

**UPAYA MAKSIMASI KEUNTUNGAN MELALUI
PENENTUAN VOLUME PRODUKSI PADA INDUSTRI
KONVEKSI DI PEKALONGAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)***



Oleh :

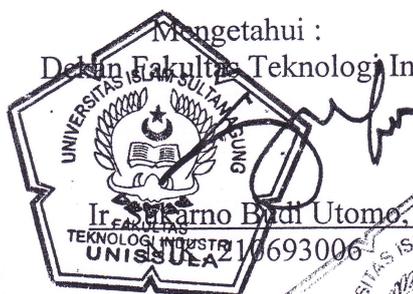
NURWIDIANA, ST, MT
AKHMAD SYAKHRONI, ST, M.ENG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
JULI, 2010**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Upaya Maksimasi Keuntungan melalui Penentuan Volume Produksi pada Industri Konveksi di Pekalongan dengan Menggunakan Metode Theory of Constraints (TOC)
- b. Bidang Ilmu : Teknologi
- c. Kategori : Kelompok
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Nurwidiana, ST, MT
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Golongan/ Pangkat/NIK : III A/ Penata Muda/210603027
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Fakultas / Jurusan : Teknologi Industri / Teknik Industri
3. Jumlah Anggota Peneliti : 1
 - a. Nama Anggota Peneliti 1 : Akhmad Syakhroni, ST, M.Eng
 - b. Nama Anggota Peneliti 2 : -
4. Lokasi Penelitian : Pabrik Konveksi di Pekalongan
5. Kerjasama dengan Institusi Lain
 - a. Nama Institusi : -
 - b. Alamat : -
 - c. Telepon/Fax/E-mail : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 4 bulan
7. Biaya yang Diperlukan : Rp 3.500.000,00
(Tiga Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)
Semarang, Juli 2010

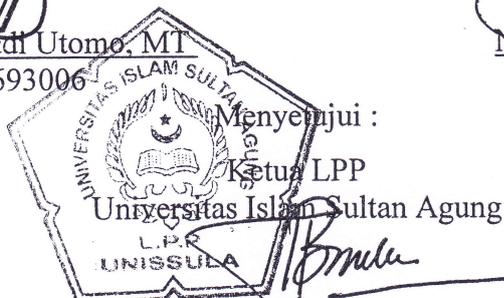
Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknologi Industri



Ketua Peneliti

Nurwidiana, ST, MT
NIK. 210603027

Menyetujui :



Dr. Budhi Cahyono, SE, M.Si
NIK. 210492030

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kekuatan, rahmat, dan hidayahnya sehingga atas perkenanNya kami bisa menyelesaikan Laporan Penelitian kelompok dosen FTI Unissula ini.

Penelitian kelompok ini didanai oleh SP4 Fakultas, yang sangat membantu dosen dalam melakukan penelitian sebagai tugasnya dalam mengamalkan Tri Dharma perguruan tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat ditinjaklanjuti untuk diadakan penelitian lebih lanjut, sehingga dapat memberikan kontribusi yang nyata terhadap masyarakat sekitarnya khususnya dunia industri. Kami berharap agar hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan alternatif untuk mengatasi salah satu kendala dan hambatan dalam dunia pendidikan.

Akhirnya peneliti mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam melakukan kegiatan penelitian ini. Saran dan kritik sangat kami harapkan , mengingat penelitian ini masih jauh dari nilai sempurna.

Semarang, Juli 2010

Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran	viii
ABSTRAKSI	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Kendala (<i>Theory of Constraints</i>)	4
2.2 Kapasitas	10
2.3 <i>Bottleneck</i> dan <i>Non Bottleneck</i>	15
2.4 Metode <i>Linier Programming</i>	16
2.5 Pengukuran Waktu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Objek Penelitian	33
3.2 Identifikasi Masalah	33
3.3 Perumusan Masalah	33
3.4 Identifikasi Variabel Penelitian	33
3.5 Pengumpulan Data	33
3.6 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data	34
3.7 Perhitungan Waktu Baku	34
3.8 Teknik Analisis	34

3.9 Kerangka Pemecahan Masalah	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengumpulan Data	39
4.2 Pengolahan Data	49
4.3 Analisis <i>Constraint Resources</i> dan Analisis Profit	55
4.4 Analisis Volume Produksi Optimal dan Total Profit	59
4.5 Analisis Sensitivitas	65
4.6 Analisis Utilitas	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data untuk model Linier Programming	18
Tabel 2.2 Penyesuaian Menurut Westinghouse	26
Tabel 4.1 Biaya Bahan Baku Kemeja Panjang	47
Tabel 4.2 Biaya Bahan Baku Kemeja Pendek	47
Tabel 4.3 Biaya Bahan Baku Celana Panjang	47
Tabel 4.4 Biaya Bahan Baku Celana Pendek	47
Tabel 4.5 Biaya Bahan Baku Kaos	47
Tabel 4.6 Biaya Bahan Baku Daster	48
Tabel 4.7 Biaya Bahan Baku Baju Wanita	48
Tabel 4.8 Market Potensial Perminggu	48
Tabel 4.9 Faktor Penyesuaian	51
Tabel 4.10 Nilai Kelonggaran	52
Tabel 4.11 Waktu Proses Tiap Produk (Waktu Baku)	54
Tabel 4.12 Kapasitas <i>Requirement</i>	55
Tabel 4.13 Sumber Daya yang Tersedia	56
Tabel 4.14 Kapasitas Sumber Daya Mesin/Operator yang Tersedia	57
Tabel 4.15 Constraint Resource	57
Tabel 4.16 Profit perunit	58
Tabel 4.17 Profit per Constraint resource pada Work Center Pola	59
Tabel 4.18 Profit per Constraint resource pada Work Center Penjahitan	59
Tabel 4.19 Profit per Constraint resource pada Work Center Assesories	60
Tabel 4.20 Variabel Keputusan	60
Tabel 4.21 Perhitungan Profit Perproduk	61
Tabel 4.22 Market Potensial Perminggu	61
Tabel 4.23 Waktu Proses Per Unit	62
Tabel 4.24 Input Linier Programming	63
Tabel 4.25 Output Linier Programming	64
Tabel 4.26 VolumeProduksi Linier Programming	64
Tabel 4.27 Kebutuhan Kapasitas	70

Tabel 4.28 Kapasitas Sumber Daya yang Tersedia	71
Tabel 4.29 Perhitungan Utilitas	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Flowchart Theory of Constraint	7
Gambar 3.1 Flowchart Pemecahan Masalah	38
Gambar 4.1 Routing Data Produk Kemeja Panjang	40
Gambar 4.2 Routing Data Produk Kemeja Pendek	41
Gambar 4.3 Routing Produk untuk Baju Wanita	42
Gambar 4.4 Routing Produk Celana Panjang	43
Gambar 4.5 Routing Data Produk Celana Pendek	44
Gambar 4.6 Routing Data Produk Kaos	45
Gambar 4.7 Routing Data Produk Daster	46
Gambar 4.8 Uji Keseragaman Produk Kemeja Panjang Proses Pola	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Waktu Pengamatan Produk

ABSTRAKSI

Perusahaan yang memproduksi lebih dari satu jenis produk perlu menentukan macam dan jumlah produk yang akan diproduksi untuk masing-masing jenis produk dengan memperhatikan kemampuan teknis yang ada. Penelitian pada BATIK MAS ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah perusahaan telah menggunakan sumber daya yang dimiliki secara optimal dan menentukan berapa jumlah produk yang optimal pada masing-masing jenis produk yang memberikan keuntungan maksimal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Theory of Constraints (Teori Kendala). Penyelesaian dengan metode TOC menekankan pada pengelolaan stasiun kendala (penghambat) yaitu menentukan stasiun kendala, meningkatkan performansi dan kapasitas stasiun kendala, dan menjadikan stasiun kendala sebagai acuan laju produksi untuk keseluruhan sistem produksi. Teori ini memberikan solusi penentuan jumlah produk yang optimal berdasarkan analisis terhadap kendala dalam proses produksi.

Work center yang menjadi kendala adalah pada work center pola, penjahitan dan obras dikarenakan kebutuhan kapasitas lebih besar daripada kapasitas sumber daya yang tersedia. Dari hasil pengolahan data penentuan volume produk yang optimal didapat adalah kemeja panjang 180 unit, kemeja pendek 151 unit, baju wanita 140 unit, celana panjang 140 unit, celana pendek 220 unit, kaos 160 unit, dan daster 220 unit. Setelah volume produksi diketahui kemudian menghitung utilitas, pada perhitungan utilitas tidak ada lagi angka utilitas yang melebihi 100% hal ini menunjukkan tidak ada lagi constraint resource yang terjadi.

Kata kunci : *Kendala, kapasitas produksi, Theory Of Constraints*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan khususnya yang bergerak dalam bidang manufaktur, terdapat banyak persoalan dalam pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai tujuan manajemen. Menyoroti permasalahan dalam bidang produksi, terdapat beranekaragam item yang harus mendapat perhatian khusus, karena mempunyai dampak luas bagi keseluruhan sistem produksi. Perbaikan demi perbaikan yang dilakukan terhadap persoalan-persoalan tersebut, memungkinkan tercapainya kondisi ideal bagi tercapainya tujuan perusahaan. Dengan kata lain faktor-faktor produksi akan menentukan jenis serta jumlah barang yang akan dihasilkan secara optimum sehingga dapat mendatangkan keuntungan bagi perusahaan.

Untuk mendapatkan suatu produksi yang optimal, maka diperlukan suatu strategi perencanaan produksi yang berhubungan dengan masalah produksi jangka panjang antara sistem dan lingkungan sekitarnya. Yang termasuk dalam masalah produksi jangka panjang antara lain adalah tujuan produksi yang telah ditetapkan, perencanaan produksi atau penentuan komoditi yang harus diproduksi oleh perusahaan, waktu yang tepat dari kedatangan bahan baku produksi dan alokasi yang optimal dari bahan baku ke sub sistem yang bervariasi dalam organisasi untuk pemakaian yang efektif.

Selain perencanaan strategis produksi, perlu adanya manajemen operasional produksi yang memperhatikan penyelesaian masalah jangka pendek dalam sistem. Hal ini bertujuan menjamin lancarnya aliran informasi produksi dan operasi dari proses produksi.

Sehubungan dengan hal di atas, dalam upaya meningkatkan efisiensi dari produksi Batik MAS maka diperlukan perencanaan produksi yang tepat. Perencanaan produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen operasional produksi. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah masalah keseimbangan lintasan material dan kapasitas produksi yang tersedia.

Perkembangan saat ini menunjukkan bahwa sejalan dengan semakin kompleksnya dunia usaha, maka kebutuhan untuk memahami masa depan yang didasarkan pada kerangka berfikir rasional semakin dibutuhkan. Oleh karena itu peramalan bisnis mempunyai posisi strategis dalam proses administrasi bisnis, terutama membantu para manajer dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam pengambilan keputusan sebaiknya mempertimbangkan kendala yang muncul dalam proses pembuatan produk, untuk itu diperlukan metode untuk menentukan jumlah produk dari masing-masing jenis produk yang dapat memberikan keuntungan lebih besar. Ada beberapa alternatif metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah *Theory of Constraints* (Teori Kendala).

Penyelesaian dengan metode TOC menekankan pada pengelolaan stasiun kendala (penghambat), yaitu menentukan stasiun kendala, meningkatkan performansi dan kapasitas stasiun kendala, dan menjadikan stasiun kendala sebagai acuan laju produksi untuk keseluruhan sistem produksi. Teori ini memberikan solusi penentuan jumlah produk yang optimal pada pemilihan alternatif produk berdasarkan analisis terhadap kendala dalam proses produksi.

1.2 Perumusan Masalah

Melihat latar belakang persoalan diatas, maka dapat dirumuskan suatu cara bagaimana menentukan volume produksi agar diperoleh keuntungan yang maksimal dengan menggunakan metode *Theory Of Constraint (TOC)*.

Untuk menghindari meluasnya masalah serta agar dalam proses penulisan penelitian dapat terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian adalah pada industri kecil di Pekalongan yang bergerak dalam bidang konveksi.
2. *Constraints* yang dibahas hanya *Constraints* yang berada pada lintasan produksi di divisi produksi.
3. Tinjauan penelitian hanya berdasarkan pada kapasitas waktu sebagai pembatas.
4. Perhitungan Linier Programing menggunakan software QS bwin.
5. Keuntungan (*profit*) dalam hal ini adalah keuntungan kotor (*gross profit*).

6. Sumber daya menggunakan mesin atau operator yang bekerja.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah serta agar dalam proses penulisan penelitian dapat terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian adalah pada Batik MAS Pekalongan
2. Penelitian difokuskan pada produk kemeja panjang, kemeja pendek, baju wanita, celana panjang, celana pendek, kaos, daster.
3. *Constraints* yang dibahas hanya *Constraints* yang berada pada lintasan produksi di divisi produksi.
4. Tinjauan penelitian hanya berdasarkan pada kapasitas waktu sebagai pembatas.
5. Perhitungan biaya menggunakan biaya bahan baku.
6. *Set-up* mesin tidak dihitung.
7. Perhitungan Linier Programing menggunakan software QS bwin.
8. Keuntungan (profit) dalam hal ini adalah keuntungan kotor (*gross profit*).
9. Sumber daya menggunakan mesin atau operator yang bekerja .

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah bagaimakah menentukan volume produksi yang optimal dengan sumber daya yang ada guna memaksimalkan keuntungan usaha di bidang konveksi.

1.5 Sistematika penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Berisan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian dan untuk merumuskan hipotesis apabila memang diperlukan dari berbagai referensi yang dijadikan landasan pada kegiatan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian diuraikan secara rinci desain, metode atau pendekatan yang akan digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Uraian meliputi parameter penelitian, model yang digunakan, rancangan penelitian serta teknik pengolahan dan analisis data.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Memuat hasil penelitian dan pembahasan yang bersifat terpadu. Hasil penelitian sedapat-dapatnya disadikan dalam bentuk daftar (tabel), grafik, persamaan matematik, foto atau bentuk lain. Pembahasan tentang hasil yang diperoleh berupa penjelasan teoritik baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berassal dari hasil analisis dan merupakan pernyataan singkat, jelas, dan tepat tentang apa yang diperoleh/dapat dibuktikan/dijabarkan dari hipotesis (dalam kesimpulan tidak perlu ada uraian lagi. Bagi yang melakukan studi literature dapat memberikan kesimpulan berdasarkan analisa hasil-hasil pemikirannya. Saran memuat berbagai usulan/pendapat yang sebaiknya diperkaitkan oleh penelitian sejenis. Saran dibuat berdasarkan pengalaman, kesulitan,kesalahan, temuan baru yang belum diteliti dan berbagai kemungkinan kearah penelitian berikutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Kendala (*Theory of Constraint*)

2.1.1 Konsep Dasar Teori Kendala

Theory of Constraints (TOC) merupakan pengembangan dari *Optimized Production Technology* (OPT). Teori ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Israel, Dr. Eliyahu M. Goldratt, dalam bukunya yang berjudul “*The Goal : A Process of Ongoing Improvement*”, yang ditulis pada tahun 1986. (Fogarty, 1991)

Konsep OPT menekankan pada optimasi pemanfaatan stasiun *constraints*, metode ini juga dikenal dengan nama *Theory of Constraints* (TOC) atau teori kendala. OPT merupakan suatu teknik untuk optimasi penjadwalan produksi yang bertujuan meningkatkan hasil produk jadi keseluruhan yang terjual (*Throughput*), mengurangi persediaan (*Inventory*) dan mengurangi biaya operasional (*Operational expenses*). Dalam OPT, Goldratt telah membuat konsep yang memasukkan filosofi manajemen dalam perbaikan berdasarkan pengidentifikasian kendala-kendala untuk meningkatkan keuntungan.

Dasar dari TOC adalah bahwa setiap organisasi mempunyai kendala-kendala yang menghambat pencapaian kinerja (*Performance*) yang tinggi. Kendala-kendala ini seharusnya diidentifikasi dan diatur untuk memperbaiki kinerja, biasanya jumlah kendala terbatas dan bukan berarti kendala kapasitas. Jika suatu kendala telah terpecahkan, maka kendala berikutnya dapat diidentifikasi dan diperbaharui.

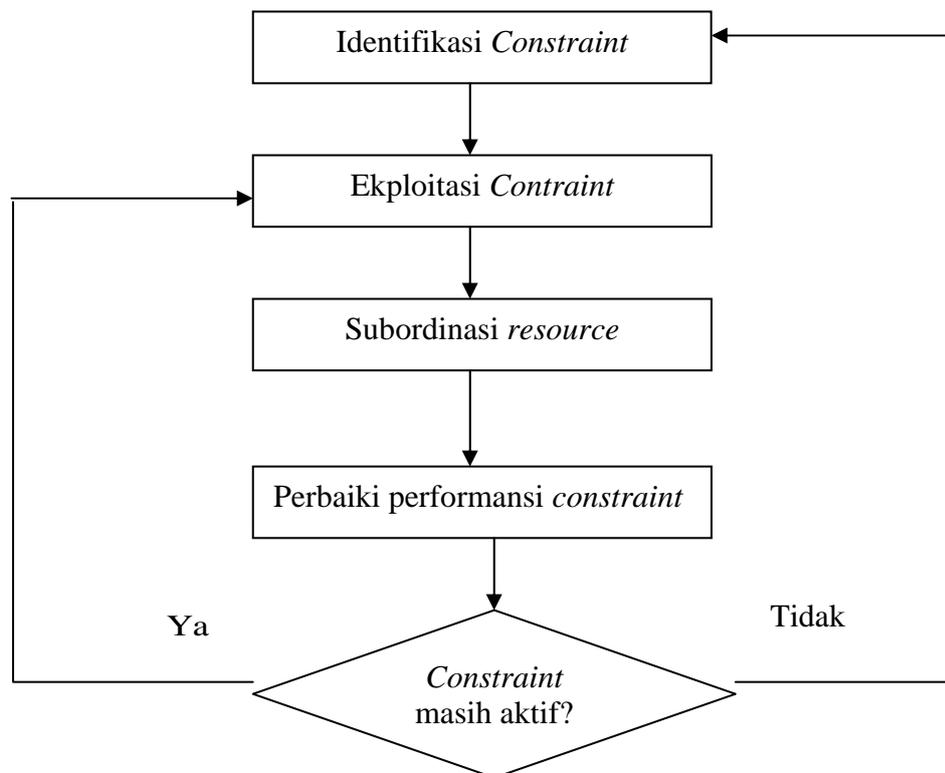
Dalam mengimplementasi ide-ide sebagai solusi dari suatu permasalahan, Goldratt mengembangkan lima langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih terfokus dan memberikan pengaruh positif yang lebih baik bagi sistem sebelumnya. Langkah-langkah tersebut adalah:

1. Identifikasi sumber daya kendala (*Constraints*) dalam sistem, yaitu memprioritaskan menurut pengaruh terhadap tujuan. Walaupun mungkin

ada banyak kendala dalam suatu waktu, biasanya hanya sedikit kendala yang sesungguhnya dalam sistem itu.

2. Putuskan bagaimana menghilangkan kendala tersebut, pada tahap ini ditentukan bagaimana menghilangkan kendala yang telah ditemukan dengan mempertimbangkan perubahan dengan biaya terendah.
3. Subordinatkan sumber daya lain untuk mendukung langkah 2. menagguhkan hal – hal yang lain yang bukan kendala dari pertimbangan pembuatan keputusan. Alasannya, segala sesuatu yang hilang pada kendala tidak memberikan pengaruh karena sumber – sumber daya itu masih cukup tersedia.
4. Lakukan kendala untuk memperbaiki performansi constraint sistem. Memprioritaskan solusi masalah pada kendala sistem tidak memuaskan.
5. Kembali ke langkah pertama untuk peningkatan terus menerus, jika langkah – langkah sebelumnya memunculkan kendala – kendala baru dalam sistem tersebut.

Untuk lebih jelasnya *Flow chart Theory of Constraint* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 *Flow chart Theory of Constraint*
(Tersine, 1994)

2.1.2 Ukuran Kinerja Dalam Teori Kendala

Tujuan utama perusahaan adalah menghasilkan laba untuk saat ini dan selanjutnya. Ukuran kerja finansial yang penting adalah keuntungan bersih, *Return on Investment* (ROI) atau pengembalian modal dan *Cash flow* atau aliran kas. Langkah ini menyatakan bahwa kendala harus diangkat, sehingga dapat diambil tindakan untuk mengurangi pengaruh hasilnya (*Throughput*), persediaan dan biaya operasi. Hasil didefinisikan sebagai tingkat dimana sistem dapat menghasilkan uang melalui penjualan bukan produksi.

Beberapa pokok persoalan dalam TOC :

1. Tujuan perusahaan adalah untuk menghasilkan uang.
2. Kriteria kinerja.
3. Penyeimbangan aliran produksi pada sistem, bukan usaha penyeimbangan kapasitas.

