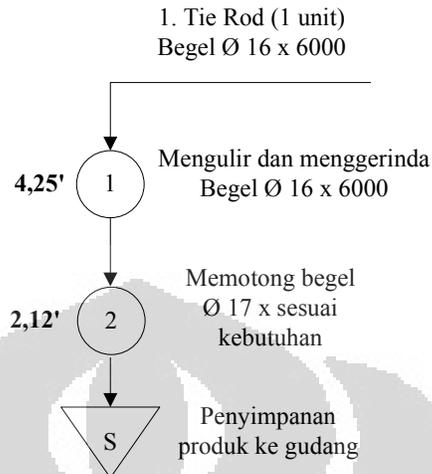


Gambar 3.10. Operation Process Chart Komponen Hook Strap HB-24

Keterangan :

- Perakitan akhir sub-komponen omega dan penahannya menjadi komponen Hook Strap, dilakukan pada saat perakitan akhir produk CW.

10) Proses Produksi Komponen Tie Rod



Gambar 3.11. Operation Process Chart Komponen Tie Rod

Produk CW tidak langsung dirakit setelah semua komponennya selesai diproduksi dan siap pakai. Biasanya, komponen-komponen yang telah selesai diproduksi tersebut, bersama dengan komponen lainnya yang dibeli, dibawa ke tempat proyek untuk dirakit langsung di tempat proyek dan kemudian digunakan untuk mencetak pondasi bangunan. Sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk merakit 1 unit CW tidak diikutsertakan dalam penghitungan kapasitas produksi.

3.2.3. Data Permintaan Column Wale Tahun X

Berikut ini adalah data permintaan CW (dalam satuan unit) pada tahun X:

Tabel 3.12. Data Permintaan Column Wale Pada Tahun X

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
0	304	96	96	0	48	0	424	0	0	72	204	1244

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara pengolahan data yang dilakukan dan analisis hasil pengolahan data yang didapatkan.

4.1. Penghitungan *Standard Time* dan Kapasitas Produksi

Menurut Benjamin (2003), waktu standar (ST) untuk suatu proses dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ST = \text{Normal Time} \times (1 + \text{allowance}) \quad (4.1)$$

dengan besarnya Normal Time (NT) = $(\sum \text{observed time}/n) \times \text{rating}$

Maka, rumus tersebut dapat dikembangkan menjadi:

$$\begin{aligned} ST &= [(\sum \text{observed time}/n) \times \text{rating}] \times (1 + \text{allowance}) \\ ST &= [(\sum \text{observed time}/n) \times 1,167] \times (1 + 0,09) \\ ST &= [(\sum \text{observed time}/n) \times 1,167] \times (1,09) \\ ST &= (\sum \text{observed time}/n) \times 1,272 \end{aligned} \quad (4.2)$$

Keterangan :

- Nilai *rating* sebesar 1,167 diperoleh dengan menggunakan metode *Speed Rating* yaitu dengan membandingkan kelas *Good* dengan *Normal* sebesar 70/60. Masing-masing pekerja dianggap memiliki kemampuan rata-rata *Good* (70) karena sudah mendapatkan pelatihan kerja.

- Menurut Ralph (1980), nilai kelonggaran (*allowance*) sebesar 0.09 diperoleh dari penjumlahan antara *personal needs* sebesar 5% atau 0.05 dengan *basic fatigue* sebesar 4% atau 0.04. Penentuan nilai ini sesuai dengan kondisi perusahaan konstruksi yang stasiun kerjanya cenderung ekstrem.

4.1.1. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen CW SSRZ

Tabel 4.1. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen CW SSRZ

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
UNP 86	Memotong plat stripe menjadi ukuran 12x80x1200	1.43	1.82
	Melubangi plat stripe	1.6	2.04
UNP 120	Memotong plat stripe menjadi ukuran 6x25x288	1.715	2.18
	Melubangi plat stripe	1.7	2.16
Stifener	Memotong plat stripe dengan kemiringan 30 ⁰	0.81	1.03
UNP 24	Memotong plat stripe menjadi ukuran 8x65x120 dengan kemiringan 45 ⁰	1.875	2.39

Tabel 4.2. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly*) dari Komponen CW SSRZ

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
SA-1	Mengelas kedua UNP 86 dengan stiffener	4.95	6.30
SA-2	Mengelas kedua UNP 120 dengan stiffener	5.25	6.68

Tabel 4.3. *Standard Time* Sub-Komponen (*Assembly* dan *Finishing*) dari Komponen CW SSRZ

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Mengelas SA-1, SA-2 dan UNP 24	5.75	7.31
A-2	Menggerinda A-1	10	12.72

Tabel 4.4. Kapasitas Produksi Komponen CW SSRZ

Waktu terlama	12.72	Menit
Waktu tercepat	1.03	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi CW SSRZ/hari	36	Unit

4.1.2. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Scaffold BracketTabel 4.5. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen Scaffold Bracket

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
HCB Pipe 200	Pemotongan pipe menjadi ukuran $\phi 42.4 \times 3.2 \times 2000$	0.6	0.76
	<i>Bending</i> tahap 1 dan 2	3	3.82
UNP	Pemotongan UNP menjadi ukuran $50 \times 38 \times 5 \times 728$	1.3	1.65
	Pencoakan 1/2 Lingkaran HCB Pipe	2.5	3.18
	Pengeboran	2	2.54
U Plat 150	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran $8 \times 50 \times 389$	1.8	2.29
	<i>Bending</i>	3	3.82
	Pengeboran	5	6.36
Begel $\phi 19$	Pemotongan Begel menjadi $\phi 19 \times 400$	1.5	1.91
	<i>Bending</i>	0.5	0.64
HCB Pipe 55	Pemotongan pipe menjadi $\phi 21.3 \times 3.2 \times 555$	0.5	0.64
U Plat 66	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran $5 \times 50 \times 229$	0.27	0.34
	<i>Bending</i>	2.6	3.31
	Pengeboran	2	2.54
L Plat	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran $6 \times 24 \times 182$	0.27	0.34
	<i>Bending</i>	1.3	1.65
	Pengeboran	1.75	2.23
Ring Pipe	Pemotongan pipe menjadi ukuran $\phi 48.3 \times 2.6 \times 30$	7	8.90
U Plat	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran $6 \times 25 \times 244$	0.7	0.89
	<i>Bending</i>	2.6	3.31
	Pengeboran	1.75	2.23

Tabel 4.6. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly*) dari Komponen Scaffold Bracket

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
SA-1	Mengelas L Pat dengan Ring Pipe	0.5	0.64
SA-2	Merakit U Plat 150 dengan hasil pengelasan Begel $\phi 19$ dan Ring $\phi 42$, kemudian pengelasan dengan Ring $\phi 23$	1	1.27

Tabel 4.7. *Standard Time* Sub-Komponen (*Assembly dan Finishing*) dari Komponen Scaffold Bracket

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Pengelasan keseluruhan (Menggunakan cetakan)	1.5	1.91
A-2	Menggerinda A-1	2.2	2.80

Tabel 4.8. Kapasitas Produksi Komponen Scaffold Bracket

Waktu terlama	8.90	Menit
Waktu tercepat	0.34	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Scaffold/hari	52	Unit

4.1.3. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Push-Pull ProbTabel 4.9. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen Push-Pull Prob