Untuk mampu mengukur kinerja perusahaan terdapat kriteria-kriteria pengukuran yang harus digunakan, yaitu :

a. Kriteria Pengukuran Finansial, meliputi :

Keuntungan bersih atau *net profit* (diukur dalam rupiah), yaitu selisih hasil produk terjual (*Throughput*) dengan biaya produksi (*Operational expenses*).

$$\text{Net profit} = \text{Throughput} - \text{Operational expenses}$$

b. Kriteria Pengukuran Operasional, meliputi :

1. *Throughput*, yaitu suatu pengukuran untuk menghasilkan uang melalui penjualan produk jadi bukan berupa persediaan.
2. Persediaan, yaitu semua uang yang diinvestasikan dalam pembelian segala sesuatu sampai diharapkan produk jadi terjual, dapat berupa bahan baku, komponen atau produk jadi yang belum terjual tetapi tidak termasuk tenaga kerja (*Overhead*).
3. Biaya operasional, yaitu semua uang yang dikeluarkan sistem dalam perubahan persediaan menjadi *throughput*. Ini termasuk biaya-biaya lain, juga tenaga kerja langsung dan tidak langsung, biaya simpan, depresiasi peralatan dan lain-lain.
4. Pendefinisian *throughput* secara khusus, yaitu cara untuk mencegah sistem terus berproduksi dibawah ilusi bahwa produk-produk mungkin meningkatkan biaya-biaya, membentuk persediaan dan menghasilkan kas.

Dari sisi operasional, tujuan perusahaan adalah meningkatkan *throughput*, dengan mereduksi persediaan dan mereduksi biaya-biaya operasional.

2.1.3 Aturan Umum Dalam Konsep Teori Kendala

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan teori kendala tidak hanya pengendalian *buffer* (penyangga) di stasiun konstrain. Keberhasilan penerapan teori kendala akan ditentukan oleh keberhasilan penerapan beberapa prinsip dasar, yaitu :

1. Berdasarkan keseimbangan aliran, bukan keseimbangan kapasitas. Diasumsikan perusahaan memiliki kapasitas tidak seimbang dengan jumlah permintaan pasar, karena keseimbangan kapasitas menghambat pencapaian tujuan perusahaan.
2. Tingkat *utilisasi* sumber daya *non bottleneck* tidak ditentukan oleh potensinya, tetapi oleh stasiun kerja *bottleneck* atau sumber kritis lainnya.
3. Penggunaan (*Utilisasi*) dan pengaktifan sumber daya adalah tidak sama.
4. Penghematan dalam setiap jam adalah keuntungan yang besar yang sulit dicapai.
5. Prioritas dapat diuji dengan menguji kendala sistem, dengan *Lead time* yang diturunkan dalam penjadwalannya.

Batch process adalah jumlah produk yang telah diproses pada suatu sumber sebelum mengubah untuk menghasilkan sebuah produk yang berbeda. *Batch transfer* adalah jumlah unit yang dipindahkan pada waktu yang sama sumber ke sumber berikutnya. *Batch transfer* frekuensinya tidak harus sama dengan *Batch process*. Dan untuk menyeimbangkan aliran produksi maka *Batch transfer* seharusnya lebih kecil. (Tersine, 1994)

2.1.4 Kendala

Kendala dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang menghambat suatu sistem untuk mencapai kinerja yang lebih tinggi. Ada dua tipe pokok kendala, yaitu batasan fisik dan batasan non fisik. Batasan fisik adalah batasan yang berhubungan dengan kapasitas mesin, sedangkan batasan non fisik berupa permintaan terhadap produk dan prosedur kerja. (Fogarty, 1991)

Kategori kendala antara lain adalah *Internal resource constraints* (kendala sumber-sumber internal), yaitu kendala klasik. Seperti mesin, pekerja dan alat-alat lain.

Berkaitan dengan kendala sumber-sumber internal, R.B.Chase mengistilahkan kendala tersebut sebagai *Capacity Constraints Resources* (CCR) atau sumber daya berkendala kapasitas, yaitu sumber daya yang jika tidak dijadwalkan sebagaimana mestinya akan dapat menghambat aliran produk yang menyimpang dari perencanaan aliran semula.

Sumber daya berkendala kapasitas tidak hanya jenis kendala yang dapat menghambat kinerja. Kendala pasar juga dapat menghambat penggunaan secara penuh sumber daya pabrik yang tersedia. Peningkatan pasar akan meningkatkan *throughput* dan *net profit*. Kendala-kendala material juga dapat menghambat penggunaan sumber daya. Jika kapasitas lebih besar dari aliran *throughput* dengan kendala material, material-material yang lebih banyak akan meningkatkan *throughput* dan *profit*.

2.2 Kapasitas

2.2.1 Beberapa definisi yang berkaitan dengan kapasitas

Beberapa definisi yang akan banyak dipergunakan dalam pembahasan yang berkaitan dengan perencanaan kapasitas.

1. Pusat Kerja (*Work Center*)

Merupakan suatu fasilitas produksi spesifik yang terdiri dari satu atau lebih orang dan atau mesin dengan kemampuan yang sama atau identik, yang dapat dipertimbangkan sebagai satu unit untuk tujuan perencanaan kebutuhan kapasitas (CRP) dan penjadwalan terperinci (*detailed scheduling*).

2. Pesanan Manufaktur (*Manufacturing Orders*)

Merupakan suatu dokumen atau identitas jadwal yang memberikan kewenangan untuk membuat part tertentu atau produk dalam jumlah tertentu. Pesanan *manufacturing* dapat berupa salah satu; *open orders*, *already in process*, atau *planned orders*, sebagaimana dijadwalkan melalui proses MRP.

3. *Routing*

Merupakan sekumpulan informasi yang memerinci metode pembuatan item tertentu, termasuk operasi yang dilakukan, sekuensi operasi, berbagai pusat kerja yang terlibat, serta standar untuk waktu setup (*setup time*) dan waktu pelaksanaan kerja (*run time*).

4. Beban (*load*)

Adalah banyaknya kerja yang dijadwalkan untuk dilakukan oleh fasilitas manufacturing dalam periode waktu yang ditetapkan. Beban (*load*) biasa dinyatakan dalam ukuran jam kerja atau unit produksi. *Load* merupakan volume kerja yang dikerjakan. Sebagaimana yang biasa digunakan dalam CRP, beban (*load*) menggambarkan waktu setup (*setup time*) dan waktu pelaksanaan (*runtime*) yang dibutuhkan dari suatu pusat kerja, tidak termasuk waktu menunggu (*waiting time*), waktu antri (*queue time*), dan waktu bergerak (*move time*).

5. Kapasitas (*Capacity or Available Capacity*)

Merupakan tingkat dimana system manufacturing (tenaga kerja, mesin, pusat kerja, department, pabrik) memproduksi. Dengan kata lain, kapasitas merupakan tingkat output yang dapat dicapai dengan spesifikasi produk, *product mix*, tenaga kerja, dan peralatan yang ada sekarang. Dalam CRP, kapasitas berkaitan dengan tingkat output kerja dalam setiap pusat kerja.

2.2.2 Hubungan kapasitas-beban (*capacity-load relationship*)

Tujuan utama dari CRP adalah menunjukkan perbandingan antara beban yang ditetapkan pada pusat-pusat kerja melalui pesanan kerja yang ada dan kapasitas dari setiap pusat kerja selama periode waktu tertentu.

Melalui identifikasi *overload* atau *underload*, jika ada, tindakan perencanaan kembali (*replanning*) dapat dilakukan untuk menghilangkan situasi itu guna mencapai suatu keseimbangan antara beban dan kapasitas (*balanced load*). Jika arus kedatangan pesanan melebihi kapasitas, beban akan meningkat, yang ditandai *inventori* yang berada dalam antrian kerja yang tidak diproses di depan pusat kerja. Sebaliknya jika arus kedatangan pesanan lebih sedikit daripada

kapasitas yang ada, beban (pesanan yang menunggu untuk diproses) akan berkurang.

Tujuan dari perencanaan kapasitas adalah berusaha mengatur secara bersama pesanan kerja yang datang dan atau kapasitas dari pusat kerja untuk mencapai suatu aliran yang mantap dan seimbang. Apabila beban bertambah yang ditandai banyaknya antrian, maka waktu tunggu pusat kerja (*work center lead time*) akan lebih panjang. Sebaliknya apabila beban dikurangi, waktu tunggu akan lebih pendek karena aliran kerja bergerak melalui pusat kerja tanpa membutuhkan antrian panjang. Penanganan hubungan antara kapasitas dan beban didasarkan pada kemampuan sistem perencanaan dan pelaksanaan untuk menyesuaikan tingkat kedatangan pesanan kapasitas. Unit pengukuran dari beban dan kapasitas terbanyak menggunakan jam kerja selama interval waktu tertentu.

2.2.3 Sistem perencanaan kebutuhan kapasitas (CRP)

Sebagai suatu sistem perencanaan kapasitas dalam system MRP II yang lebih besar, CRP memiliki input, proses, output, dan umpan balik.

Input CRP :

1 . *Schedule of planned factory orders releases*

Jadwal ini merupakan salah satu output dari MRP, CRP memiliki dua sumber utama dari *load data*, yaitu: (1) *schedule receipts* yang berisi data *order due date*, *order quantity*, *operation completed*, *operation remaining*, dan (2) *planned order releases* yang berisi data *planned order receipt*, *planned order quantity*. Sumber – sumber lain seperti; *product network*, *quality recall*, *engineering prototype*, *excess scrap* dan lain-lain, harus diterjemahkan ke dalam satu dari dua jenis pesanan yang digunakan oleh CRP itu.

2 . *Work order status*

Informasi status ini diberikan untuk semua *open order* yang dengan operasi yang masih harus diselesaikan, *work center* yang terlibat, dan perkiraan waktu.

3 . *Routing data*

Memberikan jalur yang direncanakan untuk *factory orders* melalui proses produksi dengan perkiraan waktu operasi. Setiap *part*, *assembly*, dan produk yang dibuat memiliki suatu *routing* yang unik, terdiri dari satu atau lebih operasi. Info yang diperlukan untuk CRP adalah: *operation number*, *operation*, *planned work possible alternate work center*, *standard setup time*, *standard run time per unit*, *tooling at each work center*, dan lain-lain. *Routing* memberikan petunjuk pada proses CRP sebagai layaknya BOM memberikan pada proses MRP.

4 . *Work center data*.

Data ini berkaitan dengan setiap *production work center*, termasuk sumber-sumber daya, standard-standard utilisasi dan efisiensi, serta kapasitas. Elemen-elemen data pusat kerja adalah: identifikasi dan deskripsi, banyaknya mesin atau stasiun kerja, banyaknya hari kerja per periode, banyaknya shift yang dijadwalkan per hari kerja, banyaknya jam kerja per *shift*, faktor utilisasi, faktor efisiensi, rata-rata waktu antrian, rata-rata waktu menunggu dan bergerak

Proses CRP

1 . Menghitung kapasitas pusat kerja (*work center*)

Kapasitas pusat kerja ditentukan berdasarkan sumber-sumber daya mesin dan manusia, faktor-faktor jam operasi, efisiensi dan utilisasi. Kapasitas pusat kerja biasanya ditentukan secara manual. Termasuk dalam penentuan kapasitas pusat kerja adalah: identifikasi dan definisi pusat kerja, serta perhitungan kapasitas kerja.

2 . Menentukan beban (*load*)

Perhitungan load pada setiap pusat kerja dalam setiap periode waktu dilakukan dengan backward scheduling. Menggunakan infinite loading, menggandakan load untuk setiap item melalui kuantitas dari item yang dijadwalkan dalam suatu periode waktu mendatang yang diakumulasikan berdasarkan pada open orders (schedule receipt) dan planned factory orders releases. Proses ini biasanya menggunakan computer.

3. Menyeimbangkan kapasitas beban

Apabila nampak ketidak seimbangan antara kapasitas dan beban, salah satu dari kapasitas atau beban harus disesuaikan kembali untuk memperoleh jadwal yang seimbang. Apabila penyesuaian-penyesuaian rutin tidak cukup memadai, penjadwalan ulan dari output MRP atau MPS perlu dilakukan. Hal ini biasanya merupakan suatu *human judgement* dan dilakukan secara *iterative* (berulang/berkali-kali) bersama dengan output laporan beban pusat kerja (*work center report*) dari CRP. Dengan kata lain proses akan diulang sampai memperoleh beban yang dapat diterima (*acceptable load*).

2.2.4 Metode Pengukuran kapasitas

Pengukuran kapasitas, menggunakan *Rated Capacity* (*synonym: Calculated Capacity, Nominal Capacity*). Diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan *demonstrated capacity*. Dihitung melalui penggandaan waktu kerja yang tersedia dengan faktor utilisasi dan efisiensi. Waktu kerja yang tersedia (*available work time, synonym: productive capacity or scheduled capacity*) adalah banyaknya jam kerja actual yang dijadwalkan atau tersedia, pada pusat kerja selama periode waktu tertentu. Waktu kerja yang tersedia per periode waktu dihitung sebagai: banyaknya orang atau mesin x jam per shift x shift per hari x hari kerja per periode.

Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan *clock time* yang tersedia dalam pusat kerja yang secara actual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu. Utilisasi dapat ditentukan untuk mesin atau tenaga kerja, atau keduanya, tergantung pada mana yang lebih cocok untuk situasi dan kondisi actual di perusahaan. Perlu dicatat bahwa angka utilisasi tidak dapat melebihi 1,0 (100%). Formula untuk menghitung utilisasi adalah:

$$\text{Utilisasi} = \frac{\text{jam aktual yang digunakan untuk produksi}}{\text{jam yang tersedia menurut jadwal}}$$

Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi actual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang ditetapkan. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0. Formula untuk menghitung efisiensi adalah:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{jam standar yang diperoleh atau diproduksi}}{\text{jam aktual yang digunakan untuk produksi}}$$

Dengan demikian *rated (or calculated) capacity* dihitung sebagai berikut:

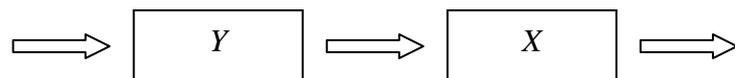
Calculated capacity per periode = banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode x utilisasi x efisiensi = waktu yang tersedia per periode waktu x utilisasi x efisiensi.

2.3 Bottleneck dan non bottleneck

Bottleneck adalah sumber yang kapasitasnya sama atau lebih kecil dari permintaan yang ada pada saat itu. Sedangkan *non bottleneck* adalah sumber yang kapasitasnya lebih besar dari permintaan yang ada pada saat itu. Untuk menggambarkan interaksi sumber daya secara mendasar, Goldratt menandai *bottleneck* dengan “X” dan untuk *non bottleneck* dengan “Y”. (Sipper, 1997)

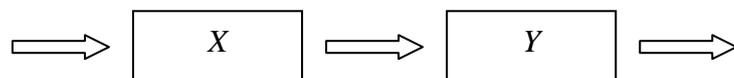
Disini ada dua bangunan blok, yaitu X dan Y, yang hasilnya ada lima hubungan dasar, yaitu :

1. Y ke X Aliran dari *non bottleneck* ke *bottleneck*



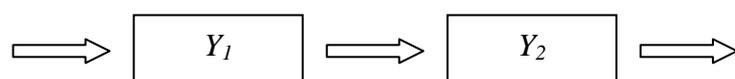
Y dapat diaktifkan hanya untuk memenuhi keperluan X.

2. X ke Y Aliran dari *bottleneck* ke *non bottleneck*



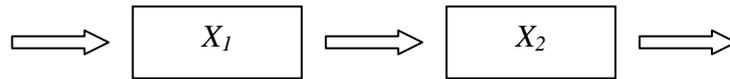
Karena Y dapat memproses lebih cepat dibanding X, maka terjadi idle time (waktu menganggur). Y hanya dapat diaktifkan hanya untuk memenuhi keperluan X.

3. Y₁ ke Y₂ Aliran dari satu *non bottleneck* ke *non bottleneck*



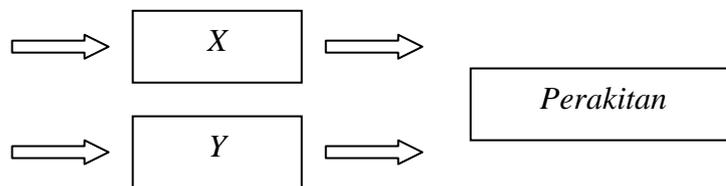
Kedua sumber daya diaktifkan hanya untuk memenuhi permintaan pasar atau kendala lain dalam sistem.

4. X_1 ke X_2 Aliran dari satu *bottleneck* ke *bottleneck*



Bottleneck yang kendalanya lebih kecil, diaktifkan untuk memenuhi *bottleneck* yang kendalanya besar.

5. X dan Y *Bottleneck* dan non *bottleneck* diumpangkan ke perakitan



Perakitan tidak dapat dilakukan sampai seluruh komponen tersedia. Jadi kecepatan suatu sumber daya harus dibentuk agar sesuai dengan X.

Gambar 2.3 Lima hubungan dasar antara *Bottleneck* dan non *bottleneck*

2.4 Metode *Linear Programming*

2.4.1 Pengertian Umum *Linier Programing*

Linear Programming merupakan suatu cara yang lazim digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Persoalan pengalokasian akan muncul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat aktivitas yang akan dilakukannya, di mana masing-masing aktivitas membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas.

Contoh sederhana dari uraian diatas, antara lain keadaan bagian produksi suatu perusahaan yang diharapkan pada masalah penentuan tingkat produksi berbagai jenis produk dengan memperhatikan batasan-batasan faktor produksi, seperti mesin, tenaga kerja, bahan mentah, modal dan sebagainya untuk memperoleh tingkat keuntungan maksimal atau biaya minimal.

Dalam memecahkan suatu masalah, *Linear Programming* menggunakan model matematis. *Linear* berarti bahwa semua fungsi matematis yang disajikan dalam model ini haruslah fungsi *linear*, atau secara praktis dapat dikatakan bahwa persamaan tersebut bila digambarkan pada grafik akan berbentuk garis lurus. Sedangkan *Programming* merupakan sinonim dari perencanaan. Jadi *Linear Programming* (LP) mencakup perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik berdasarkan model matematis di antara alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi *linear* (Dimiyati, 2001).

2.4.2 Model *Liner Programing*

Model matematis perumusan masalah umum pengalokasian sumber daya untuk berbagai kegiatan disebut sebagai model *linier programing* (LP). Dalam LP dikenal 2 macam fungsi, yaitu : fungsi tujuan (*objective Function*) dan fungsi – fungsi batasan (*constraint function*).

- Fungsi tujuan : fungsi yang menggambarkan sasaran / tujuan di dalam permasalahan LP yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya – sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Untuk menyatakan nilai fungsi tujaun digunakan variabel Z.
- Fungsi batasan : bentuk penyajian secara matematis batasan – batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Selain fungsi tersebut, dalam LP juga dikenal karakteristik : variabel keputusan dan pembatas tanda.

- Variabel keputusan : variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan – keputusan yang akan dibuat.
- Pembatas tanda : pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diaumsikan hanya berharga nonnegative atau variabel keputusannya boleh berharga positif, boleh juga negatife (tidak terbatas dalam tanda). Pada soal maksimasi variabel keputusan harus berharga nonnegatif.

Untuk memudahkan pembahasan model LP, digunakan simbol-simbol sebagai berikut:

- m = macam batasan – batasan sumber atau fasilitas yang tersedia
 n = macam kegiatan – kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut.
 i = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia ($i = 1, 2, \dots, m$).
 j = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)
 X_j = Tingkat Kegiatan ke, j dimana ($j = 1, 2, \dots, n$)
 a_{ij} = banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output) kegiatan j ($i = 1, 2, \dots, m$, dan $j = 1, 2, \dots, n$).
 b_i = banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ($i = 1, 2, \dots$).
 Z = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)
 C_j = kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (X_j) dengan satu satuan (unit) atau merupakan sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap nilai Z .

Penyusunan simbol – simbol kedalam bentuk tabel standar LP:

Tabel 2.1 Data untuk model *Linier Programing*

Sumber \ Aktivitas	Penggunaan sumber / unit				Banyaknya sumber yang dapat digunakan
	1	2	.....	n	
1	a_{11}	b_{12}	.....	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	b_{22}	.....	a_{2n}	b_2
.					.
.					.
.					.
M	a_{m1}	b_{m2}	.....	a_{mn}	b_m
$\triangle Z$ atau Unit	c_1	c_2	.....	c_n	
Tingkat	x_1	x_2	.....	x_n	

Dengan demikian, sekarang kita dapat membuat formulasi model matematis dari persoalan pengalokasian sumber – sumber pada aktivitas – aktivitas sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

Berdasarkan pembatas:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

.

.

.

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m$$

dan

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

(Tentu saja yang harus kita cari adalah harga – harga X_1, X_2, \dots, X_n)

Formulasi di atas dinamakan sebagai bentuk standar dari persoalan program linier, dan setiap situasi yang formulasinya matematisnya memenuhi model ini adalah persoalan program linier.

Istilah yang lebih umum dari model program linier ini adalah sebagai berikut:

- a. Fungsi yang dimaksimumkan yaitu, $C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$, disebut sebagai fungsi tujuan.
- b. Pembatas – pembatas atau konstraint.
- c. Sebanyak m buah konstraint pertama sering disebut sebagai konstraint fungsional atau pembatas teknologis.
- d. Pembatas $X_j \geq 0$ disebut sebagai konstraint nonnegatif.
- e. Variabel X_j adalah variabel keputusan.
- f. Konstanta – konstanta a_{ij} , b_i dan C_j adalah parameter – parameter model.

2.4.3 Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersifat iteratif, yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrem pada daerah fisibel (ruang solusi) menuju ke titik ekstrem yang optimum.

Untuk dapat lebih memahami uraian selanjutnya, berikut ini diberikan pengertian dari beberapa terminologi dasar yang banyak digunakan dalam membicarakan metode simpleks. Untuk itu, perhatikan kembali model program linier programming berikut ini:

$$\text{Maksimumkan } z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

Berdasarkan pembatas:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

.