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Pipe For RSS 1	Pemotongan pipe menjadi ukuran $\phi 76.1 \times 2.9 \times 1900$	3.04	3.87
	Pengeboran	4.44	5.65
Piled Pipe	Pemotongan pipe menjadi ukuran $\phi 21.3 \times 2 \times 90$	1.3	1.65
Spindle 56 R/L	Pemotongan begel menjadi ukuran $\phi 32 \times 560$	4.32	5.50
	Penguliran R dan L	8.08	10.28
KPG 01	Pemotongan plat menjadi ukuran $10 \times 40 \times 1220$	1.14	1.45
	Pemotongan plat menjadi ukuran $10 \times 40 \times 70$	1.14	1.45
	<i>Blanking</i>	0.37	0.47
	Pengeboran	0.63	0.80
	<i>Stamping</i>	0.3	0.38
Bushing RSS 1 R/L	Pemotongan assental menjadi $35 \times \phi 67.5$	5.24	6.67
	Pembubutan R dan L	22.84	29.05
KPG 02	Pemotongan plat menjadi ukuran 135×1220	0.27	0.34
	Pemotongan plat menjadi ukuran 135×105	2.6	3.31
	<i>Blanking</i> (Menggunakan cetakan)	-	
	Pengeboran	2	2.54
Ring RSS 1 (<i>Guiden</i>)	Pemotongan plat menjadi ukuran $10 \times \phi 66$	1.45	1.84
	Pengeboran	2.46	3.13

Tabel 4.10. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly*) dari Komponen Push-Pull Prob

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
SA-1	Pengelasan Pipe For RSS 1 dan Piled Pipe	0.5	0.64
SA-2	Pengelasan keseluruhan bagian kanan	3.2	4.07
SA-3	Pengelasan keseluruhan bagian kiri	2.99	3.80

Tabel 4.11. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly* dan *Finishing*) dari Komponen Push-Pull Prob

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Pengelasan SA-1 dengan SA-2	6	7.63
A-2	Pengelasan A-1 dengan SA-3	6	7.63
A-3	Menggerinda A-2	4.8	6.11

Tabel 4.12. Kapasitas Produksi Komponen Push-Pull Prob

Waktu terlama	29.05	Menit
Waktu tercepat	0.34	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Push-Pull/hari	16	Unit

4.1.4. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Kicker Brace AV**Tabel 4.13.** *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen Kicker Brace

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Pipe For AV 1	Pemotongan pipe menjadi ukuran $\phi 1/4" \times 3.2 \times 930$	0.59	0.75
Steering	Pemotongan begel menjadi ukuran $\phi 12 \times 525$	1	1.27
	<i>Bending</i> Tahap 1	1.05	
	Pengelasan	2.02	
	<i>Bending</i> Tahap 2	0.91	
Spindle 56 R/L	Pemotongan assental menjadi ukuran $\phi 1" \times 215$	1.17	1.49
	<i>Drat</i>	2.1	
	Penguliran	8.72	11.09
KPG 01	Pemotongan plat menjadi ukuran $10 \times 40 \times 70$	7.06	8.98
	Pengeboran $\phi 6$	0.53	0.67
	Pengeboran $\phi 17$	0.89	1.13
	<i>Blanking</i>	0.47	0.60
Bushing For AV 1 R/L	Pemotongan assental menjadi $\phi 1 \frac{3}{4} \times 38$	5.24	6.67
	Pengeboran	5.56	7.07
	Pembubutan	6.67	8.48
Ring For AV 1	Pemotongan plat	7.06	8.98
	Pengeboran	2.11	2.68
	Pembubutan	1.44	1.83

Tabel 4.14. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly*) dari Komponen Kicker Brace

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
SA-1	Pengelasan (<i>Hande for AV1</i>)	5.82	7.40
SA-2	Pengelasan keseluruhan bagian kanan	2.99	3.80
SA-3	Pengelasan keseluruhan bagian kiri	2.99	3.80

Tabel 4.15. *Standard Time* Sub-Komponen (*Assembly* dan *Finishing*) dari Komponen Kicker Brace

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Pengelasan keseluruhan (SA-1, SA-2 dan SA-3)	9.5	12.08
A-2	Menggerinda A-1	1.5	1.91

Tabel 4.16. Kapasitas Produksi Komponen Kicker Brace

Waktu terlama	12.08	Menit
Waktu tercepat	0.60	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Kicker Brace/hari	38	Unit

4.1.5. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Base PlatTabel 4.17. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen Kicker Brace

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Ground Plat	Pemotongan plat 12x150x100	1.52	1.93
	Pengeboran $\phi 13 \times 4$	3.18	4.04
	Pengeboran $\phi 21$	2.12	2.70
	<i>Bevel hole</i> $\phi 13$ dan $\phi 21$	0.97	1.23
	<i>Stamping</i>	0.3	0.38
Lasche	Pemotongan plat 10x65x1200	1.62	2.06
	<i>Blanking</i>	0.38	0.48
	Pengeboran $\phi 5$	0.87	1.11
	Pengeboran $\phi 16.5$	0.92	1.17
	<i>Bevel hole</i> $\phi 16.5$	0.51	0.65

Tabel 4.18. *Standard Time* Sub-Komponen (*Assembly* dan *Finishing*) dari Komponen Base Plat

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Pengelasan	4.4	5.60
A-2	Menggerinda A-1	2.46	3.13

Tabel 4.19. Kapasitas Produksi Komponen Base Plat

Waktu terlama	5.60	Menit
Waktu tercepat	0.38	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Base Plat/hari	83	Unit

4.1.6. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Locking Pin**Tabel 4.20.** *Standard Time* Komponen Locking Pin

Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Locking Pin	Pemotongan assental menjadi ukuran $\phi 16 \times 117$	0.51	0.65
	Rampas dan <i>bevel hole</i>	0.64	0.81
	Pengeboran $\phi 5$	0.42	0.53
	<i>Bevel Hole</i> $\phi 5$	0.26	0.33

Tabel 4.21. Kapasitas Produksi Komponen Locking Pin

Waktu terlama	0.81	Menit
Waktu tercepat	0.33	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Locking Pin/hari	571	Unit

4.1.7. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen WHPTabel 4.22. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen WHP

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Auge	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 8x65x1200	0.2	0.25
	<i>Blanking</i> plat stripe 8x60x66	0.37	
	Pengeboran ϕ 16.5	0.42	
Plat 12	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 12x80x1200	0.2	0.25
	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 12x80x100	0.2	
	Pelubangan 22x26	0.78	
	<i>Stamping</i>	0.32	
Spindle 56 R/L	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 6x25x288	0.2	0.25
	<i>Bending</i>	0.42	
Plat 4	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 4x47x1200	0.2	0.25
	Pemotongan plat stripe menjadi ukuran 4x47x75	0.2	0.25
	Pelubangan 22x38	0.34	0.43

Tabel 4.23. *Standard Time* Sub-Komponen (*Sub-Assembly*) dari Komponen WHP

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
SA	Pengelasan sub komponen Plat 12, U Plat dan Plat 4 menjadi <i>stake</i>	1.5	1.91

Tabel 4.24. *Standard Time* Sub-Komponen (*Assembly* dan *Finishing*) dari Komponen WHP

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
A-1	Pengelasan <i>stake</i> dan sub komponen Auge	1	1.27
A-2	Menggerinda A-1	1.2	1.53

Tabel 4.25. Kapasitas Produksi Komponen WHP

Waktu terlama	1.91	Menit
Waktu tercepat	0.25	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi WHP/hari	244	Unit

4.1.8. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Cotter Pin

Tabel 4.26. *Standard Time* Komponen Cotter Pin

Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Cotter Pin	Pemotongan kawat menjadi ukuran $\phi 4 \times 230$	0.12	0.15
	<i>Bending</i> tahap 1	0.18	0.23
	<i>Bending</i> tahap 2	1.48	1.88

Tabel 4.27. Kapasitas Produksi Komponen Cotter Pin

Waktu terlama	1.88	Menit
Waktu tercepat	0.15	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Cotter Pin/hari	247	Unit

4.1.9. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Hook Strap HB-24Tabel 4.28. *Standard Time* Sub-Komponen dari Komponen Hook Strap

Sub-Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (Observed Time)	Standard Time
Omega	Pemotongan plat menjadi ukuran 4x176x1200	0.55	0.70
	Pemotongan plat menjadi ukuran 4x176x43	0.32	0.41
	<i>Champer</i> 7x45□	0.4	0.51
	<i>Bending</i>	0.36	0.46
	Pelubangan	0.31	0.39
Penahan Omega	Pemotongn sekaligus pelubangan	0.24	0.31
	<i>Bending</i>	0.26	0.33

Tabel 4.29. Kapasitas Produksi Komponen Hook Strap

Waktu terlama	0.70	Menit
Waktu tercepat	0.31	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Hook Strap/hari	665	Unit

4.1.10. *Standard Time* dan Kapasitas Produksi Komponen Tie RodTabel 4.30. *Standard Time* Komponen Tie Rod

Komponen	Proses	Rata-Rata Waktu Pengamatan (<i>Observed Time</i>)	<i>Standard Time</i>
Tie Rod	Penguliran begel $\phi 16 \times 6000$	4.25	5.41
	Pemotongan begel $\phi 16 \times$ sesuai kebutuhan	2.12	2.70

Tabel 4.31. Kapasitas Produksi Komponen Tie Rod

Waktu terlama	5.41	Menit
Waktu tercepat	2.70	Menit
Jam kerja/hari	480	Menit
Efisiensi	97%	
Produksi Tie Rod/hari	86	Unit

Berikut ini adalah tabel yang berisi rangkuman dari data kapasitas produksi untuk masing-masing komponen penyusun Column Wale:

Tabel 4.32 Kapasitas Produksi Column Wale

No.	Komponen	Kapasitas Produksi/Hari	Jumlah dibutuhkan/unit CW	Jumlah CW dihasilkan dari komponen	Jumlah CW dihasilkan/hari
1	CW SSRZ	36	4	9	4
2	Scaffold Bracket	52	4	13	
3	Push-Pull Prob	16	4	4	
4	Kicker Brace	38	4	9	
5	Base Plat	83	4	20	
6	Locking Pin	571	16	35	
7	WHP	244	8	30	
8	Cotter Pin	247	16	15	
9	Hook Strap	665	24	27	
10	Tie Rod	86	4	21	

4.2. Perkiraan Jumlah Permintaan

Dari Tabel 3.12. Data Permintaan CW Tahun X, maka dapat diperkirakan jumlah permintaan pada tahun selanjutnya, dimisalkan dengan tahun Y. Jumlah permintaan per bulan pada tahun Y diramalkan dengan menggunakan metode *Seasonal Forecasting*, dengan asumsi akan ada permintaan dengan total sebanyak 1300 unit selama tahun Y.

Tabel 4.33. Perkiraan Jumlah Permintaan CW (Tahun Y)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	318	100	100	0	50	0	444	0	0	75	214

Kemudian, setelah diperoleh perkiraan jumlah permintaan bulanan pada tahun Y, maka dapat diketahui jumlah produksi per hari setiap bulannya. Dengan jumlah waktu kerja adalah 1 shift (8 jam) per hari selama 5 hari dalam seminggu, maka jumlah yang harus diproduksi setiap harinya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.34. Jumlah Produksi CW per Hari (Tahun Y)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	16	6	6	0	3	0	23	0	0	4	11

Data yang disajikan pada Tabel 4.34. dapat dijadikan gambaran yang akan mempermudah penentuan kebijakan-kebijakan yang akan diambil terkait dengan peningkatan kapasitas produksi perusahaan.

4.3. Peningkatan Kapasitas Produksi

4.3.1. Penambahan Jumlah Mesin

Dari Tabel 4.32., dapat dilihat bahwa kapasitas produksi CW per harinya hanya 4 unit. Sementara dari Tabel 4.34., jumlah yang harus diproduksi per harinya rata-rata di atas kemampuan kapasitas produksi yang sekarang.

Hal yang menyebabkan kapasitas produksi CW sangat kecil adalah kapasitas produksi per hari dari komponen-komponennya yang sangat kecil pula, terutama kapasitas produksi komponen Push-Pull (hanya 16 unit per hari), sementara kapasitas produksi komponen-komponen lain mencapai dua kalinya atau lebih. Kapasitas produksi komponen-komponen lainnya yang jauh lebih besar menjadi tidak berguna karena walaupun komponen lain bisa diproduksi lebih sementara komponen Push-Pull tidak tersedia, maka komponen lainnya tersebut tidak bisa disusun menjadi 1 unit Column Wale secara utuh.

Pada dasarnya, banyak sedikitnya jumlah komponen yang dapat diproduksi per hari dipengaruhi oleh lamanya waktu setiap proses dari pembuatan komponen tersebut. Semakin lama proses, maka semakin sedikit komponen yang dapat diproduksi, dan sebaliknya semakin cepat proses akan memperbanyak jumlah yang dapat diproduksi.

Proses yang membutuhkan waktu paling lama pada produksi komponen Push-Pull adalah proses pembubutan sub-komponen Bushing RSS R/L yang membutuhkan waktu standar sekitar 29 menit (dapat dilihat pada Tabel 4.29). Lamanya proses pembubutan Bushing RSS ini dikarenakan mesin yang digunakan harus melakukan 2 proses secara berurutan yaitu pembubutan Bushing RSS jenis R (kanan) dan jenis L (kiri) yang masing-masing membutuhkan waktu sekitar 11.42 menit (*rata-rata observed time*). Sehingga total waktu dari kedua proses ini dijumlahkan menjadi 22.84 menit karena dianggap jadi satu proses. Hal inilah yang menyebabkan komponen Push-Pull hanya dapat diproduksi sebanyak 16 unit per hari.

Untuk mengatasi permasalahan lamanya proses pembubutan sub-komponen Bushing RSS, dapat dilakukan dengan penambahan 1 mesin bubut untuk membedakan proses pembubutan sub-komponen Bushing RSS jenis R dan L, sehingga waktu yang tadinya dijumlahkan karena dianggap satu proses, dapat dibedakan untuk masing-masing prosesnya.

Penambahan 1 mesin bubut diperkirakan membutuhkan investasi sebesar Rp.50.000.000,- untuk biaya pembelian mesin dengan tambahan biaya pekerja yang akan mengoperasikan mesin tersebut. Penambahan mesin ini akan memberikan perubahan yang cukup drastis terhadap kapasitas produksi secara keseluruhan. Selain dapat mengurangi penumpukan WIP pada proses pembubutan, penambahan mesin bubut dapat meningkatkan kapasitas produksi komponen Push-Pull secara permanen menjadi 2 kali lipat yaitu 32 unit per hari, yang juga akan meningkatkan kapasitas CW menjadi 8 unit per hari. Penambahan mesin pada proses lainnya tidak dibutuhkan karena selain proses pembubutan tidak ada proses yang membutuhkan waktu proses lebih dari 11.42 menit.