.

.

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m$$

dan

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

Jika kita definisikan:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ a_{m1} & a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} ; X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{pmatrix} ; b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{pmatrix}$$

maka pembatas dari model tersebut dapat dituliskan kedalam bentuk sistem persamaan $AX = b$.

Perhatikan suatu sistem $AX = b$ dari m persamaan linier dalam n variabel ($n > m$).

Definisi :

1. Solusi basis

Solusi basis untuk $AX = b$ adalah solusi di mana terdapat sebanyak – banyaknya m variabel berharga bukan nol. Untuk mendapatkan solusi basis dari $AX = b$ maka sebanyak $(n - m)$ variabel harus di nolkan. Variabel – variabel yang dinolkan ini disebut *variabel nonbasis* (NBV). Selanjutnya

dapatkan harga dari $n - (n - m) = m$ variabel lainnya yang memenuhi $AX = b$, yang disebut *variabel basis* (BV).

2. Solusi basis fisibel

Jika seluruh variabel pada suatu solusi basis berharga nonnegatif, maka solusi itu disebut solusi *basis fisibel* (BFS).

3. Solusi fisibel titik ekstrim

Solusi fisibel titik ekstrim adalah solusi fisibel yang tidak terletak pada suatu segmen garis yang menghubungkan dua solusi fisibel lainnya.

2.5 Pengukuran waktu

Penelitian kerja dan analisis metode kerja pada dasarnya memusatkan perhatiannya pada bagaimana pekerjaan tersebut diselesaikan. Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen atau siklus. Tujuan dari pengukuran kerja adalah untuk menentukan waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh operator terlatih untuk melakukan suatu pekerjaan jika harus bekerja selama 8 jam sehari, pada kondisi kerja yang biasa dan bekerja pada kecepatan normal.

Teknik-teknik pengukuran waktu dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu pengukuran secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan langsung di tempat dimana pekerjaan yang bersangkutan dilakukan. Sedangkan pengukuran waktu secara tidak langsung adalah pengukuran yang dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan yaitu dengan cara membaca tabel-tabel yang tersedia dengan syarat mengetahui jalannya pekerjaan.

Teknik-teknik pengukuran kerja ini dimaksudkan untuk menunjukkan kadar kerja (*work content*) dari suatu pekerjaan yang dilakukan. Agar pekerjaan-pekerjaan yang berbeda dapat dibandingkan, kadar kerja selalu diukur dalam satuan yang sama, yaitu pekerjaan dianggap merupakan waktu yang akan diambil oleh seorang pekerja terampil

Dengan salah satu cara ini waktu penyelesaian suatu pekerjaan yang dijalankan dengan suatu sistem kerja tertentu dapat ditentukan. Sehingga jika

pengukuran dilakukan terhadap beberapa alternatif sistem kerja terbaik diantaranya dilihat dari segi waktu dapat dicari yaitu sistem yang membutuhkan waktu penyelesaian tersingkat.

Pengukuran waktu ditujukan juga untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian, yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja yang terbaik (Sutalaksana, 1979).

2.5.1 Pengukuran Waktu Dengan Jam Henti (*Stop watch*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop watch*) pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor sekitar abad ke-19 yang lalu. Cara ini merupakan cara yang paling dikenal dan paling banyak dipakai. Salah satu cara yang menyebabkan pengukuran tersebut adalah kesederhanaan aturan-aturan yang dipakai.

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yang dapat di pertanggung jawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar pada akhirnya dapat diperoleh waktu yang sesuai untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti berhubungan dengan kondisi kerja, operator, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Sebagian dari hal-hal tersebut dilakukan sebelum melakukan pengukuran.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, yaitu :

1. Penetapan tujuan pengukuran

Sebagaimana halnya dengan berbagai kegiatan lain, tujuan melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

2. Melakukan penelitian pendahuluan

Yang dicari dari pengukuran waktu adalah waktu yang pantas yang diberikan kepada operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tentu dari kondisi ini yang ada dapat dicari waktu yang pantas untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kondisi yang bersangkutan. Suatu perusahaan biasanya menginginkan waktu kerja yang sesingkat-singkatnya agar dapat meraih keuntungan yang sebesar-besarnya. Keuntungan yang demikian tidak akan diperoleh jika kondisi kerja dari pekerjaan yang ada di perusahaan tersebut tidak menunjang dapat dicapai hal tadi.

3. Memilih operator

Operator yang melakukan pekerjaan yang diukur bukanlah orang yang begitu saja diambil dari pabrik. Operator harus memenuhi persyaratan tertentu agar dapat melakukan pekerjaannya dengan baik. Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama.

4. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih memerlukan pelatihan untuk dapat melakukan pekerjaannya dengan baik. Terutama jika kondisi dan cara kerja yang dipakai tidak sama dengan yang dijalankan oleh operator. Hal ini terjadi jika pada saat penelitian pendahuluan, kondisi kerja atau cara kerja sudah mengalami perubahan. Dalam keadaan ini operator harus dilatih terlebih dahulu karena sebelum diukur operator harus terbiasa dengan kondisi kerja dan cara kerja yang ditetapkan.

5. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan

Disini pekerjaan diperoleh menjadi elemen-elemen pekerjaan yang merupakan gerakan dari pekerjaan yang bersangkutan. Elemen-elemen inilah yang diukur waktunya. Waktu siklusnya adalah jumlah waktu setiap elemen.

6. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Setelah kelima langkah diatas dijalankan dengan baik, selanjutnya sebelum melakukan pengukuran yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan. Alat-alat tersebut adalah :

- Jam henti (*stop watch*)
- Lembaran-lembaran pengamatan

- Pena atau pensil
- Papan pengamatan untuk menulis

Ada beberapa alasan yang menyebabkan pentingnya melakukan penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya. Pertama, untuk memperjelas catatan tentang cara kerja yang dibakukan. Pada langkah kedua diatas telah dikemukakan bagaimana kondisi dan cara kerja yang telah dianggap baik dibakukan, yaitu menyatakan secara tertulis untuk kemudian digunakan sebagai pegangan sebelum, pada saat dan sesudah pengukuran waktu. Salah satu cara membakukan cara kerja adalah dengan membakukan pekerjaannya berdasarkan elemen-elemennya.

Kedua, untuk memungkinkan melakukan penyesuaian bagi setiap elemen karena keterampilan bekerjanya operator belum tentu sama untuk semua bagian dari gerakan-gerakan kerjanya.

Sebab ketiga, yaitu melakukan pembagian kerja menjadi elemen-elemen pekerjaan adalah untuk memudahkan mengamati elemen-elemen yang tidak diterima jika memang harus terjadi, misalnya gerakan-gerakan yang dilakukan tidak pada setiap siklus, tetapi secara berkala seperti memeriksa ukuran pada setiap produk yang dihasilkan. Sebaliknya elemen demikian harus dibuang dari pengamatan jika terjadinya semata-mata karena penyimpangan dari elemen baku tanpa alasan baik disadari atau tidak disadari oleh operator.

Alasan keempat, untuk memungkinkan dikembangkannya data waktu standar pabrik atau tempat kerja yang bersangkutan. Jika ini yang merupakan sebab pembagian pekerjaan atas elemen-elemennya, maka harus mengikuti aturan khusus. Sehubungan dengan langkah kelima ini ada beberapa pedoman penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya, yaitu :

1. Sesuai dengan ketelitian yang diinginkan, uraian pekerjaan menjadi elemen-elemennya seperinci mungkin, tetapi masih dapat diamati oleh indera pengukur dan dapat direkam waktunya oleh jam henti yang digunakan.
2. Untuk memudahkan elemen-elemen pekerjaan hendaknya berupa satu atau beberapa elemen gerakan misalnya seperti dikembangkan oleh *Gilberth*.

3. Jangan sampai ada elemen yang tertinggal, jumlah dari semua elemen harus tetap sama dengan satu siklus pekerjaan yang bersangkutan.
4. Elemen yang satu hendaknya dipisahkan dengan elemen yang lain secara jelas.
5. Menyiapkan alat-alat pengukuran.

Digunakannya pengukuran waktu dengan jam henti untuk pekerjaan yang berlangsung secara berulang-ulang, dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan, sehingga standar penyelesaian bagi semua pekerja yang melaksanakan pekerjaan sama (Sutalaksana, 1979).

2.5.2 Menentukan Besarnya Faktor Penyesuaian

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan dapat dilakukan dengan mengadakan penyesuaian, yaitu dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata dan faktor penyesuaian (*allowance*). Penyesuaian ini diberikan untuk menghilangkan atau setidaknya mengurangi pengaruh ketidakwajaran kerja operator sewaktu pengukuran dilakukan. Untuk selanjutnya akan disebut dengan menggunakan variabel P. Penyesuaian disini diberikan untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh ketidakwajaran operator dalam melakukan pekerjaan. Harga dari faktor penyesuaian adalah sebagai berikut :

1. Jika operator bekerja diatas normal, maka harga P akan lebih baik dari 1 ($P > 1$ atau $P > 100\%$).
2. Jika operator bekerja bekerja di bawah normal, maka harga P akan lebih kecil dari 1 ($P < 1$ atau $P < 100\%$).
3. Jika operator bekerja secara wajar atau normal, maka faktor kelonggaran ini diambil sama dengan 1 ($P = 1$ atau $P = 100\%$).

Ada beberapa cara dalam menentukan faktor penyesuaian, yaitu : cara pertama adalah cara presentase yang merupakan cara paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatan selama melakukan pengukuran. Jadi, sesuai pengukuran peneliti menentukan harga P yang menurut pendapatnya akan menghasilkan waktu normal bila ini dikalikan dengan waktu siklus.

Penyesuaian dengan cara ini diselesaikan dengan cara sederhana. Bertolak dari cara penyesuaian yang sederhana dan kasarnya penilaian, maka dikembangkan cara lain yang umumnya memberikan patokan yang dimaksudkan untuk mengarahkan penilaian pengukur terhadap kerja operator. Di sini akan dikemukakan beberapa cara tersebut, yaitu cara *Schumard*, *Westinghouse* dan obyektif.

Cara *Schumard* memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas *performance* kerja dimana setiap kelasnya mempunyai nilai-nilai sendiri. Disini pengukur diberi patokan untuk menilai *performance* kerja operator menurut kelas-kelas : *Superfast*, *Fast +*, *Fast -*, *Excellent* dan seterusnya.

Penyesuaian dengan cara obyektif yaitu cara yang memperhatikan dua faktor, yaitu kecepatan kerja dan tingkat kesulitan pekerjaan. Kedua faktor inilah yang dipandang secara bersama-sama menentukan berapa besarnya harga P untuk mendapatkan waktu normal. Kecepatan kerja adalah kecepatan dalam melakukan pekerjaan dalam pengertian biasa. Disini pengukur harus melakukan penilaian tentang kewajaran kecepatan kerja yang ditunjukkan oleh operator.

Harga faktor penyesuaian dengan cara *Westinghouse*, yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu : ketrampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi masalah tidak timbul, tetapi variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan.

Tabel 2.2. Penyesuaian Menurut *Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Superskill	A ₁	+ 0.15
		A ₂	+ 0.13
	Excellent	B ₁	+ 0.11
		B ₂	+ 0.08
	Good	C ₁	+ 0.06
		C ₂	+ 0.03
Average	D	0.00	
Fair	E ₁	- 0.05	
	E ₂	- 0.10	
Poor	F ₁	- 0.16	
	F ₂	- 0.22	
Usaha	Excessive	A ₁	+ 0.13
		A ₂	+ 0.12

	Excellent	B ₁ B ₂	+ 0.10 + 0.08
	Good	C ₁ C ₂	+ 0.05 + 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E ₁ E ₂	- 0.04 - 0.08
	Poor	F ₁ F ₂	- 0.12 - 0.17
Kondisi kerja	Ideal	A	+ 0.06
	Excellent	B	+ 0.04
	Good	C	+ 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.03
	Poor	F	- 0.07
Konsistensi	Perfect	A	+ 0.04
	Excellent	B	+ 0.03
	Good	C	+ 0.01
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.02
	Poor	F	- 0.04

Sumber data : Satalaksana 1979

2.5.3 Kelonggaran (*allowance*)

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa interupsi sama sekali.

Disini kenyataannya operator akan sering menghentikan pekerjaannya dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan *personal needs*, istirahat melepas lelah dan alasan-alasan lain yang di luar kontrolnya. Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance* dan *delay allowance*.

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*)

Pada dasarnya setiap pekerja haruslah diberikan kelonggaran waktu untuk keperluan yang bersifat pribadi, seperti minum, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerjanya untuk menghilangkan ketegangan

atau kejemuan dalam bekerja. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi berbeda-beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan yang lain, karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri-sendiri.

Untuk pekerjaan yang relatif ringan dimana operator bekerja 8 jam perhari tanpa istirahat yang resmi, maka sekitar 2% sampai 5% (atau 10 sampai 24 menit) setiap hari akan dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan yang bersifat personil.

2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue allowance*)

Kelelahan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya adalah kerja yang membutuhkan pikiran banyak dan kerja fisik. Masalah yang dihadapi untuk menetapkan jumlah waktu yang diijinkan untuk istirahat melepas lelah ini sangat sulit dan kompleks sekali. Lama waktu periode istirahat dan frekuwensi perbedaannya tergantung pada jenis pekerjaan yang ada. Barangkali umum dilakukan adalah memberikan satu kali periode istirahat pada pagi hari dan sekali lagi pada saat siang menjelang sore hari.

Lama waktu periode yang diberikan adalah berkisar antara 5 sampai 15 menit. Pekerjaan-pekerjaan yang relatif ringan mungkin tidak memerlukan periode waktu istirahat. Merupakan tambahan pada waktu dasar dengan maksud memberikan kesempatan pada pekerja untuk memulihkan keletihan fisik dan psikologis dalam malakukan pekerjaan tertentu. Karena rasa *fatigue* ini tercermin dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Untuk itu perlu diberikan kelonggaran ini.

3. Kelonggaran untuk hambatan-hambatan tak terhindarkan (*delay allowance*)

Keterlambatan atau *delay* bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang sulit untuk dihindarkan (*unvoidable delay*), tetapi bisa juga disebabkan oleh beberapa faktor yang sebenarnya masih bisa untuk dihindari. Untuk *unvoidable delay* dapat disebabkan oleh mesin, operator ataupun hal-hal lain yang diluar kontrol. Keterlambatan yang terlalu besar atau lama tidak akan dipertimbangkan sebagai dasar untuk menetapkan waktu baku.

Dalam melakukan pekerjaannya, pekerja tidak akan terlepas dari hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan dan ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Beberapa contoh hambatan yang tak terhindarkan adalah :

- Menerima atau meminta petunjuk pada pengawas.
- Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin
- Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas.
- Mengasah peralatan potong.
- Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.

Sedangkan keterlambatan yang terhindarkan adalah mengobrol yang berlebihan dan menganggur dengan sengaja. Apabila dari ketiga jenis kelonggaran waktu tersebut diaplikasikan secara bersama-sama untuk seluruh elemen kerja, hal ini dapat menyederhanakan perhitungan yang harus dilakukan (Wigjosoebroto,1995).

2.5.4 Uji kecukupan dan Keseragaman Data

1. Tes Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak.. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen (dari waktu penyelesaian sebenarnya, yang seharusnya dicari). Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Inipun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukur membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 10% dari rata – rata sebenarnya, dan kemungkinan berhasil mendapatkan nilai ini adalah 95%. Dengan kata lain jika pengukur sampai memperoleh rata – rata pengukuran yang menyimpang lebih dari 10% seharusnya, hal ini

dibolehkan terjadi hanya dengan kemungkinan 5 % (100% - 95%). Adapun rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

Dengan :

s = derajat ketelitian

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data yang seharusnya dilakukan

k = tingkat keyakinan

dimana :

k = 1 untuk tingkat keyakinan 68%

k = 2 untuk tingkat keyakinan 95%

k = 3 untuk tingkat keyakinan 99%

Bila N' kurang dari atau sama dengan N, maka data telah cukup.

Sebaliknya jika N' lebih besar dari N, maka data dikatakan kurang dan harus dilakukan penambahan data lagi.

2. Keceragaman Data

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

dengan :

- BKA = Batas Kontrol Atas
 BKB = Batas Kontrol Bawah
 X_i = Waktu pengamatan ke I
 σ = Standar deviasi

Bila semua data berada dalam batas kontrol maka dikatakan data telah seragam, jika ada data yang berada diluar batas kontrol, dikatakan data tersebut mengandung nilai eksterm dan tidak perlu diikutsertakan untuk perhitungan.

2.5.5 Perhitungan Waktu Baku dengan Jam Henti

Setelah pengukuran-pengukuran yang dilakukan telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, jumlahnya telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan, maka selesailah kegiatan pengukuran waktu. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku. Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang telah dikumpulkan ini adalah sebagai berikut :

1 . Menghitung waktu siklus rata-rata

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produk sejak bahan baku mulai diperoleh di tempat kerja yang bersangkutan.

$$W_s = \frac{\sum X_i}{n}$$

Dimana :

- W_s = waktu siklus rata-rata
 X_i = data yang diperlukan selama pengamatan.
 n = banyaknya pengamatan

2 . Menghitung waktu normal

Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan operator terlatih untuk melakukan pekerjaan dalam kondisi kerja yan biasa dan bekerja dalam kecepatan normal.

$$W_n = W_s \times \frac{\text{Rating operator } 100\%}{100\%}$$

Dimana :

W_n = waktu normal

W_s = waktu siklus

3. Menghitung waktu baku

Waktu baku adalah waktu kerja dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran (*allowance*).

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Allowance}$$

Dimana :

W_b = waktu baku

W_n = waktu normal

Allowance = kelonggaran untuk operator

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah kerangka penelitian yang memuat langkah-langkah yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi. Langkah-langkahnya dapat dijelaskan seperti bawah ini :

3.1 Objek Penelitian

Obyek penelitian dilakukan di BATIK MAS dengan judul penelitian “Upaya Maksimasi Keuntungan Melalui Penentuan volume produksi pada Industri Konveksi di Pekalongan dengan Menggunakan Metode *Theory of Constraints* (TOC)”.

3.2 Identifikasi Masalah

Dalam *mass production*, penentuan volume produksi yang tepat dapat meningkatkan keuntungan, berangkat dari hal ini perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal dari kapasitas *resource* yang dimiliki perusahaan.

3.3 Perumusan Masalah

Bagaimana menentukan volume produksi untuk maksimasi keuntungan menggunakan metode *theory of constraint*?

3.4 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel Penelitian adalah pada volume produksi kemeja panjang, kemeja pendek, baju wanita, celana panjang, celana pendek, kaos, dan daster.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari :

- 1 . Data untuk analisis *constraint resource* antara lain : data proses produksi mencakup jumlah mesin dan tenaga kerja (sumber daya yang tersedia), data waktu proses untuk tiap stasiun kerja dalam satuan menit, data potensial pasar tiap minggu, kapasitas mesin tiap minggu.

- 2 . Data yang dibutuhkan untuk analisis *profit per constraint* adalah: data harga jual per potong produk dalam satuan rupiah, data biaya bahan baku dan bahan – bahan pendukung, data waktu proses per unit dalam satuan menit.
- 3 . Data untuk analisis produksi optimal dan total profit antara lain : data waktu produksi untuk setiap stasiun kerja dalam satuan menit, data biaya bahan baku dan pendukungnya, data harga jual perpotong produk, data potensial pasar perminggu, data kapasitas mesin satu minggu, data proses produksi mencakup jumlah mesin atau tenaga kerja.
- 4 . Data yang dibutuhkan untuk analisis utilitas akhir antara lain : data kapasitas mesin satu minggu, data proses produksi mencakup jumlah mesin atau tenaga kerja, data waktu proses per unit, data potensial pasar per minggu.

3.6 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Uji kecukupan data mencerminkan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak.

Uji keseragaman data untuk menyeragamkan data agar tidak diperoleh data yang ekstrim.

3.7 Perhitungan Waktu Baku

Tujuan perhitungan ini digunakan untuk menentukan waktu baku dari kegiatan kerja operator yang diperlukan dalam pengolahan data.

3.8 Teknik Analisis

3.8.1 Analisis Constraint Resource dan Analisis Profit

- **Kapasitas Sumber Daya Tiap Produk**

Kapasitas sumber daya tiap produk = sumber daya yang tersedia x kapasitas tersedia dalam 1 minggu

- **Analisis Constraint Resorce**

Analisis untuk mengetahui kendala sumber daya. Cara yang dipakai adalah dengan membandingkan antara kebutuhan kapasitas dengan kapasitas tersedia. Kendala sumber daya terjadi pada *work center* yang mengalami kelebihan kapasitas, dimana :

Kebutuhan kapasitas = waktu proses per unit per produk x potensial market per minggu.

Kebutuhan sumber daya yang tersedia = Kapasitas tersedia dalam 1 minggu x jumlah mesin dan tenaga kerja (sumber daya yang tersedia).

- **Analisis Profit**

Profit adalah keuntungan yang dihasilkan oleh perusahaan adapun rumus *profit* = harga jual produk - biaya bahan baku.

3.8.2 Analisis Volume Produksi Optimal dan Total Profit

Perhitungan volume produksi dan total *profit* adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *Profit per constraint resource*

Profit per constraint resource = *profit* : waktu proses *work center* yang mengalami *constraint resource*.