Tabel 4.35. Kapasitas produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull)

No.	Komponen	Kapasitas Produksi/Hari	Jumlah dibutuhkan/unit CW	Jumlah CW dihasilkan dari komponen	Jumlah CW dihasilkan/hari
1	CW SSRZ	36	4	9	8
2	Scaffold Bracket	52	4	13	
3	Push-Pull Prob	32	4	8	
4	Kicker Brace	38	4	9	
5	Base Plat	83	4	20	
6	Locking Pin	571	16	35	
7	WHP	244	8	30	
8	Cotter Pin	247	16	15	
9	Hook Strap	665	24	27	
10	Tie Rod	86	4	21	

Penambahan jumlah mesin merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas produksi. Kapasitas produksi komponen-komponen CW bisa saja ditingkatkan berkali-kali lipat hanya dengan menambah jumlah mesin yang ada beserta dengan operator yang bertugas. Akan tetapi, hal tersebut tidak memungkinkan karena akan sangat banyak mesin yang ditambah sehingga menghabiskan dana yang sangat besar. Selain itu, penambahan banyak mesin juga membutuhkan area yang sangat luas dan akan menyebabkan perubahan tata letak lantai produksi yang cukup signifikan.

Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif-alternatif lain seperti penambahan jumlah jam kerja ataupun pengadaan stok pada 1 bulan sebelumnya.

4.3.2. Penambahan Shift dan Jumlah Jam Kerja

Penambahan jumlah jam kerja dapat dilakukan secara penuh (dengan menambah 1 shift kerja = 8 jam) atau hanya menambah beberapa jam saja. Penambahan 1 shift kerja dapat dilakukan pada waktu malam, terhitung pukul 19.00-04.00 (istirahat 1 jam) atau sesuai dengan kebijakan perusahaan. Penambahan 1 shift kerja diperkirakan akan meningkatkan kapasitas produksi menjadi 2 kali lipat dengan asumsi membutuhkan pekerja yang berbeda dengan pekerja pada shift pagi, tetapi biaya pekerjanya sama dengan biaya pekerja pada shift pagi.

Penambahan 1 shift kerja atau beberapa jam saja biasanya mempertimbangkan jumlah kekurangan dari target yang ingin dipenuhi setiap periodenya. Penambahan 1 shift kerja biasa dilakukan apabila target produksi yang ingin dipenuhi jumlahnya mendekati 2 kali lipat dari kapasitas produksi. Sementara untuk penambahan beberapa jam kerja dilakukan apabila jumlah target produksi yang diinginkan hanya sedikit melebihi kapasitas, guna mencegah terjadinya *idle time* pekerja. Penambahan 1 shift kerja atau beberapa jam saja tidak harus dilakukan pada semua komponen, tetapi bisa berfokus pada komponen yang kapasitas produksinya masih rendah.

Dari Tabel 4.34. Jumlah produksi CW per hari, dapat dilihat permintaan setiap harinya sangat fluktuatif. Walaupun secara keseluruhan rata-rata permintaan per harinya hanya 6 unit, tetapi ada permintaan yang sangat tinggi pada periode-periode tertentu, misalnya pada bulan Februari, Agustus dan Desember. Permintaan pada periode-periode tersebut jauh di atas kapasitas produksi (Dianggap kapasitas produksi CW sudah menjadi 8 unit/hari setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut).

Ketika masalah difokuskan pada target produksi harian pada bulan februari yaitu sebesar 16 unit CW per hari, maka komponen Push-Pull bukan lagi menjadi satu-satunya komponen yang memiliki masalah dengan jumlah kapasitas yang rendah. Beberapa komponen lainnya yang juga harus diperhatikan karena minimnya kapasitas produksi per harinya. Komponen-komponen lainnya yang dimaksud adalah CW SSRZ (9 unit CW/hari), Scaffold Bracket (13 unit CW/hari), Kicker Brace (9 unit CW/hari) dan Cotter Pin (15 unit CW/hari). Oleh

karena itu, perlu ditentukan kebijakan-kebijakan khusus pada periode tersebut terkait rendahnya kapasitas komponen-komponen tersebut yang menyebabkan kapasitas produksi CW secara keseluruhan tidak mampu memenuhi permintaan.

Peningkatan kapasitas CW menjadi 16 unit/hari dapat dilakukan dengan menerapkan penambahan jumlah shift dan jam kerja. Penambahan 1 shift kerja sebaiknya dilakukan pada lini produksi komponen CW SSRZ, Push-Pull dan Kicker Brace yang rata-rata kapasitas produksinya hanya mampu menghasilkan 8-9 unit CW/hari, sementara target produksi mencapai 16 unit CW per hari (sekitar 2 kalinya).

Sedangkan untuk lini produksi komponen Scaffold dan Cotter Pin cukup dilakukan penambahan jam kerja untuk memenuhi target. Banyaknya jam kerja yang ditambahkan dapat dihitung melalui jumlah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi kekurangan dari jumlah target yang ditetapkan dibandingkan dengan kapasitas produksi. Misalnya, untuk komponen Scaffold kapasitas produksinya mampu menghasilkan 13 unit CW per hari (kurang 3 unit CW dari target 16 unit CW). Untuk menghasilkan 3 unit CW dibutuhkan komponen Scaffold sebanyak 12 unit (masing-masing ada 4 komponen Scaffold pada CW). Sementara untuk memproduksi 12 unit komponen Scaffold dibutuhkan waktu sekitar 110 menit (8.9 menit per komponen). Maka, dapat dilakukan penambahan jam kerja (*overtime*) sebanyak 2 jam (120 menit), dan sudah dianggap cukup.

Sementara itu untuk komponen Cotter Pin, kapasitas produksi hanya mampu menghasilkan 15 unit CW per hari (kurang 1 unit CW dari target 16 unit CW). Untuk menghasilkan 1 unit CW dibutuhkan komponen Cotter Pin sebanyak 16 unit. Apabila dihitung per unit CW, maka komponen Cotter Pin perlu diproduksi sebanyak 16 unit lagi. Akan tetapi apabila melihat kapasitas produksi komponen Cotter Pin pada Tabel 4.35 yaitu sebanyak 247 unit, sebenarnya ada sisa sebanyak 7 unit dari shift pagi, di mana 240 unitnya dipakai untuk produksi 15 unit CW. Jadi, kekurangan komponen Cotter Pin yang harus diproduksi pada masa *overtime* adalah $(16-7)$ unit = 9 unit Cotter Pin. Selanjutnya, untuk memproduksi 9 unit komponen tersebut dibutuhkan waktu sekitar 18 menit (1.88 menit per komponen). Maka, dapat dilakukan penambahan jam kerja (*overtime*) sebanyak 1 jam (60 menit).