2. Perhitungan volume produksi dan total *profit* dengan menggunakan *Linier Programing*. Adapun perumusan *Linier Programing* adalah sebagai berikut :

- **Perumusan Fungsi Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian, adalah mendapatkan laba yang maksimal dari optimalisasi jumlah produksi untuk beberapa produk langkah langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan biaya variabel (bahan baku)
- b. Mengetahui harga jual
- c. Menentukan laba atau keuntungan dengan cara menghitung selisih antara harga jual dan biaya variabel.

- **Perumusan Fungsi Batasan**

1. Batasan waktu proses produksi

Pada batasan ini akan disajikan hasil pengolahan data waktu proses produksi, dimana data tersebut dikelompokkan sesuai dengan stasiun kerja yang digunakan. Langkah-langkah dalam menentukan batasan ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan batasan produk yang akan dihitung waktu prosesnya.
 - b. Menghitung total proses produksi yang dibutuhkan untuk setiap stasiun kerja.
2. Batasan kapasitas peralatan produksi

Langkah-langkah dalam menentukan batasan ini, adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung waktu kerja dengan memperhatikan jam kerja per hari dan hari kerja per minggu.
- b. Menentukan jumlah mesin atau peralatan pada setiap stasiun kerja.
- b. Menentukan kapasitas total dengan cara mengalikan waktu kerja dengan jumlah mesin setiap stasiun kerja.

3.8.3 Analisis Utilitas

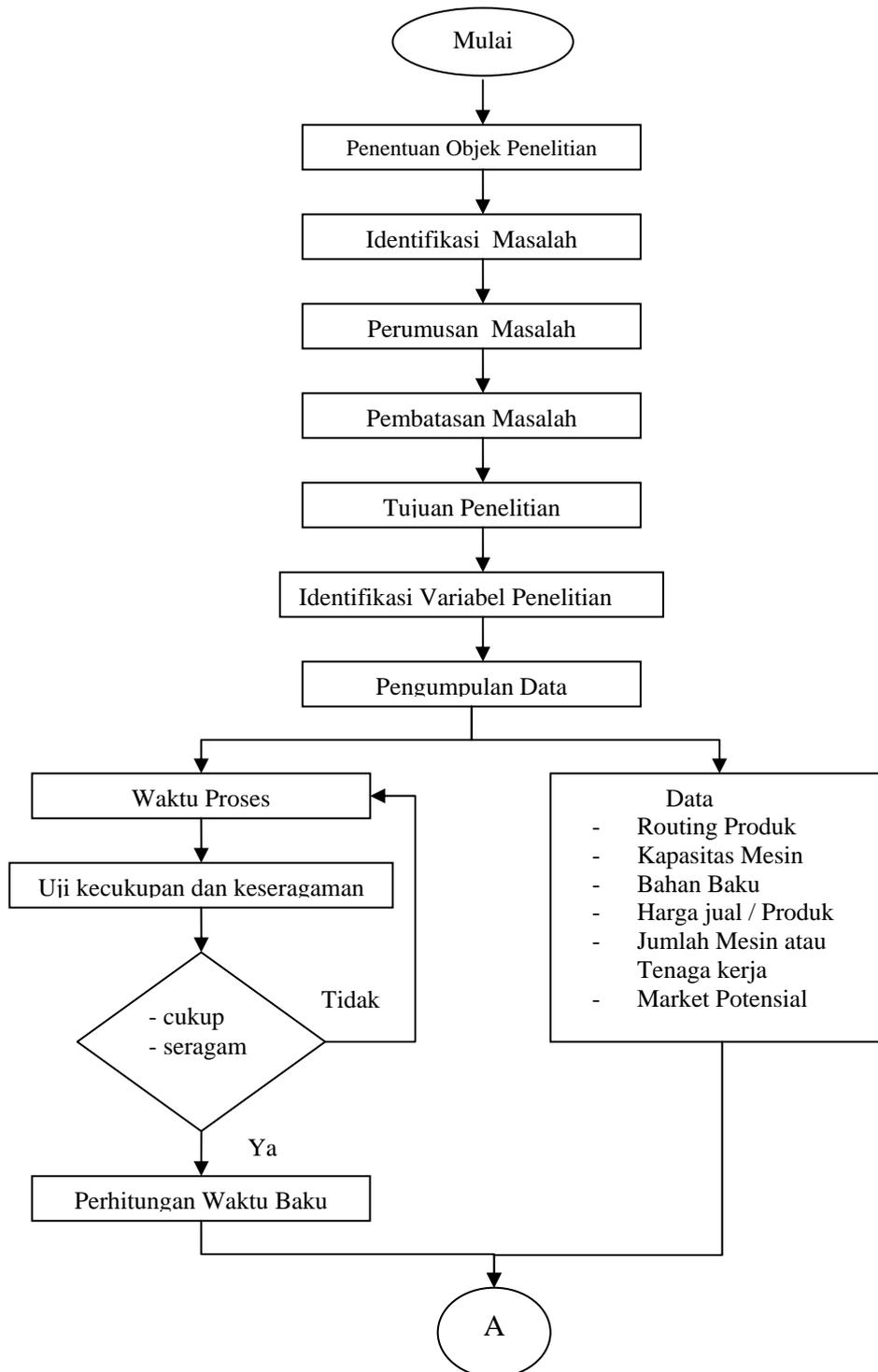
Setelah hasil dari linier programing telah diketahui selanjutnya adalah menghitung utilitas akhir apakah masih terdapat *Constraint Resource* atau tidak.

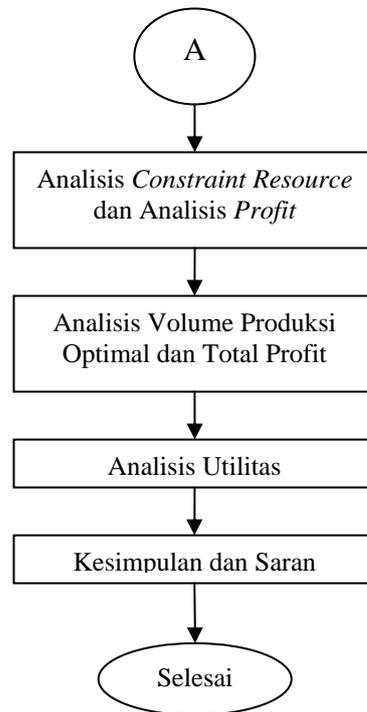
3.8.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berasal dari hasil analisis yang diperoleh, dan saran memuat berbagai usulan / pendapat yang berkaitan dengan penelitian.

3.9 Kerangka Pemecahan Masalah

Untuk memudahkan dalam pemahaman langkah-langkah penelitian ini, maka dapat digambarkan dalam gambar 3.1





Gambar 3.1 *Flow Chart* Pemecahan Masalah

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

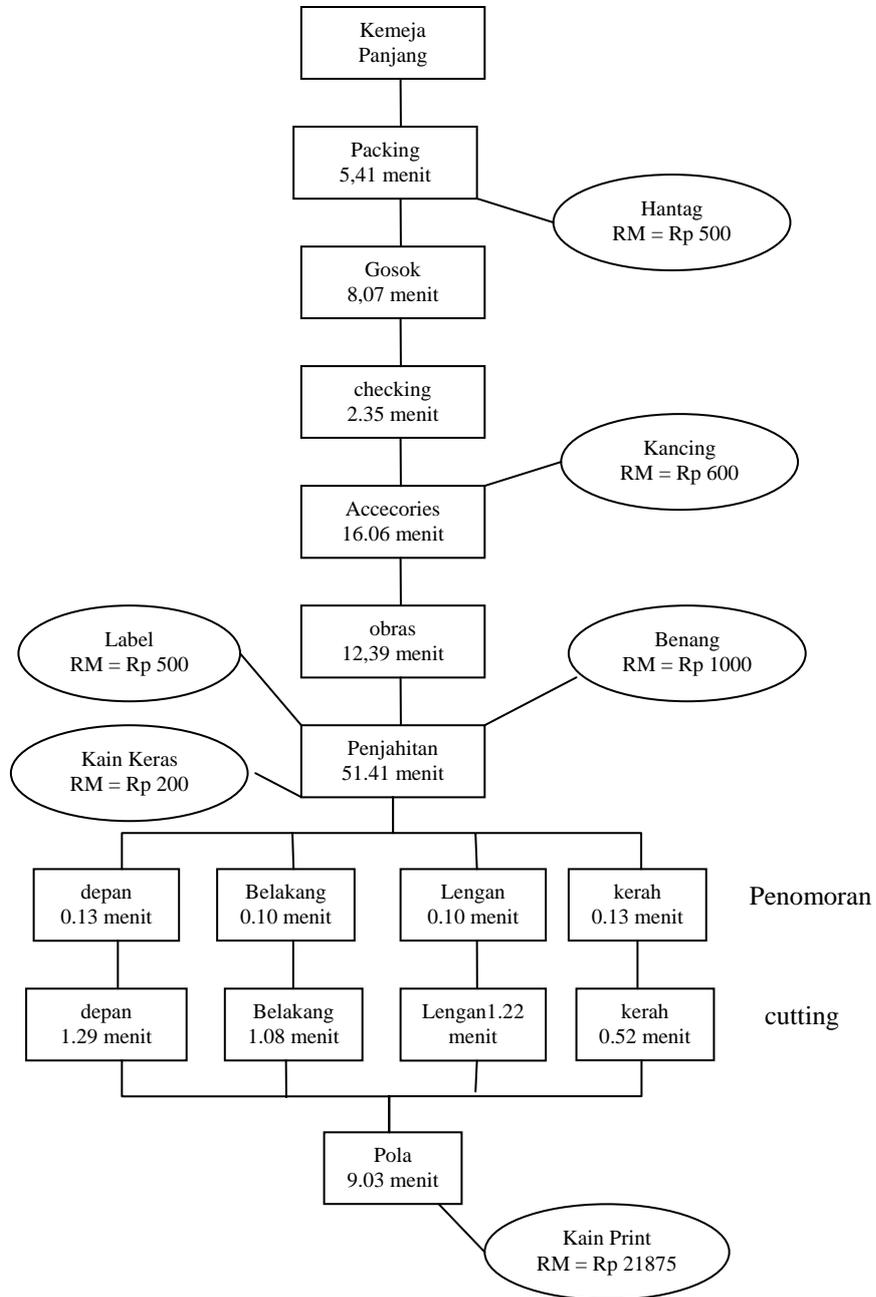
Bab ini mengemukakan tentang pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data yang aktual berfungsi untuk memberikan masukan data bagi model-model pemecahan masalah yang telah dijabarkan dalam bab-bab sebelumnya. Selanjutnya data-data tersebut akan diolah untuk mendapatkan solusi atas permasalahan yang dihadapi. Obyek penelitian adalah pada Batik Mas Pekalongan, penelitian di lakukan pada produk kemeja panjang, kemeja pendek, baju wanita, celana panjang, celana pendek, kaos dan daster.

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Routing Tiap Produksi

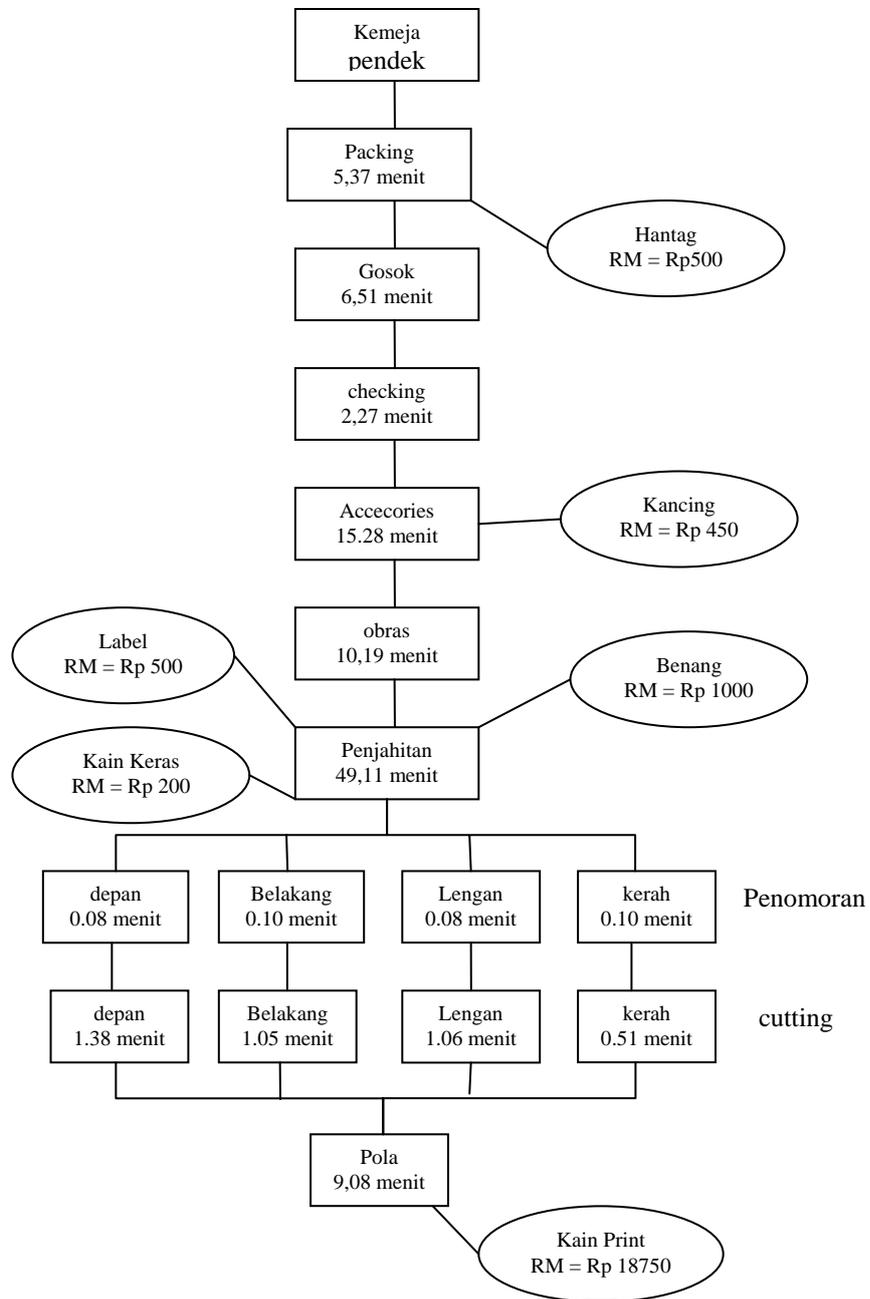
Memberikan jalur yang direncanakan untuk *factory orders* melalui proses produksi dengan perkiraan waktu operasi. Setiap *part*, *assembly*, dan produk yang dibuat memiliki suatu *routing*, terdiri dari satu atau lebih operasi.

4.1.1.1 Produk Kemeja Panjang



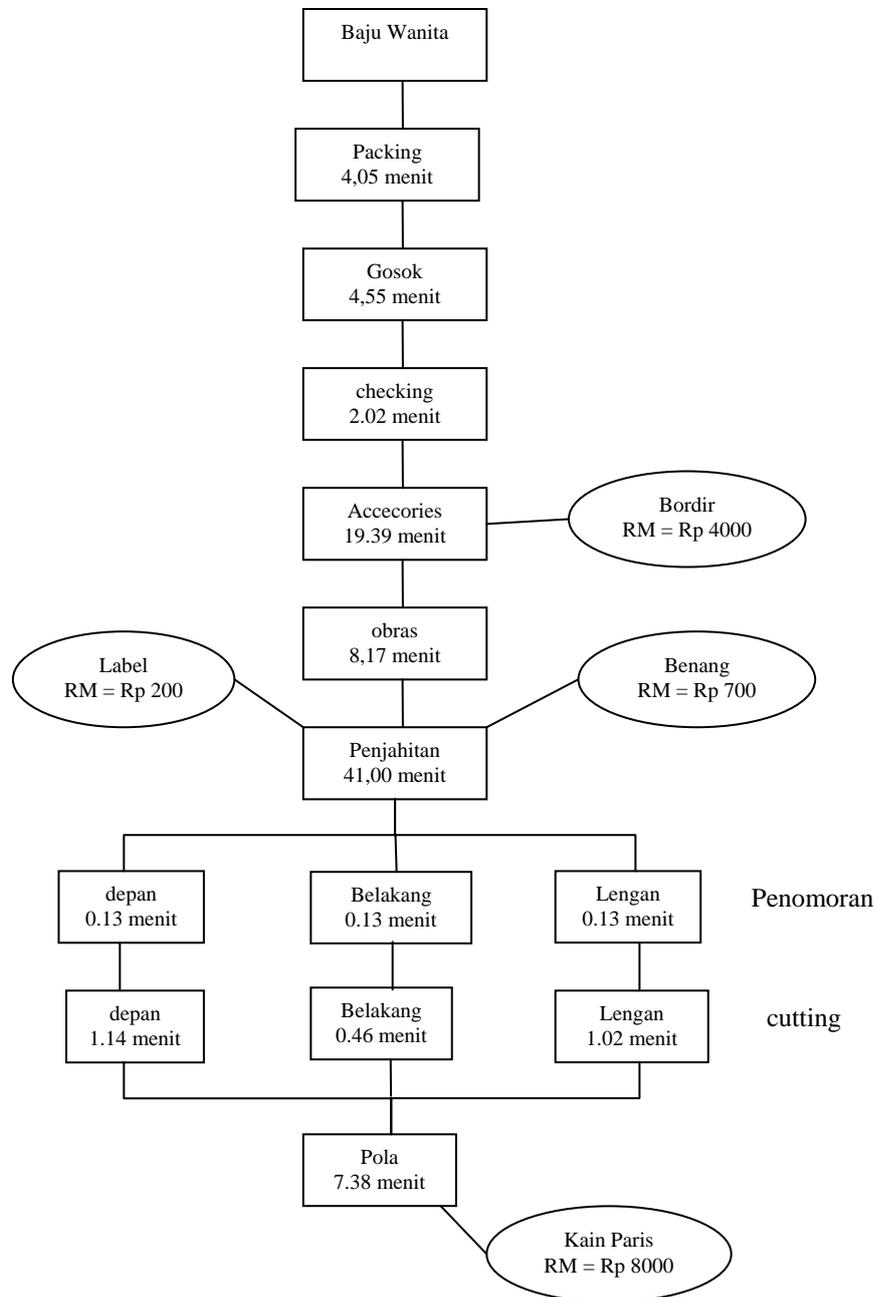
Gambar 4.1 Routing Data Produk Kemeja panjang

4.1.1.2 Produk Kemeja Pendek



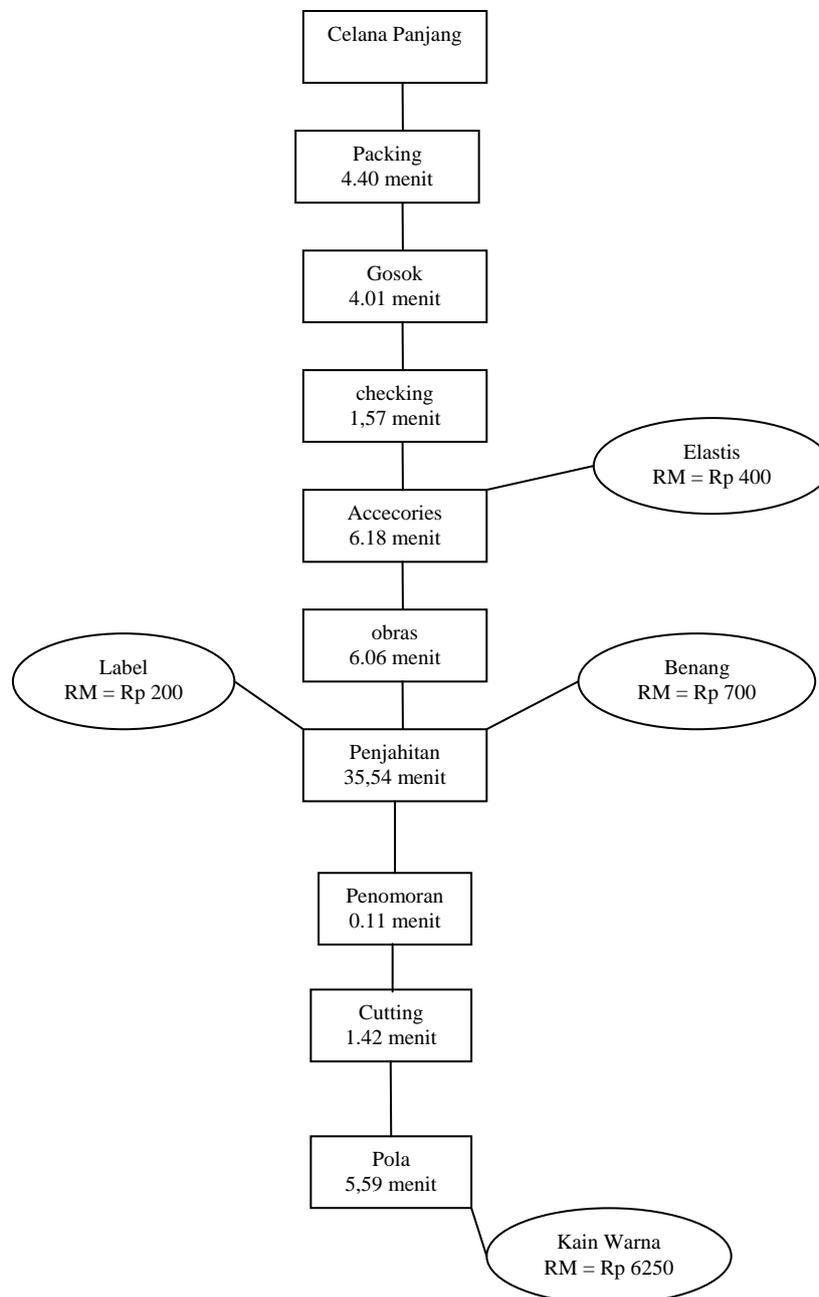
Gambar 4.2 Routing Data Produk Kemeja Pendek