Tabel 4.36. Kapasitas produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull dan diterapkannya penambahan jam kerja untuk pemenuhan permintaan pada bulan februari)

No.	Komponen	Kapasitas Produksi/Hari	Jumlah dibutuhkan/unit CW	Jumlah CW dihasilkan dari komponen	Jumlah CW dihasilkan/hari
1	CW SSRZ	$36+(36)=72$	4	$9+(9)=18$	16
2	Scaffold Bracket	$52+(12)=64$	4	$13+(3)=16$	
3	Push-Pull Prob	$32+(32)$	4	$8+(8)=16$	
4	Kicker Brace	$38+(34)=72$	4	$9+(9)=18$	
5	Base Plat	83	4	20	
6	Locking Pin	571	16	35	
7	WHP	244	8	30	
8	Cotter Pin	$247+(9)=256$	16	$15+(1)=16$	
9	Hook Strap	665	24	27	
10	Tie Rod	86	4	21	

Cara yang hampir serupa dapat diterapkan untuk menghadapi tingginya target produksi harian yang ada pada bulan desember, yaitu sebesar 11 unit CW per hari. Untuk memenuhi target ini, lini produksi yang bermasalah pada kapasitas produksinya hanya komponen CW SSRZ, Push-Pull dan Kicker Brace, yaitu hanya mampu menghasilkan 8-9 unit CW per hari, sementara kapasitas produksi komponen lainnya sudah melebihi 11 unit CW per hari.

Dalam mengatasi masalah ini, penambahan shift kerja atau jumlah jam kerja yang ingin diterapkan pada masing-masing lini produksi dapat dihitung dengan cara yang sama dengan sebelumnya, yaitu dengan melihat jumlah kekurangan komponen dari target yang ingin dicapai.

Pada komponen Push-Pull, kapasitas produksinya hanya mampu menghasilkan 8 unit CW per hari (kurang 3 unit CW dari target 11 unit CW). Untuk menghasilkan 3 unit CW dibutuhkan komponen Push-Pull sebanyak 12 unit (masing-masing ada 4 komponen Push-Pull pada CW). Sementara untuk memproduksi 12 unit komponen Push-Pull dibutuhkan waktu sekitar 360 menit (29.04 menit per komponen). Maka, akan lebih baik apabila dilakukan penambahan 1 shift kerja sekaligus pada lini produksi komponen Push-Pull untuk memenuhi target yang ingin dicapai.

Pada komponen CW SSRZ dan Kicker Brace, masing-masing kapasitas produksinya mampu menghasilkan 9 unit CW per hari (kurang 2 unit CW dari target 11 unit CW). Untuk menghasilkan 2 unit CW dibutuhkan komponen CW SSRZ dan Kicker Brace masing-masing sebanyak 8 unit (masing-masing ada 4 komponen CW SSRZ dan Kicker Brace pada CW). Sementara untuk memproduksi 8 unit komponen CW SSRZ dibutuhkan waktu sekitar 105 menit (12.72 menit per komponen). Sedangkan untuk komponen Kicker Brace, terdapat lebih dari jumlah yang diproduksi pada shift pagi sebanyak 2 unit (dari 38 unit terpakai 36 unit untuk menghasilkan 9 unit CW), sehingga kekurangan komponen Kicker Brace yang harus diproduksi pada masa *overtime* adalah $(8-2)$ unit = 6 unit, dan total waktu yang dibutuhkan sekitar 75 menit (12.08 menit per komponen). Jadi, untuk masing-masing lini produksi komponen CW SSRZ dan Kicker Brace dapat dilakukan penambahan jam kerja sebanyak 2 jam (120 menit).

Tabel 4.37. Kapasitas produksi Column Wale (Setelah dilakukan penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull dan diterapkannya penambahan shift kerja dan *overtime* untuk pemenuhan permintaan pada bulan desember)

No.	Komponen	Kapasitas Produksi/Hari	Jumlah dibutuhkan/unit CW	Jumlah CW dihasilkan dari komponen	Jumlah CW dihasilkan/hari
1	CW SSRZ	$36+8=44$	4	$9+(2)=11$	11
2	Scaffold Bracket	52	4	13	
3	Push-Pull Prob	$32+12=44$	4	$8+(3)=11$	
4	Kicker Brace	$38+(6)=44$	4	$9+(2)=11$	
5	Base Plat	83	4	20	
6	Locking Pin	571	16	35	
7	WHP	244	8	30	
8	Cotter Pin	247	16	15	
9	Hook Strap	665	24	27	
10	Tie Rod	86	4	21	

Sementara itu, untuk memenuhi permintaan pada bulan agustus sebesar 23 unit CW per hari, dilakukannya penambahan jumlah mesin, shift dan jam kerja belum cukup untuk memenuhi seluruhnya. Hal ini disebabkan karena dalam 1 hari hanya bisa maksimal dilakukan penambahan 1 shift kerja, yang hanya bisa meningkatkan kapasitas produksi menjadi 2 x kapasitas produksi awal. Artinya, kapasitas produksi beberapa komponen yang masih tergolong rendah misalnya Push-Pull (hanya 8 unit CW per hari), hanya bisa ditingkatkan maksimal menjadi 16 unit CW per hari. Sehingga masih terdapat kekurangan sebanyak 7 unit CW per harinya. Kekurangan ini dapat dipenuhi dengan melakukan pengadaan stok pada 1 bulan sebelumnya.

4.3.3. Pengadaan Stok

Pengadaan unit cadangan (stok) dalam hal ini dilakukan untuk mempersiapkan unit-unit yang akan diminta pada bulan berikutnya. Pengadaan stok ini diberlakukan pada komponen-komponen yang masih mengalami kekurangan dari jumlah produksi dari target yang ingin dicapai, walaupun sudah dilakukan penambahan jumlah mesin, shift kerja dan jam kerja.

Tabel 4.35. adalah rangkuman yang memperlihatkan kapasitas produksi Column Wale (CW) dan semua komponen yang diproduksi, setelah dilakukannya penambahan 1 mesin bubut pada proses pembuatan komponen Push-Pull. Kondisi ini dianggap sudah permanen, sehingga dianggap kapasitas produksi CW per harinya adalah 8 unit.

Dari Tabel 4.35. dapat dilihat bahwa banyak komponen yang kapasitas produksi per harinya masih jauh dari target (di bawah 23 unit CW). Komponen-komponen tersebut adalah:

- 1) CW SSRZ (9 unit CW/hari)
- 2) Scaffold (13 unit CW/hari)
- 3) Push-Pull (8 unit CW/hari)
- 4) Kicker Brace (9 unit CW/hari)
- 5) Base Plat (20 unit CW/hari)
- 6) Cotter Pin (15 unit CW/hari)
- 7) Tie Rod (21 unit CW/hari)

Maka, pilihan-pilihan yang mungkin dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.38. Alternatif yang dapat dilakukan untuk memenuhi target/hari selama bulan agustus

	Komponen	Kapasitas Produksi/Hari	Jumlah dibutuhkan /unit CW	Jumlah CW dihasilkan dari komponen	Alternatif/hari			Jumlah CW dihasilkan (unit)	Target/hari Bulan Agustus (unit)
					+1 Shift	Overtime	Stok		
	CW SSRZ	36	4	9	+9 unit CW	-	+5 unit CW	23	23
	Scaffold Bracket	52	4	13	+13 unit CW	-	-	26	
	Push-Pull Prob	32	4	8	+8 unit CW	-	+7 unit CW	23	
	Kicker Brace	38	4	9	+9 unit CW	-	+5 unit CW	23	
	Base Plat	83	4	20	-	+3 unit CW	-	23	
	Cotter Pin	247	16	15	-	+8 unit CW	-	23	
	Tie Rod	86	4	21	-	+2 unit CW	-	23	

Dari Tabel 4.38, dapat dilihat bahwa ada 3 komponen yang tidak mampu memenuhi permintaan selama bulan agustus yaitu sebanyak 23 unit/hari walaupun sudah dilakukan penambahan 1 shift kerja yang meningkatkan kapasitas produksinya menjadi 2 kali lipat. Adapun ketiga komponen tersebut adalah CW SSRZ, Push-Pull dan Kicker Brace. Oleh karena itu, pilihan lain yang dapat dilakukan adalah dengan mengadakan stok untuk ketiga komponen tersebut pada bulan sebelumnya, bulan Juli.