4.1.1.3 Produk Baju Wanita



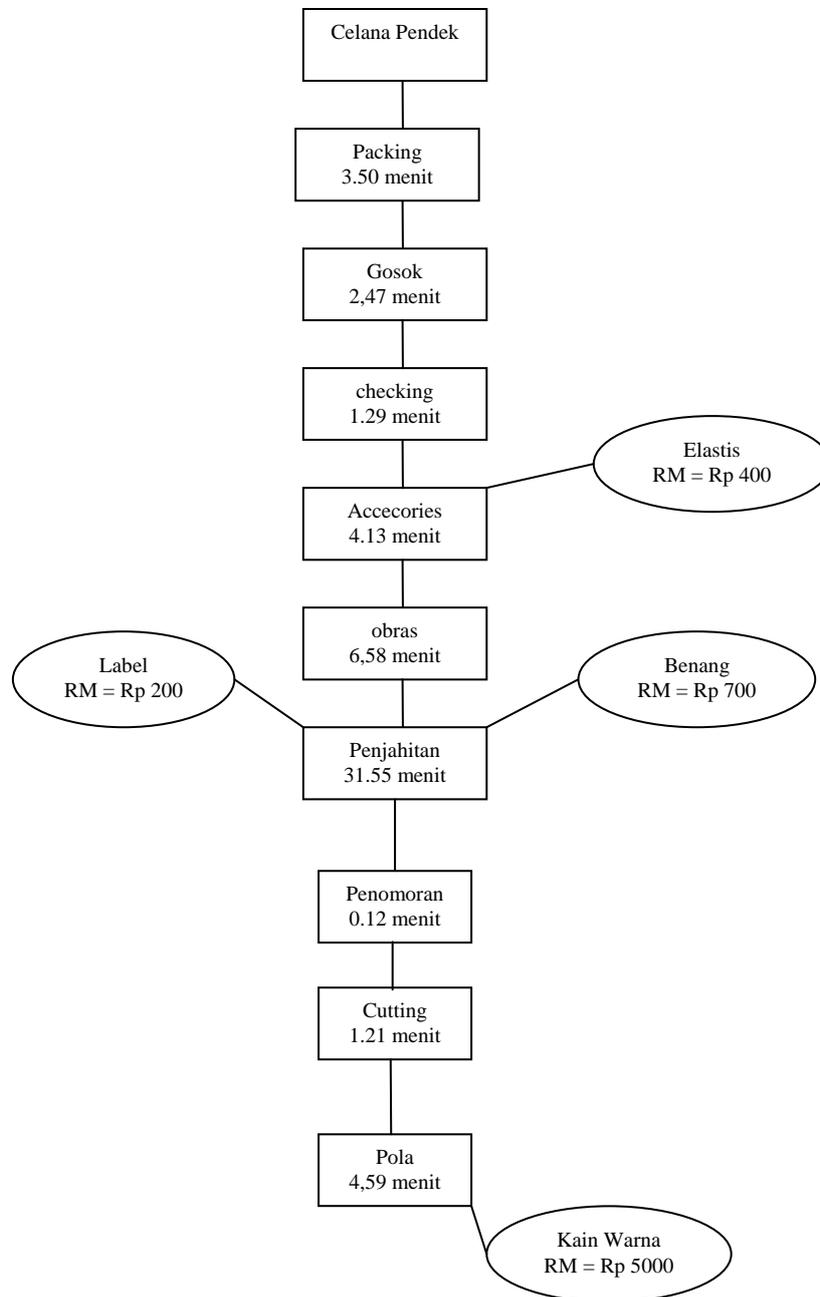
Gambar 4.3 Routing Produk Baju Wanita

4.1.1.4 Produk Celana Panjang



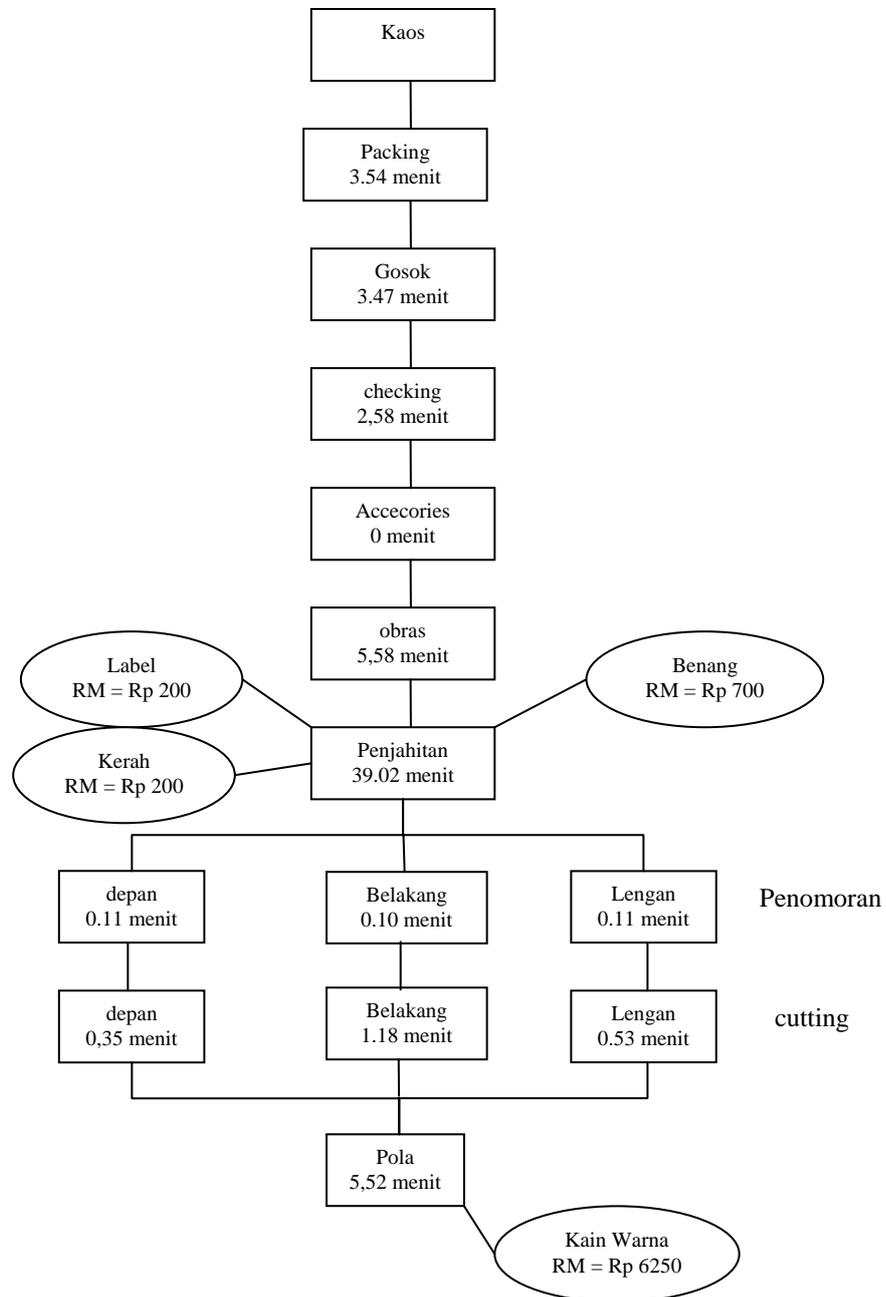
Gambar 4.4 Routing Produk Celana Panjang

4.1.1.5. Produk Celana Pendek



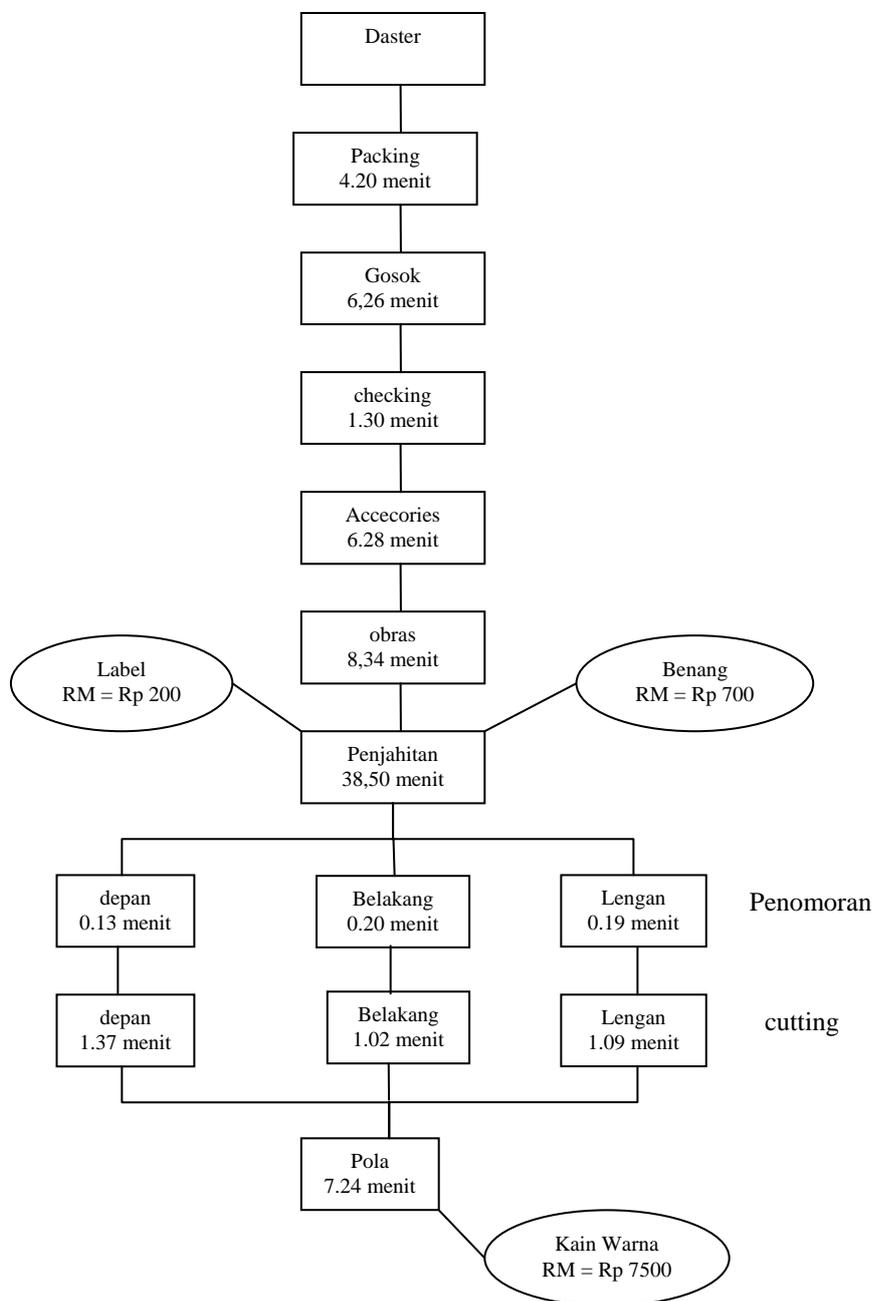
Gambar 4.5 Routing Data Produk Celana Pendek

4.1.1.6 Produk Kaos



Gambar 4.6 Routing Data Produk Kaos

4.1.1.7 Produk Daster



Gambar 4.7 Routing Data Produk Daster

4.1.2 Biaya Bahan Baku

Tabel 4.1 Biaya Bahan Baku Kemeja Panjang

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain print	1.75 meter	12500/meter	21875
2	Benang	1 cons	1000	1000
3	Kancing	8 pcs	900 / lusin	600
4	Label	1 pcs	250000/500 pcs	500
5	Hantag	1 pcs	250000/500 pcs	500
6	kain keras	0.10 meter	2000/meter	200
total				24675

Tabel 4.2 Biaya Bahan Baku Kemeja Pendek

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain print	1.5 meter	12500/meter	18750
2	benang	1 cons	1000	1000
3	kancing	6 pcs	900 / lusin	450
4	Label	1 pcs	250000/500 pcs	500
5	Hantag	1 pcs	250000/500 pcs	500
6	kain keras	0.10 meter	2000/meter	200
total				21400

Tabel 4.3 Biaya Bahan Baku Celana Panjang

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain warna	1.25 meter	5000/meter	6250
2	Benang	1 cons	700	700
3	Label	1 pcs	100000/500 pcs	200
4	Elastis	0.40 meter	1000/meter	400
Total				7550

Tabel 4.4 Biaya Bahan Baku Celana Pendek

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain warna	1 meter	5000/meter	5000
2	Benang	1 cons	700	700
3	Label	1 pcs	100000/500 pcs	200
4	Elastis	0.40 meter	1000/meter	400
Total				6300

Tabel 4.5 Biaya Bahan Baku Kaos

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain warna	1.25 meter	5000/meter	6250
2	Benang	1 cons	700	700
3	Label	1 pcs	100000/500 pcs	200

4	Kerah	1 pcs	500	500
Total				7650

Tabel 4.6 Biaya Bahan Baku Daster

no	Bahan baku	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain warna	1.5 meter	5000/meter	7500
2	Benang	1 cons	700	700
3	Label	1 pcs	100000/500 pcs	200
Total				8400

Tabel 4.7 Biaya Bahan Baku Baju Wanita

no	Bahan baku	jumlah	Harga (Rp)	Total
1	kain paris	1 meter	8000/meter	8000
2	Benang	1 cons	700	700
3	Label	1 pcs	100000/500 pcs	200
4	Border	1 motif	4000	4000
Total				12900

Tabel 4.8 Market Potensial Per Minggu

Produk	Permintaan Per Minggu (unit)
Kemeja Panjang	180
Kemeja Pendek	200
Celana Panjang	140
Celana Pendek	140
Kaos	220
Daster	220
Baju Wanita	120

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari perusahaan, maka sub bab ini melakukan pengolahan data sesuai dengan tujuan penelitian.

4.2.1 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

4.2.1.1 Uji Kecukupan Data

Pengujian ini dilakukan agar data yang diperoleh dari perusahaan sesuai dengan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian seperti yang diharapkan. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian ($s = 0,05$), maka dengan menggunakan rumus kecukupan data untuk menentukan kecukupan data produk kemeja panjang pada proses pola adalah sebagai berikut :

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

$$N' = \left[\frac{2}{0,05} \frac{\sqrt{30(1303.20) - (192.62)^2}}{192.62} \right]^2 = 1,74 \approx 2$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka pengambilan sampel telah memenuhi syarat atau cukup, karena nilai $N' < N$, yaitu $2 < 30$.

4.2.1.2 Uji Keseragaman Data

Pengujian ini dilakukan agar tidak terjadi data yang ekstrim, uji keseragaman pada produk kemeja panjang pada proses pola adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma$$

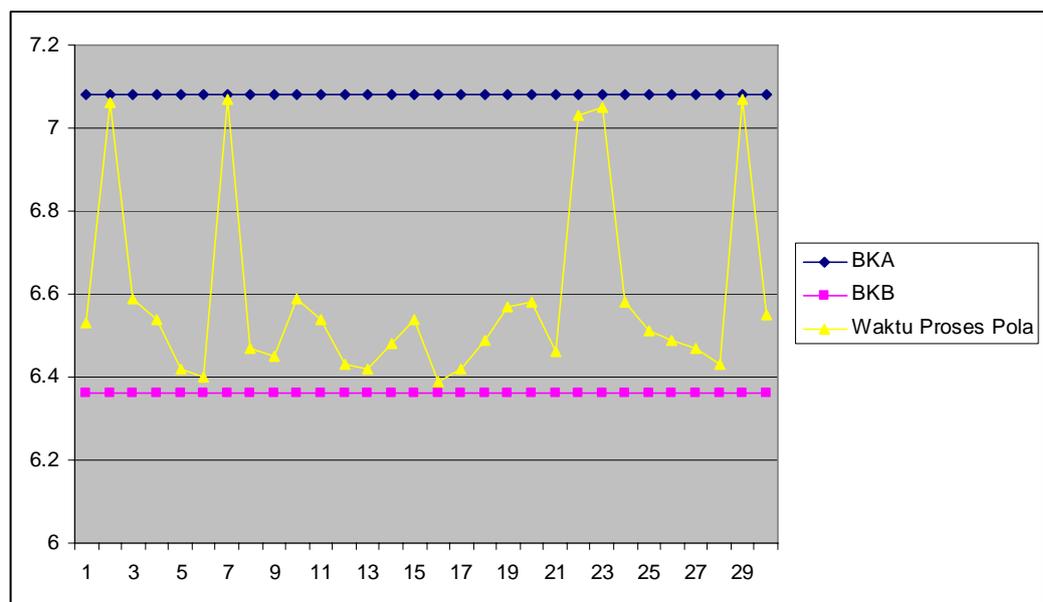
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum ((6.53 - 6.52)^2 + (7.06 - 6.52)^2 + (\dots + \dots) + (6.55 - 6.52)^2)}{30-1}}$$

$$\sigma = 0.08$$

$$\text{BKA} = 6.52 + 2(0.08) = 7.08$$

$$\text{BKB} = 6.52 - 2(0.08) = 6.36$$



Gambar 4.8 Uji Keseragaman Produk Kemeja Panjang Proses Pola

Rekapitulasi perhitungan uji kecukupan dan keseragaman dapat dilihat pada lampiran

4.2.2 Perhitungan Waktu Baku

4.2.2.1 Penetapan *Performance Rating* dan *allowance*

Perhitungan ini diperlukan untuk mencari *Performance Rating* yang diperlukan dalam perhitungan waktu baku. Dengan menggunakan rumus perhitungan *Performance Rating* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Faktor Penyesuaian

No	Stasiun	Rating Operator								Jumlah	PR
		Ketrampilan		Usaha		Kondisi Kerja		Konsistensi			
		L	P	L	P	L	P	L	P		
1	Pola	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,10	1,10
2	Cutting	B2	0,08	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,12	1,12
3	Penomoran	B2	0,08	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,12	1,12
4	Penjahitan	C1	0,06	C1	0,05	D	0,00	D	0,00	0,11	1,11
5	Obras	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,10	1,10
6	Acessories	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,10	1,10
7	Checking	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	C	0,01	0,11	1,11
8	Gosok	C1	0,06	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,10	1,10
9	Packing	B2	0,08	C2	0,02	C	0,02	D	0,00	0,12	1,12

$$PR = P + 1 = (0,12 + 1) = 1,12$$

- **Penentuan Nilai Kelonggaran**

Pada dasarnya setiap pekerja haruslah diberikan kelonggaran waktu, kelonggaran dapat diberikan untuk tiga hal, yaitu : untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa kelelahan dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiga hal ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur dan dicatat ataupun dihitung.

Penentuan nilai kelonggaran (*allowance*) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10 nilai Kelonggaran

No	Faktor kelonggaran (all)	Pola (%)	Cutting (%)	Penomoran (%)	Penjahitan (%)	Obras (%)
1.	Tenaga yang dikeluarkan	6	6	3	6	6
2.	Sikap kerja	2	2	1	3	3
3.	Gerakan kerja	2	2	2	2	2
4.	Kelelahan mata	2	2	2	2	2
5.	Keadaan temperature tempat kerja	5	5	5	5	5
6.	Keadaan atmosfer	4	5	5	5	4
7	Lingkungan yang baik	2	2	2	2	2
8	Kebutuhan Pribadi	2	2	2	2	2
9	Faktor yang tak terhindarkan (asumsi)	2	2	2	2	2
Total		27	28	23	29	28

No	Faktor kelonggaran (all)	Assesories (%)	Checking (%)	Gosok (%)	Packing (%)
1.	Tenaga yang dikeluarkan	6	5	6	3
2.	Sikap kerja	3	1	2	1
3.	Gerakan kerja	2	2	2	2
4.	Kelelahan mata	2	2	2	2
5.	Keadaan temperature tempat kerja	5	5	5	5
6.	Keadaan atmosfer	4	5	4	2
7	Lingkungan yang baik	2	3	2	2
8	Kebutuhan Pribadi	2	2	2	2
9	Faktor yang tak terhindarkan (asumsi)	2	2	2	2
Total		28	27	27	21

4.2.2.2 Waktu Normal

Definisi operator bekerja normal adalah operator melaksanakan pekerjaannya secara normal, operator dianggap cukup berpengalaman pada saat

bekerja, melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam melaksanakan pekerjaannya.

Perhitungan standart waktu normal untuk stasiun penjahitan pada produk kemeja panjang adalah :

- Waktu Siklus = $\frac{\sum x_i}{N} = \frac{1135,36}{30} = 37,52$ menit
- Waktu Normal = $W_s \times P^1$
 $= 37,52 \times 1,11 = 42,01$ menit

Maka standart waktu normal untuk elemen kerja proses penjahitan pada produk kemeja panjang adalah 42,01 menit.

4.2.2.3 Perhitungan Waktu Baku

Perhitungan ini diperlukan untuk menentukan waktu baku dari kegiatan kerja masing-masing operator dalam proses produksi. Dengan kelonggaran 29%, maka waktu baku untuk produk kemeja panjang pada proses penjahitan adalah :

- Waktu Baku = $W_n \times \frac{100\%}{100\% - all}$
 $= 42,01 \times \frac{100\%}{100\% - 29\%} = 51,41$ menit

Rekapitulasi seluruh waktu baku dapat dilihat pada tabel 4.11. Adapun perhitungan waktu normal dan waktu baku dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.11 Waktu Proses Tiap Produk (Waktu Baku)

Produk	Waktu Proses per unit (menit)								
	Pola	cutting	penomoran	Penjahitan	obras	Accesories	Checking	gosok	packing
Kemeja pnjng :	9.03			51.41	12.39	16.06	2.35	8.07	5.41
Bagian depan		1.29	0.13						
Bagian belakang		1.08	0.10						
lengan kanan kiri		1.22	0.10						
Kerah		0.52	0.13						
Total	9.03	4.41	0.46	51.41	12.39	16.06	2.35	8.07	5.41
Kemeja pendek :	9.08			49.11	10.19	15.28	2.27	6.51	5.37
Bagian depan		1.45	0.08						
Bagian belakang		1.05	0.10						
Lengan kanan kiri		1.06	0.08						
Kerah		0.51	0.10						
Total	9.08	4.40	0.36	49.11	10.19	15.28	2.27	6.51	5.37
Baju wanita	7.38			41.00	8.17	19.39	2.02	4.55	4.05
Bagian depan		1.14	0.13						
Bagian belakang		0.46	0.13						
Lengan kanan kiri		1.05	0.13						
Total	7.38	3.12	0.39	41.00	8.17	19.39	2.02	4.55	4.05
Celana panjang	5.59	1.42	0.11	35.54	6.06	6.18	1.57	4.01	4.40
Celana pendek	4.59	1.21	0.12	31.55	5.58	4.13	1.29	2.41	3.50
Kaos	5.52			38.51	8.27	0	2.58	3.47	3.54
Bagian belakang		1.18	0.10						
Bagian depan		0.35	0.11						
Lengan kanan kiri		0.53	0.11						
Total	5.52	2.46	0.32	38.51	8.27	0	2.58	3.47	3.54
Daster	7.24			38.50	8.34	6.28	1.30	6.26	4.20
Bagian depan		1.37	0.13						
Bagian belakang		1.02	0.20						
Lengan kanan kiri		1.09	0.13						
Total	7.24	3.48	0.52	38.50	8.34	6.28	1.30	6.26	4.20

4.3 Analisis *Constraint Resource* dan Analisis Profit

4.3.1 Kapasitas Sumber Daya Tiap Produk

Tujuan yang ingin dicapai dalam persoalan kombinasi produk yang dibahas adalah memaksimalkan keuntungan. Selanjutnya tahap pertama dalam teori kendala adalah mengidentifikasi kendala dalam sistem. Disini berarti menentukan sumber daya yang kemungkinan berpotensi menjadi kendala (*Capacity Constraints Resource*). Untuk itu perlu penentuan nilai rasio pemanfaatan sumber daya sebagai nilai kemungkinan menjadi kendala.

Perhitungan kapasitas *requirement* adalah mengalikan permintaan per minggu dengan waktu proses per *work center*. Contoh pada produk kemeja panjang permintaan pasar per minggu adalah 180 dikalikan dengan *workcenter* pola sebesar $9.03 = 1625.4$. Hasil perhitungan kapasitas *requirement* selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.12 Kapasitas *Requirement*

Produk	Market Potensial per minggu (unit)	<i>Capacity Requirement</i> (menit)								
		Pola	cutting	penomoran	penjahitan	obras	acesories	check	gosok	Packing
Kemeja panjang	180	1625.4	793.8	82.8	9253.8	2230.2	2890.8	423	1452.6	973.8
Kemeja pendek	200	1816	880	72	9822	2038	3056	454	1302	1074
Baju wanita	140	1033.2	329	54.6	5740	1143.8	2714.6	282.8	637	567
Celana panjang	140	782.6	198.8	15.4	4975.6	848.4	865.2	219.8	561.4	616
Celana pendek	220	1009.8	266.3	26.4	6941	1227.6	908.6	283.8	543.4	770
Kaos	160	883.2	393.6	51.2	6161.6	1323.2	0	412.8	555.2	566.4
Daster	220	1592.8	765.6	114.4	8470	1834.8	1381.6	286	1157.2	924
Total		8743	3627	416.8	51364	10646	11816.8	2362.2	6208.8	5491.2

Peralatan dan mesin untuk memproduksi memiliki kapasitas produksi yang bervariasi, oleh karena itu akan diperoleh perbedaan kapasitas antar stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain. Perbedaan inilah yang menjadikan adanya variasi kemampuan produksi tiap stasiun kerja. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan untuk jangka waktu produksi selama minggu Data selengkapnya untuk kapasitas tiap stasiun kerja, adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Sumber Daya Yang Tersedia

NO	Stasiun Kerja	Jumlah (Operator atau Mesin)
1	Pembuatan Pola	3
2	<i>Cutting</i>	2
3	Penomoran	1
4	Penjahitan	17
5	<i>Obras</i>	4
6	<i>Accesories</i>	5
7	<i>Cheking</i>	1
8	Gosok	3
9	<i>Packing</i>	2

Kapasitas sumber daya yang tersedia yaitu jumlah mesin dan tenaga kerja (sumber daya yang tersedia) x kapasitas tersedia 1 periode, dimana kapasitas tersedia = 1 shift(8 jam) x 1 periode / 1 Minggu (6 Hari) x 60 menit sehingga total waktu kerja dalam satu minggu adalah 48 jam atau 2880 menit.. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.14 Kapasitas Sumber Daya Mesin Atau Operator Yang Tersedia

NO	Stasiun Kerja	Sumber Daya Yang Tersedia	Kapasitas Tersedia 1 Minggu	Kapasitas Sumber Daya Tersedia (menit)
1	Pembuatan Pola	3	2880	8640
2	<i>Cutting</i>	2	2880	5760
3	Penomoran	1	2880	2880
4	Penjahitan	17	2880	48960
5	<i>Obras</i>	4	2880	11520
6	<i>Accessories</i>	4	2880	11520
7	<i>Cheking</i>	1	2880	2880
8	Gosok	3	2880	8640
9	<i>Packing</i>	2	2880	5760

4.3.2 Analisis *Constraint Resource*

Analisis untuk mengetahui kendala sumber daya. Cara yang dipakai adalah dengan membandingkan antara kebutuhan kapasitas dengan kapasitas tersedia. Kendala sumber daya terjadi pada *work center* yang mengalami kelebihan kapasitas

Tabel 4.15 *Constraint Resource*

<i>Work Center</i>	Kebutuhan Kapasitas (A)	Kapasitas Sumber Daya Tersedia (B)	Keterangan	Keterangan
Pola	8743	8640	$A > B$	Kapasitas sumber daya kurang
Cutting	3627	5760	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup
Penomoran	416,8	2880	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup
Penjahitan	51364	48960	$A > B$	Kapasitas sumber daya kurang
Obras	10646	11520	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup
Accessories	11816.8	11520	$A > B$	Kapasitas sumber daya kurang
Checking	2362.2	2880	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup
Gosok	6208.8	8640	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup
Packing	5491.2	5760	$A < B$	Kapasitas sumber daya Cukup

Dari tabel diatas diperoleh hasil, untuk *work center* Pola, penjahitan dan accessories merupakan stasiun yang mempunyai nilai kendala. Pada *work center* pola kapasitas yang tersedia 8640 menit dan *Work center* pola membutuhkan kapasitas 8743 menit maka pada *work center* pola adalah *constraint resource*

demikian juga dengan *work center* penjahitan, dan *work center accessories*, pada *work center* penjahitan kapasitas yang tersedia 48960 menit dan *work center* penjahitan membutuhkan kapasitas 51364 menit maka *work center* penjahitan juga merupakan *constraint resource*. Demikian juga *work center accessories* kapasitas yang tersedia 11520 menit dan *work center accessories* membutuhkan kapasitas 11816,8 menit maka *work center accessories* merupakan *constraint resource*.

4.3.3 Analisis Profit

Setelah kendala diketahui maka tahap selanjutnya adalah menentukan bagaimana mengeksploitasi kendala tersebut agar diperoleh kombinasi jumlah produk optimal.

Profit per unit adalah hasil pengurangan harga penjualan produk dengan biaya bahan baku produk tersebut.

Tabel 4.16 Profit Per Unit

Produk	Harga jual per unit	<i>Raw Material Cost per unit</i> (Rp)	<i>Profit Per unit</i> (Rp)
Kemeja pnjng	32.000	24675	7325
Kemeja pendek	28.000	21400	6600
Baju wanita	20.000	12900	7100
Celana panjang	13.000	7550	5450
Celana pendek	12.000	6300	5700
Kaos	14.000	7650	6350
Daster	15.000	8400	6600

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa produk kemeja panjang menghasilkan profit terbesar yaitu Rp 7325,- dan profit terkecil yaitu pada produk celana panjang yaitu Rp 5450,-/. Setelah *profit* diketahui maka tahap selanjutnya adalah menghitung *profit per constraint resource*, dengan perhitungan ini dapat diketahui berapa *profit* per menit pada *work center* yang menjadi *constraint resource*.

4.4 Analisis Volume Produksi Optimal dan Total Profit

4.4.1 Perhitungan *Profit Per Constraint*

Profit per constraint adalah *profit* dibagi dengan waktu proses pada *work center* yang menjadi *constraint resource* dalam hal ini adalah *work center* pola, penjahitan dan accessories, *profit per unit* dan *profit constraint per unit* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.17 *Profit per Constraint Resource Pada Work Center Pola*

Produk	Profit per unit (Rp)	Profit per Constraint Resource Minutes (Rp/min)
Kemeja Panjang	7325	$7325 / 9,03 = 811,18$
Kemeja Pendek	6600	$6600 / 9,08 = 726,87$
Baju Wanita	7100	$7100 / 7,38 = 962,05$
Celana Panjang	5450	$5450 / 5,59 = 974,95$
Celanan Pendek	5700	$5700 / 4,59 = 1241,8$
Kaos	6350	$6350 / 5,52 = 1150,36$
Daster	6600	$6600 / 7,24 = 911,60$

Dari tabel diatas dapat diketahui *profit per constraint resource* menit yang terbesar adalah Rp 1241,8 berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil adalah Rp 726,87 berada pada produk kemeja pendek.

Tabel 4.18 *profit per Constraint Resource Pada Work Center Penjahitan*

Produk	Profit per unit (Rp)	Profit per Constraint Resource Minutes (Rp/min)
Kemeja Panjang	7325	$7325 / 51,41 = 142,48$
Kemeja Pendek	6600	$6600 / 49,11 = 134,39$
Baju Wanita	7100	$7100 / 41,00 = 173,17$
Celana Panjang	5450	$5450 / 35,54 = 153,34$
Celana Pendek	5700	$5700 / 31,55 = 180,66$
Kaos	6350	$6350 / 38,51 = 164,89$
Daster	6600	$6600 / 38,50 = 171,42$

Dari tabel diatas dapat diketahui *profit per constraint resource* menit yang terbesar adalah Rp 180,66 per menit berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil adalah Rp 134,39 per menit berada pada produk kemeja pendek.

Tabel 4.19 profit per Constraint Resource Pada Work Center Accesories

Produk	Profit per unit (Rp)	Profit per Constraint Resource Minutes (Rp/min)
Kemeja Panjang	7325	$7325 / 16,06 = 456,10$
Kemeja Pendek	6600	$6600 / 15,28 = 431,93$
Baju Wanita	7100	$7100 / 19,39 = 366,16$
Celana Panjang	5450	$5450 / 6,18 = 881,87$
Celana Pendek	5700	$5700 / 4,13 = 1380,14$
Daster	6600	$6600 / 6,28 = 1050,95$

Dari tabel diatas dapat diketahui *profit per constraint resource* menit yang terbesar adalah Rp 1380,4 berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil adalah Rp 366,16 berada pada produk baju wanita.

4.4.2 Perhitungan Volume Produksi Dan Total Profit

Perhitungan volume produksi dan total *profit* dengan menggunakan *Linier Programing*. Adapun perumusan *Linier Programing* adalah sebagai berikut:

- **Variabel Keputusan**

Tabel 4.20 Variabel Keputusan

No	Nama Produk	Variabel Keputusan
1	Kemeja Panjang	X1
2	Kemeja Pendek	X2
3	Baju Wanita	X3
4	Celanan Panjang	X4
5	Celana Pendek	X5
6	Kaos	X6
7	Daster	X7

- **Fungsi Tujuan**

Tabel 4.21 Perhitungan Profit Per Produk

Keterangan	Kemeja Panjang (Rp)	Kemeja Pendek (Rp)	Baju Wanita (Rp)	Celana Panjang (Rp)	Celana Pendek (Rp)	Kaos (Rp)	Daster (Rp)
Harga Jual	32000	28000	20000	13000	12000	14000	15000
Biaya Bahan Baku	24675	21400	12900	7550	6300	7650	8400
Profit	7325	6600	7100	5450	5700	6350	6600

$$Z_{\text{maks}} = 7325 X_1 + 6600 X_2 + 7100 X_3 + 5450 X_4 + 5700 X_5 + 6350 X_6 + 6600 X_7$$

- **Fungsi Batasan**

1. Batasan Market Potensial Per Minggu

Tabel 4.22 Market Potensial Per Minggu

Produk	Market Potensial Per Minggu
Kemeja Panjang	180
Kemeja Pendek	200
Baju Wanita	140
Celana Panjang	140
Celana Pendek	220
Kaos	160
Daster	220

$$X_1 \leq 180$$

$$X_2 \leq 200$$

$$X_3 \leq 140$$

$$X_4 \leq 140$$

$$X_5 \leq 220$$

$$X_6 \leq 160$$

$$X_7 \leq 220$$

2. Batasan Kapasitas Waktu Tersedia

Waktu proses tiap jenis produk dalam tiap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.23 Waktu Proses Per Unit

Produk	Waktu Proses per unit (menit)									Total Waktu Proses (menit)
	Pola	Cutting	penomoran	penjahitan	obras	Accessories	checking	gosok	packing	
Kemeja pnjng :	9.03									
Bagian depan		1.29	0.13	51.41	12.39	16.06	2.35	8.07	5.41	
Bagian belakang		1.08	0.10							
lengan kanan kiri		1.22	0.10							
Kerah		0.52	0.13							
Total	9.03	4.41	0.46	51.41	12.39	16.06	2.35	8.07	5.41	111.19
Kemeja pendek :	9.08									
Bagian depan		1.45	0.08	49.11	10.19	15.28	2.27	6.51	5.37	
Bagian belakang		1.05	0.10							
Lengan kanan		1.06	0.08							
kiri		0.51	0.10							
Kerah										
Total	9.08	4.40	0.36	49.11	10.19	15.28	2.27	6.51	5.37	104.17
Baju wanita	7.38									
Bagian depan		1.14	0.13	41.00	8.17	19.39	2.02	4.55	4.05	
Bagian belakang		0.46	0.13							
Lengan kanan		1.05	0.13							
kiri										
Total	7.38	3.12	0.39	41.00	8.17	19.39	2.02	4.55	4.05	92.17
Celana panjang	5.59	1.42	0.11	35.54	6.06	6.18	1.57	4.01	4.40	66.48
Celana pendek	4.59	1.21	0.12	31.55	5.58	4.13	1.29	2.41	3.50	56.38
Kaos	5.52									
Bagian belakang		1.18	0.10	38.51	8.27	0	2.58	3.47	3.54	
Bagian depan		0.35	0.11							
Lengan kanan		0.53	0.11							
kiri										
Total	5.52	2.46	0.32	38.51	8.27	0	2.58	3.47	3.54	67.07
Daster	7.24									
Bagian depan		1.37	0.13	38.50	8.34	6.28	1.30	6.26	4.20	
Bagian belakang		1.02	0.20							
Lengan kanan		1.09	0.13							
kiri										
Total	7.24	3.48	0.52	38.50	8.34	6.28	1.30	6.26	4.20	78.12

Adapun waktu kerja dalam satu hari pada Batik MAS adalah 8 jam untuk hari Senin – Sabtu, sehingga total waktu kerja dalam satu minggu adalah 48 jam atau 2880 menit. Untuk mendapatkan kapasitas waktu total yang tersedia, maka waktu kerja dikalikan sumber daya yang terpakai.

Sehingga batasan kapasitas waktunya adalah :

Tabel 4.25 Output Linier Programing

	14:28:40		Wednesday	July	18	2007		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	180.0000	7,325.0000	1,318,500.0000	0	basic	6,909.1020	M
2	X2	151.0487	6,600.0000	996,921.3000	0	basic	0	6,997.2920
3	X3	140.0000	7,100.0000	994,000.0000	0	basic	5,510.0790	M
4	X4	140.0000	5,450.0000	763,000.0000	0	basic	4,776.2980	M
5	X5	220.0000	5,700.0000	1,254,000.0000	0	basic	4,240.0730	M
6	X6	160.0000	6,350.0000	1,016,000.0000	0	basic	5,175.4420	M
7	X7	220.0000	6,600.0000	1,452,000.0000	0	basic	5,174.0990	M
	Objective	Function	(Max.) =	7,794,421.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	8,298.5220	<=	8,640.0000	341.4781	0	8,298.5220	M
2	C2	3,519.4140	<=	5,760.0000	2,240.5860	0	3,519.4140	M
3	C3	399.1775	<=	2,880.0000	2,480.8230	0	399.1775	M
4	C4	48,960.0000	<=	48,960.0000	0	134.3922	41,542.0000	50,410.0800
5	C5	10,147.1900	<=	11,520.0000	1,372.8140	0	10,147.1900	M
6	C6	11,068.8200	<=	11,520.0000	451.1765	0	11,068.8200	M
7	C7	2,251.0810	<=	2,880.0000	628.9196	0	2,251.0810	M
8	C8	6,110.1270	<=	8,640.0000	2,529.8730	0	6,110.1270	M
9	C9	5,228.3320	<=	5,760.0000	531.6687	0	5,228.3310	M
10	C10	180.0000	<=	180.0000	0	415.8981	133.2387	324.2910
11	C11	151.0487	<=	200.0000	48.9513	0	151.0487	M
12	C12	140.0000	<=	140.0000	0	1,589.9210	81.3659	208.0166
13	C13	140.0000	<=	140.0000	0	673.7018	72.3579	348.7226
14	C14	220.0000	<=	220.0000	0	1,459.9270	143.8035	455.1189
15	C15	160.0000	<=	160.0000	0	1,174.5570	122.3453	352.6253
16	C16	220.0000	<=	220.0000	0	1,425.9010	157.5584	412.6754

Dari tabel *output* linier programing diatas dapat diketahui volume produksi untuk masing – masing produk yaitu:

Tabel 4.26 Volume Produksi *Linier Programing*

Produk	Volume produksi (unit)
Kemeja Panjang	180
Kemeja Pendek	151
Baju Wanita	140
Celana Panjang	140
Celana Pendek	220
Kaos	160
Daster	220

Dan total profit sebesar Rp 7,794,421,-

4.5 Analisa Sensitivitas

1. *Work Center* Pola

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 8298,550 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 8640 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 8640 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 341,478 menit berarti pada stasiun pola masih mempunyai sisa waktu sebesar 341,478 menit, Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 8298,5220 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 8298,5220 menit.

2. *Work Center* Cutting

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 3519,4140 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 5760 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 5760 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 2240,5860 menit berarti pada stasiun cutting masih mempunyai sisa waktu sebesar 2240,5860 menit, Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 3519,4140 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 3519,4140 menit.

3. *Work Center* Penomoratan

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 399,17 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 2880 menit dan ini berarti bahwa Z optimalnya tidak boleh melebihi dari 2880 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 2480,82 menit berarti pada stasiun penomoratan masih mempunyai sisa waktu sebesar 2480,82 menit, Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 399,1775 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 399,1775 menit.

4. *Work Center Penjahitan*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 48960 menit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 48960 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 48960 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 menit berarti pada stasiun penjahitan tidak mempunyai sisa waktu. Pada *shadow price* nya ternyata 134,3992 ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan waktu sebesar 134,3992 menit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 50410,0800 menit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 50410,0800 menit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 41542 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 41541 menit.

5. *Work Center Obras*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 10147,19 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 11520 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 11520 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 1372,8140 menit berarti pada stasiun obras masih mempunyai sisa waktu sebesar 1372,8140 menit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 10147,1900 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 10147,1900 menit.

6. *Work Center Accesories*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 11068 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 11520 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 11520 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 451,1765 menit berarti pada stasiun accesories masih mempunyai sisa waktu sebesar 451,1765 menit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 11068,8200 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 11068,8200 menit.

7. *Work Center Checking*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 2251 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 2880 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 2880 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 628,9196 menit berarti pada stasiun checking masih mempunyai sisa waktu sebesar 628,9196 menit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 2251,0810 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 2251,0810 menit.

8. *Work Center Gosok*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 6110 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 8640 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 8640 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 2529,87 menit berarti pada stasiun gosok masih mempunyai sisa waktu sebesar 2529,87 menit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 6110,1270 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 6110,1270 menit.