Adapun untuk komponen CW SSRZ dan Kicker Brace, masing-masing jumlah stok yang diperlukan adalah sesuai dengan jumlah untuk memproduksi 100 unit CW (kekurangan 5 unit CW/hari selama 20 hari), yaitu 400 unit komponen CW SSRZ dan 400 unit komponen Kicker Brace, di mana telah diketahui 1 unit CW memerlukan masing-masing 4 unit komponen CW SSRZ dan Kicker Brace.

Sedangkan untuk komponen Push-Pull, jumlah stok yang diperlukan adalah sesuai dengan jumlah untuk memproduksi 140 unit CW (kekurangan 7 unit CW/hari selama 20 hari), yaitu 560 unit komponen Push-Pull, di mana telah diketahui 1 unit CW memerlukan 4 unit komponen Push-Pull.

Dari Tabel 4.34, dapat diketahui perkiraan produksi harian untuk masing-masing komponen yang perlu distok pada 1 bulan sebelumnya

Tabel 4.39. Produksi Harian Komponen CW SSRZ, Push-Pull dan Kicker pada Bulan Juli (Stok untuk bulan Agustus) pada Tahun Y

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
CW	0	16	6	6	0	3	0	23	0	0	4	11
	0	16	6	6	0	3	7 ←	16	0	0	4	11
CW SSRZ	0	64	24	24	0	12	20 ←	64	0	0	16	44
Push-Pull	0	64	24	24	0	12	28 ←	64	0	0	16	44
Kicker	0	64	24	24	0	12	20 ←	64	0	0	16	44

Dari penerapan beberapa alternatif tersebut, memang permasalahan mengenai *bottleneck* dan permintaan yang tidak terpenuhi dapat diselesaikan. Akan tetapi, penerapan tersebut masih secara sederhana dan hanya mengutamakan pemenuhan permintaan setiap bulannya dan belum mempertimbangkan total biaya apakah sudah optimum atau belum. Oleh karena itu, tahap selanjutnya yang perlu dilakukan adalah membuat suatu model produksi dan fungsi untuk mengoptimasi biaya dengan menggunakan metode *Production Scheduling Optimization*.

4.4. Production Scheduling Optimization

Tabel 4.40. Jumlah permintaan CW pada tahun Y, estimasi biaya produksi reguler dan *overtime*, biaya stok serta jumlah jam kerja reguler dan *overtime*

	Bulan pada Tahun Y											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah permintaan Column Wale (unit)	0	318	100	100	0	50	0	444	0	0	75	214
Biaya produksi reguler (per unit)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Biaya produksi <i>overtime</i> (per unit)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Jumlah jam kerja reguler	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Jumlah jam kerja <i>overtime</i>	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Biaya stok (per unit)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Diketahui waktu untuk memproduksi 1 unit CW adalah 2 jam. Biaya produksi reguler, *overtime* dan stok diasumsikan seperti yang terdapat pada tabel. Sementara jumlah jam kerja reguler dan *overtime* sebanyak 160 jam diperoleh dari 20 hari kerja dalam setiap bulan dikalikan dengan 8 jam/hari kerja.

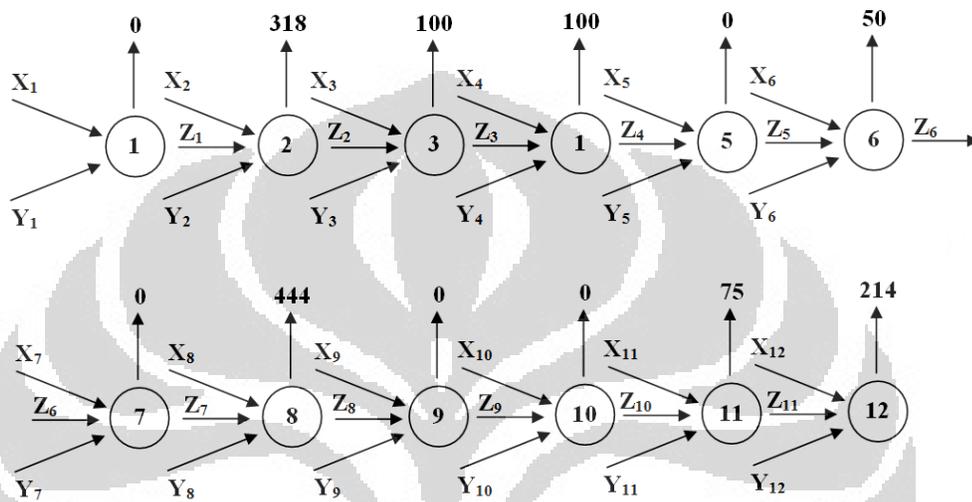
Penyelesaian :

Misalkan,

- $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{12}$ adalah jumlah CW (unit) yang diproduksi secara reguler pada bulan ke-1 s.d. ke-12.
- $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{12}$ adalah jumlah CW (unit) yang diproduksi secara *overtime* pada bulan ke-1 s.d. ke-12.

- $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{11}$ adalah jumlah persediaan CW (unit) pada bulan ke-1 s.d. ke-11.

Maka, model produksi CW :



Gambar 4.1. Model Produksi Column Wale (Tahun Y)

Adapun tujuan fungsi dari model produksi CW adalah untuk mengoptimasi biaya (P).

$$\text{Minimize } P = 250 (X_1 + X_2 + \dots + X_{12}) + 300 (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{12}) + 50 (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_{11})$$

Adapun batasan-batasan untuk fungsi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Batasan-batasan jam kerja regular pekerja

$$\begin{array}{lll} 2X_1 \leq 160 & 2X_5 \leq 160 & 2X_9 \leq 160 \\ 2X_2 \leq 160 & 2X_6 \leq 160 & 2X_{10} \leq 160 \\ 2X_3 \leq 160 & 2X_7 \leq 160 & 2X_{11} \leq 160 \\ 2X_4 \leq 160 & 2X_8 \leq 160 & 2X_{12} \leq 160 \end{array}$$

2. Batasan-batasan jam kerja *overtime* pekerja

$$\begin{array}{lll} 2Y_1 \leq 160 & 2Y_5 \leq 160 & 2Y_9 \leq 160 \\ 2Y_2 \leq 160 & 2Y_6 \leq 160 & 2Y_{10} \leq 160 \\ 2Y_3 \leq 160 & 2Y_7 \leq 160 & 2Y_{11} \leq 160 \\ 2Y_4 \leq 160 & 2Y_8 \leq 160 & 2Y_{12} \leq 160 \end{array}$$

3. Batasan-batasan permintaan bulanan

$$\begin{array}{ll} \text{Bulan 12} & : X_{12} + Y_{12} + Z_{11} \geq 214 \\ \text{Bulan 11} & : X_{11} + Y_{11} + Z_{10} - Z_{11} \geq 75 \\ \text{Bulan 10} & : X_{10} + Y_{10} + Z_9 - Z_{10} \geq 0 \\ \text{Bulan 9} & : X_9 + Y_9 + Z_8 - Z_9 \geq 0 \\ \text{Bulan 8} & : X_8 + Y_8 + Z_7 - Z_8 \geq 444 \\ \text{Bulan 7} & : X_7 + Y_7 + Z_6 - Z_7 \geq 0 \\ \text{Bulan 6} & : X_6 + Y_6 + Z_5 - Z_6 \geq 50 \\ \text{Bulan 5} & : X_5 + Y_5 + Z_4 - Z_5 \geq 0 \\ \text{Bulan 4} & : X_4 + Y_4 + Z_3 - Z_4 \geq 100 \\ \text{Bulan 3} & : X_3 + Y_3 + Z_2 - Z_3 \geq 100 \\ \text{Bulan 2} & : X_2 + Y_2 + Z_1 - Z_2 \geq 318 \\ \text{Bulan 1} & : X_1 + Y_1 - Z_1 \geq 0 \end{array}$$

(dengan $X_i, Y_i, Z_i \geq 0$)

Untuk menentukan biaya optimum, maka terlebih dahulu harus ditentukan nilai untuk masing-masing X_i, Y_i dan Z_i dari batasan-batasan yang ada.

1. Batasan-batasan jam kerja regular pekerja
Nilai $X_1, X_2, \dots, X_{12} \leq 80$
2. Batasan-batasan jam kerja *overtime* pekerja
Nilai $Y_1, Y_2, \dots, Y_{12} \leq 80$
3. Batasan-batasan permintaan bulanan

$$\text{Bulan 12} \quad : X_{12} + Y_{12} + Z_{11} \geq 214$$

$$80 + 80 + Z_{11} \geq 214$$

$$Z_{11} \geq 54$$

$$\text{Bulan 11} \quad : X_{11} + Y_{11} + Z_{10} - Z_{11} \geq 75$$

$$80 + 80 + Z_{10} - 54 \geq 75$$

$$Z_{10} \geq -31 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_{10} \text{ dianggap 0)}$$

Karena target pada bulan ke-11 hanya 75 unit ditambah dengan 54 unit stok minimum untuk permintaan bulan berikutnya, maka total CW yang harus diproduksi pada bulan ke-11 adalah 129 unit. Sehingga nilai $X_{11} = 80$ dan $Y_{11} = 49$ yang berarti perusahaan tetap melakukan produksi reguler sebanyak 80 unit dan *overtime* cukup 49 unit, karena sudah dapat memenuhi target keseluruhan.

$$\text{Bulan 10} \quad : X_{10} + Y_{10} + Z_9 - Z_{10} \geq 0$$

$$80 + 80 + Z_9 - 0 \geq 0$$

$$Z_9 \geq -160 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_9 \text{ dianggap 0)}$$

Pada bulan ke-10 tidak terdapat permintaan dan perusahaan tidak harus mengadakan stok untuk bulan berikutnya, sehingga nilai $X_{10} = 0$ dan $Y_{10} = 0$ yang berarti perusahaan tidak harus melakukan produksi baik secara reguler maupun *overtime*.

$$\begin{aligned} \text{Bulan 9} & : X_9 + Y_9 + Z_8 - Z_9 \geq 0 \\ & 80 + 80 + Z_8 - 0 \geq 0 \\ & Z_8 \geq -160 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_8 \text{ dianggap 0)} \end{aligned}$$

Pada bulan ke-9 tidak terdapat permintaan dan perusahaan tidak harus mengadakan stok untuk bulan berikutnya, sehingga nilai $X_9 = 0$ dan $Y_9 = 0$ yang berarti perusahaan tidak harus melakukan produksi baik secara reguler maupun *overtime*.

$$\begin{aligned} \text{Bulan 8} & : X_8 + Y_8 + Z_7 - Z_8 \geq 444 \\ & 80 + 80 + Z_7 - 0 \geq 444 \\ & Z_7 \geq 284 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulan 7} & : X_7 + Y_7 + Z_6 - Z_7 \geq 0 \\ & 80 + 80 + Z_6 - 284 \geq 0 \\ & Z_6 \geq 124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulan 6} & : X_6 + Y_6 + Z_5 - Z_6 \geq 50 \\ & 80 + 80 + Z_5 - 124 \geq 50 \\ & Z_5 \geq 14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulan 5} & : X_5 + Y_5 + Z_4 - Z_5 \geq 0 \\ & 80 + 80 + Z_4 - 14 \geq 0 \\ & Z_4 \geq -146 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_4 \text{ dianggap 0)} \end{aligned}$$

Pada bulan ke-5 tidak ada permintaan, tetapi perusahaan harus mengadakan stok sebanyak 14 unit, yang berarti perusahaan tidak perlu melakukan *overtime* dan cukup memproduksi CW sebanyak 14 unit pada waktu reguler. Sehingga nilai $X_5 = 14$ dan $Y_5 = 0$.

$$\begin{aligned} \text{Bulan 4} & : X_4 + Y_4 + Z_3 - Z_4 \geq 100 \\ & 80 + 80 + Z_3 - 0 \geq 100 \\ & Z_3 \geq -60 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_3 \text{ dianggap 0)} \end{aligned}$$

Pada bulan ke-4 terdapat permintaan sebanyak 100 unit, tetapi perusahaan tidak harus melakukan stok untuk bulan berikutnya. Sehingga perusahaan cukup melakukan produksi secara reguler sebanyak 80 unit dan *overtime* sebanyak 20 unit. Sehingga nilai $X_4 = 80$ dan $Y_4 = 20$.

$$\begin{aligned} \text{Bulan 3} & : X_3 + Y_3 + Z_2 - Z_3 \geq 100 \\ & 80 + 80 + Z_2 - 0 \geq 100 \\ & Z_2 \geq -60 \text{ (Tidak memenuhi, sehingga nilai } Z_2 \text{ dianggap 0)} \end{aligned}$$

Pada bulan ke-3 terdapat permintaan sebanyak 100 unit, tetapi perusahaan tidak harus melakukan stok untuk bulan berikutnya. Sehingga perusahaan cukup melakukan produksi secara reguler sebanyak 80 unit dan *overtime* sebanyak 20 unit. Sehingga nilai $X_3 = 80$ dan $Y_3 = 20$.

$$\begin{aligned} \text{Bulan 2} & : X_2 + Y_2 + Z_1 - Z_2 \geq 318 \\ & 80 + 80 + Z_1 - 0 \geq 318 \\ & Z_1 \geq 158 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulan 1} & : X_1 + Y_1 - Z_1 \geq 0 \\ & 80 + 80 - 158 \geq 0 \\ & 160 \geq 158 \end{aligned}$$

Pada bulan ke-1 tidak ada permintaan, tetapi perusahaan harus mengadakan stok sebanyak 158 unit untuk permintaan pada bulan berikutnya, yang berarti perusahaan harus memproduksi 80 unit CW pada waktu reguler dan 78 unit CW pada waktu *overtime*. Sehingga nilai $X_1 = 80$ dan $Y_1 = 78$.