9. *Work Center Packing*

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 5228 menit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 5760 menit dan ini berarti bahwa waktu optimalnya tidak boleh melebihi dari 5760 menit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 531,66 menit berarti pada stasiun packing masih mempunyai sisa waktu sebesar 531,66 menit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 5228,3310 menit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 5228,3310 menit.

10. Market Potensial Kemeja Panjang

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 180 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 180 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 180 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial kemeja panjang tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 415,8981 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 415,8981 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 324,2910 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 324,2910 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 133,2387 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 133,2387 unit.

11. Market Potensial Kemeja Pendek

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 151,04 unit lebih kecil dibandingkan dengan pembatas ruas kanan sebesar 200 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 200 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 48,95 unit berarti pada market potensial kemeja pendek masih mempunyai sisa sebesar 48,95 unit. Pada *shadow price* nya ternyata 0 ini berarti bahwa tidak ada penambahan atau pengurangan waktu. Dan pada *allowable max RHS* sebesar M sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai tak terhingga, dan pada *allowable min RHS* sebesar 151,0487 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 151,0487 unit.

12. Market Potensial Baju Wanita

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 140 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 140 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 140 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial baju wanita tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 1589,9210 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 1589,9210 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 208,0166 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 208,0166 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 81,3659 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 81,3659 unit.

13. Market Potensial Celana Panjang

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 140 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 140 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 140 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial Celana Panjang tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 673,7018 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 673,7018 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 348,7226 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 348,7226 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 72,3579 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 72,3579 unit.

14. Market Potensial Celana Pendek

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 220 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 220 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 220 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial celana pendek tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 1459,92 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 1459,92 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 455,1189 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 455,1189 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 143,8035 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 143,8035 unit.

15. Market Potensial Kaos

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 160 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 160 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 160 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial kaos tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 1174,5570 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 1174,5570 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 352,6253 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 352,6253 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 122,3453 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 352,6253 unit.

16. Market Potensial Daster

Pada batasan ini ruas kiri sebesar 220 unit sama dengan pembatas ruas kanan sebesar 220 unit dan ini berarti bahwa market potensial optimalnya 220 unit. Untuk nilai *slack surplus* sebesar 0 unit berarti pada market potensial daster tidak mempunyai sisa produk. Pada *shadow price* nya ternyata 1425,9010 unit ini berarti bahwa ada penambahan atau pengurangan market potensial sebesar 1425,9010 unit. Dan pada *allowable max RHS* sebesar 412,6754 unit sehingga batasan ini dapat dinaikkan sampai 412,6754 unit, dan pada *allowable min RHS* sebesar 157,5584 unit sehingga batasan ini dapat diturunkan sampai 157,5584 unit.

4.6 Analisis Utilitas

Setelah volume produksi diketahui kemudian mencari utilitas apakah jumlah produk tersebut masih mengalami *constraint resource* atau tidak, perhitungan utilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.27 Kebutuhan Kapasitas

Produk	Market Potensial per minggu (unit)	Capacity Requirement (menit)								
		Pola	Cutting	penomoran	penjahitan	obras	acesories	checking	gosok	packing
Kemeja panjang	180	1625.4	793.8	82.8	9235.8	2230.2	2890.8	423	1452.6	973.8
Kemeja pendek	151	1371.08	664.4	54.36	7415.61	1538.69	2307.28	342.77	983.01	810.87
Baju wanita	140	1033.2	436.8	54.6	5740	1143.8	2714.6	282.8	637	567
Celana panjang	140	782.6	198.8	15.4	4975.6	848.4	865.2	219.8	561.4	616
Celana pendek	220	1009.8	266.3	26.4	6941	1227.6	908.6	283.8	543.4	770
Kaos	160	883.2	393.6	51.2	6161.6	1323.2	0	412.8	555.2	566.4
Daster	220	1592.8	765.6	114.4	8470	1834.8	1381.6	286	1157.2	924
Total		8298.08	3519.2	399.16	48957.61	10146.69	11068.08	2250.97	6109.8	5228.07

Tabel 4.28 Kapasitas Sumber Daya Yang Tersedia

NO	Stasiun Kerja	Sumber Daya Yang Tersedia	Kapasitas Tersedia 1 Minggu	Kapasitas Sumber Daya Tersedia (menit)
1	Pembuatan Pola	3	2880	8640
2	<i>Cutting</i>	2	2880	5760
3	Penomoran	1	2880	2880
4	Penjahitan	17	2880	48960
5	<i>Obras</i>	4	2880	11520
6	<i>Accessories</i>	4	2880	11520
7	<i>Cheking</i>	1	2880	2880
8	Gosok	3	2880	8640
9	<i>Packing</i>	2	2880	5760

Tabel 4.29 Perhitungan Utilitas

<i>Work Center</i>	Kebutuhan Kapasitas	Kapasitas Sumber Daya Tersedia	Utilisasi (%)	Keterangan
Pola	8298.08	8640	96.04259259	Kapasitas sumber daya cukup
Cutting	3519.2	5760	61.09722222	Kapasitas sumber daya cukup
Penomoran	399.16	2880	13.85972222	Kapasitas sumber daya cukup
Penjahitan	48957.61	48960	99.99511846	Kapasitas sumber daya cukup
Obras	10146.69	11520	88.07890625	Kapasitas sumber daya cukup
Accessories	11068.08	11520	96.07708333	Kapasitas sumber daya cukup
Checking	2250.97	2880	78.15868056	Kapasitas sumber daya cukup
Gosok	6109.81	8640	70.71539352	Kapasitas sumber daya cukup
Packing	5228.07	5760	90.76510417	Kapasitas sumber daya cukup

Dari tabel diatas diketahui bahwa tidak ada *work center* yang melebihi 100 %, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada lagi *constraint resorce* yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dan analisa data dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat kendala-kendala untuk memproduksi produk karena kebutuhan kapasitas lebih besar daripada kapasitas sumber daya yang tersedia, *work center* pola, penjahitan dan accessories merupakan stasiun yang mempunyai nilai kendala.
2. Berdasarkan analisis profit dapat diketahui bahwa produk kemeja panjang menghasilkan profit terbesar dan profit terkecil yaitu pada produk celana panjang
3. Berdasarkan perhitungan *profit per constraint resource* per menit dapat diketahui bahwa pada *work center* pola *profit per constraint resource* menit yang terbesar berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil berada pada produk kemeja pendek. Pada *Work center* penjahitan *profit per constraint resource* menit yang terbesar berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil berada pada produk kemeja pendek. Pada *work center* accessories *profit per constraint resource* menit yang terbesar adalah berada pada produk celana pendek, dan *profit per constraint resource* menit terkecil berada pada produk baju wanita.
4. Berdasarkan perhitungan *linier programing* dapat diketahui volume produksi untuk masing – masing produk yaitu: produk kemeja panjang 180 unit, produk kemeja pendek 151 unit, produk baju wanita 140 unit, produk celana panjang 140 unit, produk celana pendek 220 unit, produk kaos 160 unit dan produk daster 220 unit. Dengan total profit sebesar Rp 7,794,421,-

5. Berdasarkan perhitungan utilitas dapat diketahui tidak ada lagi yang bernilai diatas 100% hal ini menunjukkan tidak ada lagi *constraint resource* atau kendala yang terjadi.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari analisa data perusahaan, maka dapat diberikan saran yaitu perusahaan bisa memakai metode yang kami teliti ini untuk menentukan volume produksi dengan keuntungan yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Detmer, H, William., *Goldrat's Theory of Constraint : A System Approach to Continuous Improvement*, Wilwouke : ASQC Quality Press, 1997
- Dimiyati. T dan Dimiyati A, *Operation Reseach*, Sinar Baru Algesindo, Bandung, 2001
- Fogarty, et. Al., *Production an Inventory Management*, Ohio : South West Publishing Co, 1999
- Ginting, Rosnani, MT, *Penerapan Time Buffer terhadap CCR untuk Menyeimbangkan Lintasan Produksi*, Proseding Seminar Sistem Produksi VI, 2003
- Makridakis., & Whell Wright, Mc. GEE., . *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta, 1999
- Sipper, Daniel., & Bulfin, Robert., 1997, *Production Planning, Control, & Integration*, The Mc Grawhill, Companies Singapore
- Sutalaksana, Z. Iftikar., 1997, *Teknik Tata Cara Kerja*, Penerbit Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung
- Tersine, Richard J., 1994, *Principles of Inventory & Materials Management*, Fourth Edition, The University of Oklahoma, PTR-Hall Internasional, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey
- Vincent Gasperz, *Production Planing & Inventory Control : Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, GramediaPustaka Utama, Jakarta, 1998
- Wignjosuebrotto, Sritomo., 1993, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Edisi ketiga, Guna Widya, Jakarta

LAMP IRAN

Waktu Pengamatan Produk Kemeja Panjang (Menit)

No	Pola	Cutting				Penomoran			
		Depan	belakang	Lengan	kerah	Depan	Belakang	Lengan	Kerah
1	6.53	1.10	0.51	1.05	0.40	0.08	0.08	0.06	0.1
2	7.06	1.15	0.52	0.58	0.39	0.07	0.07	0.09	0.08
3	6.59	1.07	0.52	0.58	0.38	0.09	0.06	0.08	0.08
4	6.54	1.02	0.53	1.01	0.39	0.1	0.07	0.07	0.09
5	6.42	1.08	0.54	0.59	0.38	0.11	0.08	0.06	0.08
6	6.40	1.14	0.50	1.01	0.40	0.08	0.08	0.05	0.11
7	7.07	1.15	0.49	1.05	0.41	0.09	0.08	0.04	0.11
8	6.47	1.14	0.54	1.01	0.42	0.09	0.07	0.05	0.09
9	6.45	0.59	0.48	1.05	0.42	0.09	0.07	0.04	0.11
10	6.59	1.01	0.49	0.59	0.43	0.09	0.07	0.07	0.1
11	6.54	1.14	0.51	1.05	0.44	0.08	0.07	0.08	0.08
12	6.43	1.07	0.51	0.59	1.40	0.1	0.05	0.06	0.08
13	6.42	1.01	0.48	0.58	0.39	0.1	0.06	0.06	0.08
14	6.48	1.01	0.48	0.57	0.39	0.11	0.08	0.08	0.1
15	6.54	1.09	0.51	0.59	0.38	0.08	0.06	0.1	0.11
16	6.39	1.08	0.50	1.06	0.40	0.08	0.08	0.07	0.11
17	6.42	1.01	0.54	1.06	0.38	0.09	0.08	0.07	0.08
18	6.49	1.14	0.54	0.57	0.39	0.1	0.09	0.06	0.09
19	6.57	1.13	0.54	0.59	0.40	0.11	0.09	0.06	0.08
20	6.58	0.59	0.55	1.00	0.41	0.13	0.09	0.1	0.08
21	6.46	0.58	0.49	1.01	0.42	0.13	0.07	0.1	0.09
22	7.03	0.58	0.50	1.02	0.42	0.09	0.06	0.11	0.11
23	7.05	1.01	0.51	1.02	0.39	0.08	0.07	0.09	0.12
24	6.58	1.12	0.51	1.04	0.39	0.09	0.08	0.09	0.12
25	6.51	1.14	0.56	1.05	0.37	0.07	0.07	0.08	0.12
26	6.49	1.12	0.51	1.05	0.37	0.08	0.06	0.06	0.08
27	6.47	1.01	0.48	1.05	0.40	0.06	0.06	0.07	0.09
28	6.43	1.00	0.48	1.03	0.40	0.06	0.06	0.07	0.1
29	7.07	1.05	0.51	1.03	0.40	0.07	0.07	0.1	0.1
30	6.55	1.05	0.50	1.02	0.41	0.1	0.07	0.1	0.12

\bar{x}	6.52	1.06	0.51	1.01	0.39	0.09	0.07	0.07	0.10
BKA	7.08	1.20	0.56	1.08	0.42	0.31	0.11	0.08	0.12
BKB	6.36	0.52	0.45	0.54	0.36	0.25	0.04	0.06	0.08
N'	1.74	26.11	3.06	2.86	3.01	5.28	5.25	0.98	3.64
W.N	7.33	1.13	0.57	1.08	0.43	0.11	0.08	0.08	0.11
W.B	9.03	1.29	1.08	1.22	0.52	0.13	0.10	0.10	0.13

NO	Penjahitan	obras	Acessories	checking	gosok	packing
1	37.15	9.15	11.51	2.01	4.59	4.05
2	38.17	9.19	11.44	1.59	4.58	4.05
3	38.51	8.51	11.37	1.58	5.00	4.14
4	38.43	8.59	11.56	1.58	5.00	4.01
5	37.10	9.20	11.56	1.40	5.01	3.57
6	37.19	9.45	12.01	1.47	5.14	3.59
7	36.55	9.58	11.51	1.47	5.10	3.57
8	36.30	9.57	12.05	1.50	5.10	4.08
9	37.17	8.51	11.54	1.57	5.13	4.08
10	37.41	8.59	11.53	1.57	5.17	3.58
11	37.35	9.11	11.54	1.51	5.16	3.57
12	38.31	9.02	11.56	2.02	5.21	3.58
13	36.51	9.16	11.57	2.01	5.20	3.58
14	39.01	9.22	11.45	2.01	5.11	3.59
15	37.38	10.01	11.49	2.02	5.15	4.00
16	38.43	10.12	12.30	2.02	5.02	4.00
17	38.49	10.01	12.30	2.01	5.03	4.10
18	37.28	9.51	12.15	2.01	5.04	4.02
19	36.51	9.49	12.21	1.59	5.04	4.03
20	36.47	8.50	11.58	1.59	4.59	4.03
21	36.58	8.49	12.22	1.49	4.59	3.59
22	37.10	10.12	12.23	1.50	5.06	3.57
23	37.30	9.53	12.26	1.50	5.21	3.57
24	36.28	9.55	12.30	1.59	5.17	3.58

25	39.15	9.01	12.28	1.55	5.18	3.58
26	39.10	9.17	12.15	1.57	5.12	4.09
27	38.17	9.21	12.16	1.57	5.12	4.09
28	39.01	9.54	12.21	1.58	5.13	4.13
29	38.49	10.05	12.30	2.01	5.20	4.13
30	38.46	10.11	12.30	2.01	5.20	4.10
\bar{x}	37.52	9.30	12.07	1.56	5.09	4.02
BKA	36.18	10.23	12.30	2.04	5.20	4.14
BKB	39.26	8.36	11.44	1.47	4.58	3.51
N'	0.96	4.82	1.77	29.68	3.31	6.73
W.N	42.01	10.27	13.37	2.09	6.46	4.31
W.B	51.41	12.39	16.06	2.35	8.07	5.41

Waktu Pengamatan Produk Kemeja Pendek (Menit)

No	Pola	Cutting				Penomoran			
		Depan	belakang	Lengan	kerah	Depan	Belakang	Lengan	Kerah
1	6.22	1.11	0.49	0.49	0.39	0.07	0.06	0.07	0.07
2	6.04	1.10	0.48	0.50	0.38	0.07	0.06	0.07	0.07
3	6.04	1.10	0.48	0.50	0.38	0.08	0.06	0.06	0.06
4	6.09	1.12	0.48	0.50	0.39	0.06	0.07	0.06	0.07
5	6.11	1.06	0.48	0.48	0.39	0.06	0.05	0.05	0.07
6	6.05	1.06	0.51	0.49	0.36	0.05	0.06	0.06	0.07
7	6.07	1.01	0.50	0.47	0.37	0.05	0.07	0.05	0.06
8	6.00	1.07	0.49	0.47	0.38	0.07	0.07	0.07	0.08
9	6.03	1.04	0.46	0.48	0.38	0.07	0.08	0.06	0.08
10	6.19	1.04	0.45	0.48	0.37	0.05	0.08	0.05	0.06
11	6.20	1.12	0.45	0.49	0.39	0.05	0.07	0.05	0.06
12	6.13	1.14	0.45	0.46	0.40	0.06	0.06	0.05	0.08
13	6.13	1.14	0.44	0.46	0.40	0.06	0.05	0.05	0.09
14	5.55	1.11	0.43	0.47	0.38	0.06	0.06	0.06	0.08
15	5.56	1.12	0.49	0.52	0.40	0.07	0.08	0.07	0.08
16	5.56	1.01	0.48	0.51	0.38	0.05	0.08	0.07	0.06
17	6.00	1.01	0.48	0.51	0.39	0.05	0.09	0.07	0.08
18	6.01	1.12	0.49	0.48	0.39	0.06	0.09	0.07	0.09
19	6.01	1.05	0.51	0.49	0.38	0.06	0.08	0.06	0.06
20	6.08	1.05	0.51	0.48	0.37	0.07	0.06	0.05	0.08
21	6.08	1.06	0.50	0.51	0.38	0.07	0.07	0.05	0.1
22	6.05	1.07	0.48	0.51	0.39	0.07	0.08	0.05	0.11
23	6.17	1.07	0.48	0.51	0.40	0.05	0.07	0.06	0.12
24	6.21	1.01	0.49	0.52	0.38	0.05	0.07	0.06	0.13
25	6.18	1.01	0.49	0.52	0.39	0.05	0.07	0.06	0.06
26	6.19	1.09	0.50	0.49	0.38	0.06	0.08	0.07	0.07
27	6.21	1.05	0.46	0.48	0.39	0.06	0.06	0.07	0.07
28	6.24	1.08	0.46	0.50	0.39	0.06	0.06	0.07	0.06
29	6.24	1.11	0.48	0.50	0.40	0.07	0.07	0.06	0.08
30	6.10	1.11	0.48	0.50	0.40	0.07	0.07	0.07	0.07

\bar{x}	6.10	1.07	0.48	0.49	0.38	0.06	0.07	0.06	0.07
BKA	6.25	1.14	0.51	0.52	0.41	0.07	0.09	0.07	0.11
BKB	5.55	1.00	0.45	0.46	0.35	0.04	0.05	0.05	0.04
N'	1.65	25.11	2.86	1.90	2.34	1.47	2.20	4.49	9.63
W.N	6.47	1.21	0.53	0.54	0.42	0.07	0.08	0.07	0.07
W.B	8.08	1.38	1.05	1.06	0.51	0.08	0.10	0.08	0.10

NO	Penjahitan	obras	Acessories	checking	gosok	Packing
1	37.01	8.10	11.13	1.49	5.12	4.01
2	35.30	8.05	11.20	1.50	5.10	4.01
3	35.41	8.06	11.20	1.51	5.13	3.55
4	35.51	8.11	10.40	1.51	5.13	3.56
5	36.01	7.00	10.48	1.51	5.05	3.56
6	36.23	7.20	10.48	1.51	5.06	3.58
7	36.21	7.27	10.41	1.52	5.06	3.58
8	35.20	7.26	10.31	1.53	5.18	4.00
9	35.57	8.21	10.41	1.53	5.15	4.02
10	35.57	7.31	10.59	1.49	5.15	4.02
11	36.16	7.40	11.12	1.49	5.18	4.03
12	37.31	8.21	11.19	1.55	5.18	4.00
13	37.32	7.40	11.23	1.55	5.17	4.02
14	36.57	7.40	10.51	1.53	5.19	4.03
15	37.36	8.22	11.21	1.52	5.13	4.02
16	36.57	8.10	11.31	1.54	5.15	3.58
17	37.01	8.07	11.31	1.49	5.07	3.59
18	37.01	8.03	11.33	1.50	5.08	3.59
19	36.01	8.03	11.35	1.50	5.08	4.00
20	36.55	7.26	10.51	1.50	5.07	4.00
21	35.40	7.29	10.57	1.48	5.12	4.02
22	35.47	7.27	10.58	1.48	5.11	4.02
23	36.10	7.27	11.13	1.51	5.11	4.01
24	35.48	7.45	11.16	1.48	5.10	4.01

25	35.48	7.45	11.16	1.51	5.13	4.01
26	37.51	8.00	11.13	1.54	5.13	3.59
27	37.31	7.19	11.08	1.54	5.13	3.56
28	37.05	7.19	11.07	1.53	5.09	4.02
29	37.21	7.45	11.07	1.53	5.12	4.02
30	37.35	7.50	11.17	1.55	5.13	4.01
\bar{x}	36.02	7.46	11.08	1.51	5.12	4.00
BKA	37.74	8.33	11.35	1.55	5.19	4.03
BKB	34.93	6.59	10.40	1.46	5.04	3.56
N²	0.71	4.42	2.03	1.08	0.13	4.61
W.N	40.59	8.32	12.29	2.03	5.43	4.48
W.B	49.11	10.19	15.28	2.27	6.51	5.37

Waktu Pengamatan Produk Baju Wanita (Menit)