Tabel 4.41. Nilai Optimum X_1, X_2, \dots, X_{12}

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
80	80	80	80	14	80	80	80	0	0	80	80

Tabel 4.42. Nilai Optimum Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}

Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}	Y_{11}	Y_{12}
78	80	20	20	0	80	80	80	0	0	49	80

Tabel 4.43. Nilai Optimum Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}
158	0	0	0	14	124	284	0	0	0	54

Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize } P &= 250 (X_1 + X_2 + \dots + X_{12}) + 300 (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{12}) + 50 (Z_1 + \\
 &\quad Z_2 + \dots + Z_{11}) \\
 &= 250 (80 + 80 + \dots + 80) + 300 (78 + 80 + \dots + 80) + 50 (158 + 0 \\
 &\quad + \dots + 0) \\
 &= 250 (734) + 300 (567) + 50(634) \\
 &= 183.500 + 170.100 + 31.700
 \end{aligned}$$

$$\text{Minimize } P = 385.300$$

Berikut ini adalah biaya bulanan yang optimum :

$$\text{Bulan 1} = 250 X_1 + 300 Y_1 + 50 Z_1 = 51.300$$

$$\text{Bulan 2} = 250 X_2 + 300 Y_2 + 50 Z_2 = 44.000$$

$$\text{Bulan 3} = 250 X_3 + 300 Y_3 + 50 Z_3 = 26.000$$

$$\text{Bulan 4} = 250 X_4 + 300 Y_4 + 50 Z_4 = 26.000$$

$$\text{Bulan 5} = 250 X_5 + 300 Y_5 + 50 Z_5 = 4.200$$

$$\text{Bulan 6} = 250 X_6 + 300 Y_6 + 50 Z_6 = 50.200$$

$$\text{Bulan 7} = 250 X_7 + 300 Y_7 + 50 Z_7 = 58.200$$

$$\text{Bulan 8} = 250 X_8 + 300 Y_8 + 50 Z_8 = 44.000$$

$$\text{Bulan 9} = 250 X_9 + 300 Y_9 + 50 Z_9 = 0$$

$$\text{Bulan 10} = 250 X_{10} + 300 Y_{10} + 50 Z_{10} = 0$$

$$\text{Bulan 11} = 250 X_{11} + 300 Y_{11} + 50 Z_{11} = 37.400$$

$$\text{Bulan 12} = 250 X_{12} + 300 Y_{12} = 44.000$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

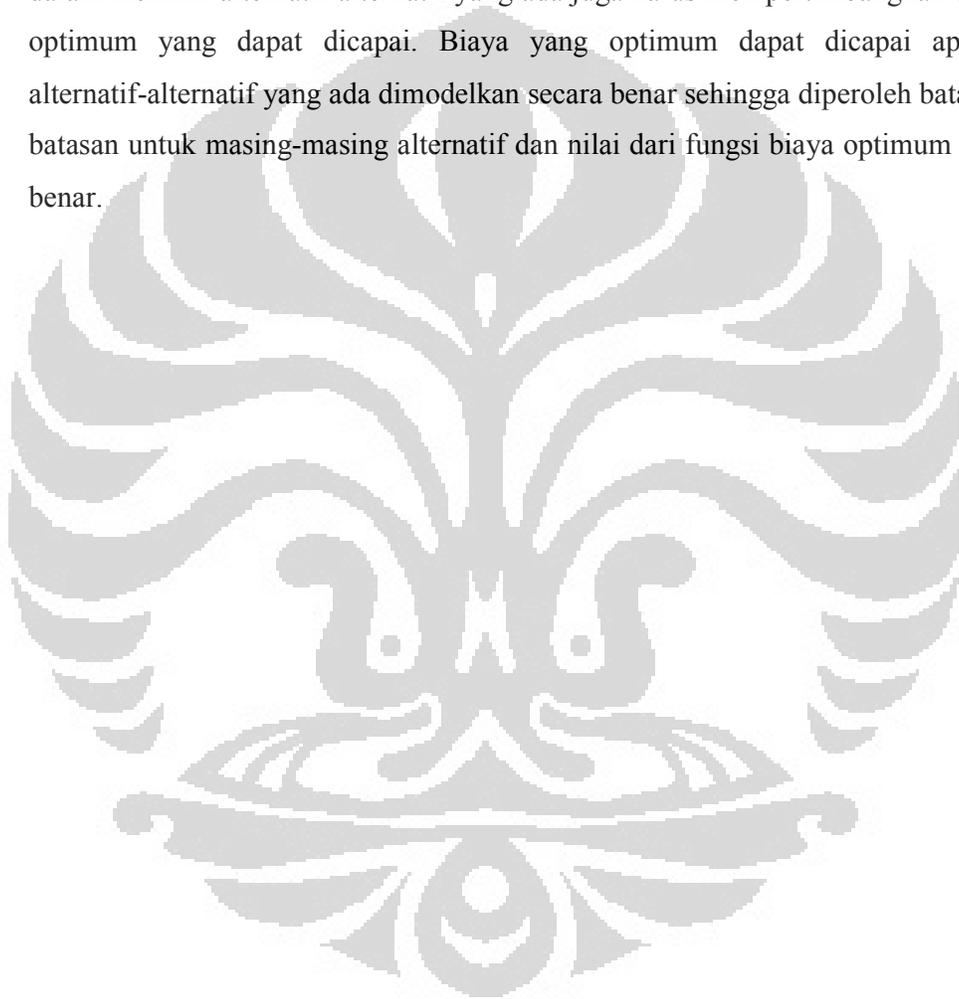
5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Dalam meningkatkan kapasitas produksinya, suatu perusahaan dapat melakukan beberapa cara, antara lain yaitu dengan menambah jumlah mesin, menambah jumlah jam kerja (*overtime*) pekerja atau dengan pengadaan stok.
- 2) Penambahan 1 mesin bubut pada lini produksi komponen Push-Pull dapat meningkatkan kapasitas produksi Column Wale menjadi 2 kali lipat.
- 3) Penambahan 1 shift kerja dapat meningkatkan kapasitas produksi Column Wale menjadi 2 kali lipat.
- 4) Biaya keseluruhan yang optimum yaitu 385.300 dengan rincian biaya optimum bulanan adalah sebagai berikut :
 - Bulan ke-1 = 51.300
 - Bulan ke-2 = 44.000
 - Bulan ke-3 = 26.000
 - Bulan ke-4 = 26.000
 - Bulan ke-5 = 4.200
 - Bulan ke-6 = 50.200
 - Bulan ke-7 = 58.200
 - Bulan ke-8 = 44.000
 - Bulan ke-9 = 0
 - Bulan ke-10 = 0
 - Bulan ke-11 = 37.400
 - Bulan ke-12 = 44.000

5.2. **Saran**

Peningkatan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan beberapa alternatif. Alternatif-alternatif yang dipilih belum tentu akan menghasilkan biaya yang optimum apabila hanya mempertimbangkan jumlah target yang ingin dipenuhi. Oleh karena itu, selain mempertimbangkan jumlah target, sebaiknya dalam memilih alternatif-alternatif yang ada juga harus mempertimbangkan biaya optimum yang dapat dicapai. Biaya yang optimum dapat dicapai apabila alternatif-alternatif yang ada dimodelkan secara benar sehingga diperoleh batasan-batasan untuk masing-masing alternatif dan nilai dari fungsi biaya optimum yang benar.



DAFTAR REFERENSI

- Ahyari, Agus. (1992). *Manajemen Produksi*. Yogyakarta: BPFE
- Badan Pusat Statistik. (2009). *Jumlah Perusahaan Konstruksi menurut Provinsi Tahun 2006-2009*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barnes, Ralph M. (1980). *Motion and Time Study Design and Measurement Work*. United States.
- Jacob. (2009). *Operation & Supply Management*. Mc. Grow Hill: New York
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (2004). *Waktu Kerja dan Upah Kerja Lembur*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.
- Niebel, Benjamin. (2003). *Methods, Standards, and Work Design*. New York: Mc. Grow Hill.
- Sanders, Mark.S. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. Mc. Grow Hill: New York.
- Stevenson, William J. (2010). *Operation Management-An Asian Perspective*. New York: Mc Grow Hill.