No	Pola	Cutting			Penomoran		
		Depan	belakang	Lengan	Depan	Belakang	Lengan
1	5.57	0.58	0.33	0.45	0.09	0.08	0.07
2	5.58	0.51	0.31	0.43	0.07	0.08	0.07
3	5.35	0.52	0.33	0.43	0.08	0.06	0.07
4	5.36	0.52	0.34	0.44	0.08	0.08	0.08
5	5.36	0.52	0.34	0.46	0.09	0.08	0.08
6	5.41	0.52	0.35	0.46	0.09	0.08	0.07
7	5.41	0.52	0.36	0.47	0.1	0.09	0.07
8	5.45	0.53	0.36	0.48	0.09	0.09	0.08
9	5.17	0.54	0.35	0.47	0.08	0.09	0.09
10	5.48	0.54	0.33	0.47	0.09	0.08	0.1
11	5.50	0.53	0.34	0.44	0.09	0.1	0.11
12	5.57	0.53	0.34	0.46	0.08	0.1	0.08
13	5.57	0.56	0.38	0.47	0.11	0.09	0.08
14	5.58	0.56	0.37	0.48	0.11	0.08	0.09
15	6.03	1.00	0.37	0.50	0.12	0.12	0.13
16	6.01	0.57	0.38	0.49	0.12	0.11	0.11
17	6.02	0.56	0.38	0.49	0.09	0.11	0.11
18	5.51	0.55	0.35	0.45	0.09	0.09	0.07
19	5.58	0.55	0.35	0.46	0.09	0.09	0.07
20	5.43	0.56	0.36	0.45	0.08	0.09	0.07
21	5.42	0.56	0.33	0.45	0.07	0.08	0.13
22	5.36	0.57	0.33	0.44	0.09	0.08	0.13
23	5.37	0.58	0.32	0.44	0.08	0.08	0.12
24	5.39	0.59	0.34	0.43	0.08	0.09	0.1
25	5.41	0.51	0.33	0.45	0.09	0.1	0.1
26	5.40	0.57	0.33	0.47	0.1	0.11	0.09
27	5.58	1.00	0.34	0.48	0.1	0.12	0.08
28	5.58	0.59	0.35	0.48	0.12	0.12	0.08
29	6.01	0.58	0.36	0.49	0.11	0.12	0.1
30	6.02	0.58	0.36	0.50	0.11	0.1	0.11

\bar{x}	5.48	0.55	0.34	0.46	0.09	0.09	0.09
BKA	6.04	1.00	0.38	0.50	0.12	0.12	0.11
BKB	5.31	0.50	0.31	0.42	0.06	0.06	0.07
N'	2.74	9.51	7.97	4.31	20.52	23.72	27.77
W.N	6.22	1.01	0.389	0.51	0.11	0.11	0.11
W.B	7.38	1.14	0.46	1.02	0.13	0.13	0.13

NO	Penjahitan	obras	Acessories	checking	gosok	packing
1	29.16	6.38	15.51	1.25	3.40	2.59
2	29.17	6.10	14.58	1.35	3.45	2.50
3	29.18	6.10	14.51	1.38	3.43	2.51
4	29.51	5.52	14.30	1.34	3.44	2.51
5	29.40	5.52	14.58	1.35	3.51	2.56
6	29.30	5.53	14.51	1.46	3.53	2.57
7	29.58	6.38	15.01	1.48	3.51	2.51
8	30.31	6.37	15.03	1.50	3.40	2.50
9	30.21	6.20	15.20	1.40	3.40	2.55
10	30.28	6.20	15.21	1.35	3.41	2.54
11	30.59	5.54	15.38	1.20	3.41	2.51
12	28.51	6.35	14.51	1.21	3.41	2.53
13	28.59	6.31	15.38	1.21	3.49	2.53
14	30.31	6.35	14.40	1.22	3.49	2.54
15	30.10	6.38	14.45	1.23	3.48	2.51
16	29.35	6.38	14.50	1.20	3.47	2.52
17	30.31	6.31	14.55	1.21	3.46	2.53
18	30.27	6.36	14.38	1.31	3.45	2.56
19	29.36	6.38	14.38	1.21	3.41	2.56
20	30.31	6.23	14.51	1.25	3.43	2.57
21	30.56	5.53	14.58	1.31	3.43	2.55
22	30.56	6.26	14.51	1.25	3.41	2.51
23	29.57	5.55	14.58	1.38	3.51	2.52
24	29.58	6.00	14.31	1.38	3.41	2.55

25	30.31	6.02	14.58	1.41	3.47	2.55
26	30.10	6.03	14.58	1.38	3.51	2.58
27	30.15	5.53	14.51	1.41	3.50	2.58
28	30.12	6.07	14.35	1.45	3.47	2.59
29	29.51	6.08	14.59	1.25	3.35	2.59
30	29.58	6.18	15.05	1.50	3.35	2.57
\bar{x}	30.02	6.14	14.57	1.32	3.44	2.54
BKA	30.95	6.38	15.42	1.50	3.54	2.59
BKB	28.53	5.50	14.12	1.15	3.35	2.48
N'	0.57	10.34	1.88	10.32	0.35	0.20
W.N	33.20	6.51	16.02	1.42	4.06	3.14
W.B	41.00	8.17	19.39	2.02	4.55	4.05

Waktu Pengamatan Produk Celana Panjang (Menit)

No	Pola	Cutting	Penomoraran	Penjahitan	obras	acesories	checking	Gosok	Packing
1	4.39	1.11	0.07	26.59	4.30	4.30	1.30	2.58	3.20
2	4.38	1.15	0.07	26.51	4.35	4.28	1.31	2.59	3.18
3	4.38	1.13	0.08	27.10	4.35	4.28	1.25	2.58	3.17
4	4.39	1.13	0.08	26.40	4.36	4.28	1.28	2.58	3.18
5	4.44	1.14	0.07	26.45	4.37	4.28	1.28	3.01	3.15
6	4.45	1.14	0.08	26.41	4.28	4.35	1.25	3.01	3.14
7	4.29	1.15	0.09	27.51	4.28	4.28	1.26	3.10	3.13
8	4.30	1.20	0.09	26.41	4.30	4.29	1.32	3.08	3.15
9	4.30	1.20	0.1	26.45	4.35	4.29	1.31	3.09	3.21
10	4.30	1.17	0.11	26.50	4.38	4.35	1.32	3.10	3.22
11	4.29	1.17	0.08	26.45	4.37	4.33	1.26	3.10	3.18
12	4.31	1.18	0.07	26.46	4.38	4.32	1.25	2.58	3.23
13	4.31	1.19	0.08	26.46	4.40	4.35	1.31	2.58	3.17
14	4.34	1.20	0.08	25.52	4.40	4.35	1.31	2.59	3.18
15	4.35	1.18	0.1	26.50	4.41	4.21	1.31	3.10	3.22
16	4.39	1.18	0.11	26.48	4.41	4.25	1.32	3.08	3.23
17	4.24	1.18	0.11	26.48	4.30	4.31	1.33	3.09	3.24
18	4.25	1.20	0.1	27.10	4.31	4.35	1.30	3.09	3.17
19	4.25	1.20	0.07	27.01	4.34	4.33	1.26	3.08	3.17
20	4.26	1.14	0.07	26.45	4.33	4.29	1.25	3.05	3.25
21	4.34	1.14	0.07	26.55	4.44	4.25	1.25	3.04	3.24
22	4.26	1.13	0.07	26.57	4.45	4.25	1.27	3.04	3.17
23	4.34	1.14	0.08	26.58	4.30	4.23	1.28	3.08	3.18
24	4.29	1.13	0.09	27.10	4.31	4.31	1.29	3.03	3.22
25	4.29	1.14	0.1	27.05	4.31	4.34	1.28	3.03	3.25
26	4.35	1.14	0.08	27.01	4.37	4.35	1.29	3.08	3.21
27	4.34	1.15	0.08	27.01	4.40	4.26	1.28	3.09	3.21
28	4.29	1.17	0.08	26.40	4.41	4.26	1.30	3.10	3.20
29	4.36	1.17	0.08	26.45	4.35	4.31	1.31	3.09	3.16
30	4.39	1.19	0.09	27.07	4.37	4.29	1.31	3.07	3.23

\bar{x}	4.32	1.16	0.08	26.19	4.35	4.28	1.28	3.05	3.19
BKA	4.42	1.20	0.11	27.46	4.44	4.40	1.33	3.11	3.27
BKB	4.23	1.11	0.05	25.80	4.27	4.15	1.23	2.58	3.11
N'	0.25	0.82	29.07	0.30	0.17	0.25	0.77	8.04	0.22
W.N	4.59	1.25	0.09	29.12	5.02	4.56	1.37	3.21	3.42
W.B	5.59	1.42	0.11	35.54	6.06	5.52	1.57	4.01	4.40

Waktu Pengamatan Produk Celana Pendek (Menit)

No	Pola	Cutting	Penomoran	Penjahitan	obras	acesories	checking	gosok	Packing
1	3.47	0.56	0.07	23.10	4.20	3.10	1.10	2.10	2.45
2	3.47	0.56	0.07	23.10	4.25	3.05	1.09	2.07	2.45
3	3.48	0.57	0.08	23.20	4.23	3.07	1.05	2.09	2.44
4	3.47	0.58	0.09	23.30	4.31	3.02	1.03	2.08	2.42
5	3.46	0.56	0.07	23.31	4.25	3.05	1.01	2.06	2.41
6	3.49	0.57	0.1	23.35	4.26	3.06	1.05	2.08	2.35
7	3.44	1.01	0.11	23.34	4.30	3.10	1.03	2.09	2.41
8	3.47	1.02	0.11	23.40	4.32	3.12	1.04	2.07	2.39
9	3.46	1.01	0.11	23.44	4.34	3.14	1.07	2.06	2.40
10	3.48	1.01	0.1	23.59	4.35	3.15	1.08	2.08	2.42
11	3.50	1.02	0.1	23.57	4.37	3.17	1.09	2.09	2.43
12	3.51	1.02	0.09	23.55	4.33	3.13	1.10	2.07	2.43
13	3.47	1.01	0.08	24.03	4.35	3.15	1.10	2.07	2.45
14	3.46	0.59	0.08	24.05	4.30	3.10	1.08	2.08	2.45
15	3.45	0.57	0.11	24.01	4.29	3.18	1.08	2.09	2.47
16	3.47	0.56	0.09	23.57	4.29	3.18	1.08	2.10	2.49
17	3.46	0.56	0.08	23.52	4.31	3.11	1.07	2.07	2.45
18	3.46	0.56	0.1	23.52	4.31	3.12	1.06	2.08	2.50
19	3.49	0.57	0.1	23.53	4.23	3.05	1.05	2.06	2.46
20	3.53	0.58	0.09	23.54	4.24	3.04	1.05	2.05	2.47
21	3.49	0.59	0.08	23.51	4.30	3.01	1.05	2.07	2.48
22	3.50	1.02	0.1	23.49	4.29	3.09	1.06	2.09	2.50
23	3.48	1.02	0.09	23.47	4.30	3.10	1.07	2.10	2.49
24	3.47	1.04	0.07	23.45	4.35	3.15	1.07	2.08	2.48
25	3.45	1.02	0.07	23.45	4.36	3.16	1.08	2.06	2.49
26	3.46	1.03	0.07	23.43	4.37	3.11	1.09	2.07	2.45
27	3.45	1.04	0.08	23.39	4.31	3.13	1.09	2.06	2.43
28	3.46	1.05	0.09	23.35	4.33	3.14	1.10	2.06	2.39
29	3.46	1.05	0.09	23.36	4.35	3.15	1.10	2.07	2.41
30	3.53	1.04	0.11	23.36	4.37	3.18	1.10	2.08	2.38

\bar{x}	3.47	1.00	0.09	23.23	4.30	3.11	1.07	2.07	2.43
BKA	3.53	1.05	0.11	24.38	4.37	3.18	1.10	2.11	2.50
BKB	3.41	0.56	0.07	22.08	4.23	3.03	1.03	2.03	2.37
N'	0.08	11.94	9.92	0.14	0.43	0.85	3.31	0.06	1.07
W.N	4.09	1.07	0.18	25.57	4.57	3.42	1.14	2.19	3.02
W.B	4.59	1.21	0.20	31.55	5.59	4.13	1.29	2.47	3.50

Waktu Pengamatan Produk Kaos (Menit)

No	Pola	Cutting			Penomoran		
		Depan	belakang	Lengan	Depan	Belakang	Lengan
1	4.30	0.25	0.58	0.39	0.07	0.08	0.06
2	4.25	0.23	0.55	0.40	0.09	0.07	0.08
3	4.26	0.22	0.56	0.43	0.09	0.09	0.09
4	4.28	0.20	0.58	0.45	0.07	0.1	0.07
5	4.29	0.25	0.59	0.40	0.07	0.08	0.1
6	4.30	0.23	0.57	0.40	0.07	0.08	0.05
7	4.30	0.26	0.55	0.43	0.08	0.06	0.07
8	4.33	0.27	0.55	0.42	0.07	0.08	0.09
9	4.30	0.29	0.52	0.41	0.05	0.07	0.08
10	4.33	0.30	0.50	0.39	0.05	0.07	0.1
11	4.28	0.30	0.51	0.37	0.06	0.09	0.06
12	4.30	0.30	0.52	0.36	0.07	0.1	0.09
13	4.22	0.29	0.53	0.38	0.07	0.1	0.08
14	4.25	0.25	0.55	0.38	0.06	0.09	0.07
15	4.30	0.27	0.54	0.37	0.07	0.08	0.05
16	4.32	0.26	0.53	0.35	0.09	0.07	0.08
17	4.21	0.24	0.52	0.39	0.06	0.09	0.09
18	4.24	0.23	0.59	0.40	0.07	0.1	0.09
19	4.27	0.25	0.57	0.41	0.07	0.08	0.1
20	4.30	0.26	0.58	0.42	0.08	0.07	0.08
21	4.25	0.24	0.53	0.44	0.06	0.07	0.07
22	4.26	0.23	0.54	0.45	0.05	0.08	0.06
23	4.28	0.25	0.52	0.43	0.08	0.09	0.05
24	4.32	0.27	0.51	0.41	0.08	0.08	0.05
25	4.34	0.29	0.53	0.40	0.09	0.07	0.08
26	4.31	0.30	0.56	0.39	0.08	0.08	0.1
27	4.29	0.29	0.58	0.37	0.05	0.08	0.08
28	4.27	0.29	0.56	0.36	0.07	0.09	0.09
29	4.25	0.28	0.57	0.38	0.06	0.09	0.1
30	4.24	0.25	0.56	0.40	0.05	0.09	0.08

\bar{x}	4.28	0.26	0.54	0.39	0.07	0.08	0.08
BKA	4.34	0.30	0.59	0.44	0.09	0.10	0.10
BKB	4.21	0.21	0.49	0.35	0.05	0.06	0.06
N'	1.91	16.92	3.42	6.8	16.12	20.94	24.95
W.N	4.54	0.29	1.05	0.43	0.08	0.09	0.09
W.B	5.52	0.35	1.18	0.53	0.10	0.11	0.11

NO	Penjahitan	obras	Acessories	checking	Gosok	packing
1	28.40	6.19	0	2.10	2.53	2.42
2	28.45	6.17	0	2.13	2.55	2.43
3	28.49	6.15	0	2.11	2.59	2.45
4	28.53	6.15	0	2.15	2.57	4.47
5	28.55	6.17	0	2.16	2.57	2.49
6	28.59	6.17	0	2.18	2.59	2.50
7	29.15	6.19	0	2.17	3.01	2.57
8	29.23	6.22	0	2.19	3.04	2.53
9	29.25	6.25	0	2.19	3.05	2.50
10	29.21	6.27	0	2.17	3.4	2.49
11	29.20	6.29	0	2.15	3.03	2.49
12	28.57	6.30	0	2.16	3.03	2.45
13	28.55	6.28	0	2.18	3.02	2.43
14	28.58	6.25	0	2.14	3.05	2.40
15	29.10	6.27	0	2.15	3.04	2.40
16	29.15	6.24	0	2.14	3.03	2.41
17	29.25	6.23	0	2.13	3.02	2.45
18	29.30	6.17	0	2.10	3.02	2.46
19	29.31	6.15	0	2.10	2.57	2.48
20	29.35	6.17	0	2.12	2.55	2.49
21	29.37	6.17	0	2.13	2.56	2.50
22	29.35	6.16	0	2.14	2.57	2.49
23	29.30	6.121	0	2.17	2.59	2.48
24	29.25	6.21	0	2.16	2.58	2.46

25	29.27	6.25	0	2.19	2.55	2.45
26	29.20	6.26	0	2.19	2.54	2.43
27	29.10	6.27	0	2.18	2.52	2.45
28	28.58	6.25	0	2.16	2.50	2.46
29	28.57	6.25	0	2.15	2.565	2.48
30	28.53	6.27	0	2.14	2.57	2.49
N'	0.23	0.11	0	0.28	13.68	29.59
\bar{x}	28.58	6.21	0	2.15	2.52	2.46
BKA	29.63	6.27	0	2.19	3.28	3.17
BKB	27.65	6.15	0	2.10	2.17	2.23
W.N	32.09	6.59	0	2.29	3.09	3.05
W.B	38.51	8.27	0	2.58	3.47	3.54

Waktu Pengamatan Produk Daster (Menit)

No	Pola	Cutting			Penomoran		
		Depan	belakang	Lengan	Depan	Belakang	Lengan
1	5.28	1.20	0.41	0.46	0.09	0.16	0.13
2	5.29	1.120	0.41	0.46	0.08	0.16	0.14
3	5.30	1.15	0.43	0.47	0.07	0.18	0.13
4	5.33	1.15	0.41	0.48	0.09	0.15	0.15
5	5.34	1.15	0.42	0.52	0.08	0.14	0.16
6	5.35	1.15	0.45	0.53	0.09	0.15	0.13
7	5.36	1.10	0.50	0.54	0.08	0.14	0.14
8	5.37	1.11	0.51	0.55	0.1	0.15	0.14
9	5.37	1.10	0.50	0.55	0.11	0.16	0.14
10	5.48	1.12	0.48	0.45	0.1	0.15	0.16
11	5.39	1.12	0.47	0.46	0.08	0.16	0.16
12	5.40	1.13	0.48	0.45	0.08	0.15	0.13
13	5.40	1.14	0.50	0.48	0.09	0.13	0.15
14	5.28	1.15	0.49	0.48	0.1	0.14	0.13
15	5.29	1.16	0.50	0.49	0.1	0.13	0.15
16	5.29	1.16	0.48	0.48	0.08	0.15	0.15
17	5.29	1.15	0.51	0.12	0.07	0.16	0.16
18	5.30	1.13	0.41	0.52	0.08	0.13	0.13
19	5.36	1.16	0.43	0.53	0.09	0.14	0.14
20	5.37	1.17	0.43	0.55	0.11	0.16	0.13
21	5.48	1.18	0.43	0.54	0.08	0.15	0.16
22	5.46	1.20	0.45	0.55	0.09	0.18	0.16
23	5.47	1.10	0.45	0.55	0.11	0.16	0.15
24	5.47	1.11	0.51	0.55	0.1	0.17	0.13
25	5.37	1.17	0.51	0.55	0.11	0.16	0.14
26	5.39	1.18	0.51	0.53	0.09	0.14	0.13
27	5.41	1.19	0.49	0.52	0.09	0.16	0.13
28	5.43	1.15	0.51	0.51	0.08	0.15	0.14
29	5.41	1.14	0.51	0.52	0.09	0.16	0.13
30	5.39	1.13	0.49	0.53	0.11	0.15	0.15

N'	0.21	0.96	10.44	7.70	5.86	6.07	5.28
\bar{x}	5.37	1.12	0.46	0.51	0.09	0.15	0.14
BKA	5.44	1.30	0.51	0.55	0.12	0.18	0.17
BKB	5.29	0.53	0.41	0.46	0.06	0.12	0.11
W.N	6.10	1.20	0.51	0.57	0.11	0.17	0.16
W.B	7.24	1.37	1.02	1.09	0.13	0.20	0.19

NO	Penjahitan	obras	Acessories	checking	gosok	packing
1	28.50	6.25	4.30	0.59	5.19	3.01
2	28.30	6.25	4.55	0.58	5.19	3.01
3	28.51	6.30	4.33	0.58	5.20	3.10
4	28.11	6.35	4.45	1.05	5.11	3.08
5	28.35	6.35	4.33	0.56	5.15	3.08
6	28.36	6.45	4.51	0.56	5.02	3.10
7	28.10	6.21	4.31	1.05	5.03	3.08
8	27.50	6.21	4.33	1.10	5.04	3.09
9	27.50	6.53	4.52	1.10	5.04	3.01
10	28.01	6.25	4.30	1.01	4.59	3.03
11	28.15	6.23	4.35	1.02	4.59	3.04
12	28.17	6.17	4.46	1.08	4.57	3.00
13	28.40	6.15	4.48	1.08	4.57	3.01
14	28.39	6.11	4.35	1.06	4.57	3.10
15	28.32	6.11	4.41	1.05	5.01	3.03
16	28.41	6.21	4.51	0.58	5.17	3.05
17	27.56	6.31	4.49	0.59	5.10	3.05
18	27.56	6.13	4.49	1.01	5.10	3.03
19	28.47	6.13	4.51	0.58	5.16	3.06
20	28.31	6.37	4.48	0.58	5.17	3.08
21	27.56	6.43	4.47	0.59	4.59	3.03
22	28.17	6.17	4.50	1.01	5.06	3.01
23	28.17	6.17	4.50	1.07	5.21	3.00
24	27.50	6.43	4.31	1.07	5.17	3.00

25	27.58	6.41	4.33	1.08	5.18	3.10
26	28.17	6.37	4.31	1.07	5.12	3.10
27	27.53	6.37	4.45	1.06	5.12	3.08
28	28.28	6.12	4.42	1.07	5.13	3.08
29	28.13	6.18	4.45	1.08	5.20	3.09
30	28.45	6.41	4.50	1.07	5.20	3.07
\bar{x}	28.28	6.27	4.42	1.03	5.09	3.05
BKA	29.33	6.54	5.05	1.10	5.22	3.12
BKB	27.23	5.59	4.18	0.56	4.57	2.57
N'	0.50	0.56	0.54	3.31	3.31	0.23
W.N	31.35	7.05	5.26	1.15	5.39	3.27
W.B	38.50	8.34	6.28	1.30	6.26	4.20