



Atikah Azmi Siregar

LAPORAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI

Diajukan Sebagai Syarat Kelulusan
Praktikum Terintegrasi
Jurusan Teknik Industri

Disusun Oleh:

Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

**LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2021**

LEMBARAN PENGESAHAN
PRAKTIKUM TERINTEGRASI
(Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh)

Diajukan Sebagai Syarat Kelulusan Praktikum Terintegrasi Jurusan Teknik
Industri

Disusun Oleh:

Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Diperiksa Oleh:

Asisten

Yohana Dian Putri, ST., MT
NIP. -

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknik Industri

Cut Ita Erliana, ST., MT
NIP. 198111022008122002

**LEMBARAN ASISTENSI
LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

2021

**KELOMPOK 1
MODUL I
*FORECASTING***

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Diperiksa Oleh:

Asisten

Yohana Dian Putri, ST., MT
NIP. -

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

**LEMBARAN ASISTENSI
LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

2021

**KELOMPOK 1
MODUL II
*LINE BALANCING***

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Diperiksa Oleh:

Asisten

Yohana Dian Putri, ST., MT
NIP. -

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

**LEMBARAN ASISTENSI
LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

2021

**KELOMPOK 1
MODUL III
PERENCANAAN AGREGAT**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Diperiksa Oleh:

Asisten

Yohana Dian Putri, ST., MT
NIP. -

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

**LEMBARAN ASISTENSI
LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

2021

KELOMPOK 1

MODUL IV

MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Diperiksa Oleh:

Asisten

Yohana Dian Putri, ST., MT
NIP. -

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan laporan Pratikum Terintegrasi ini. Shalawat beriring salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalan-Nya.

Laporan Terintegrasi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Dalam penulisan laporan ini hingga selesai, penulis telah banyak mendapat bantuan dan arahan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amri, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
2. Defi Irwansyah, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
3. Syarifuddin, ST., MT., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri
4. Cut Ita Erliana, ST., MT, selaku Ketua Laboratorium Teknik Industri
5. Yohana Dian Putri, ST., MT., selaku pembimbing Pratikum Terintegrasi
6. Seluruh Asisten Terintegrasi Laboratorium Teknik Industri
7. Seluruh pihak yang tak dapat disebut satu-persatu yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Pratikum Terintegrasi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Lhokseumawe, 04 Januari 2022

Kelompok 1

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

MODUL I *FORECASTING*

MODUL II *LINE BALANCING*

MODUL III PERENCANAAN AGREGAT

MODUL IV *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*



**LAPORAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI
MODUL I
*FORECASTING***

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Praktikum
Terintegrasi Pada Jurusan Teknik Industri

Disusun oleh:
Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

Dosen Pembimbing:
Yohana Dian Putri, ST., MT

**LABORATORIUM TERINTEGRASI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSALEH
LHOKSEUMAWE
2021**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan laporan pratikum Terintegrasi, Modul I *Forecasting*. Shalawat beriring salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalan-Nya.

Laporan Terintegrasi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Dalam penulisan laporan ini hingga selesai, penulis telah banyak mendapat bantuan dan arahan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amri, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
2. Defi Irwansyah, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
3. Syarifuddin, ST., MT., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri
4. Yohana Dian Putri, ST., MT., selaku pembimbing Pratikum Terintegrasi
5. Seluruh Asisten Terintegrasi Laboratorium Teknik Industri
6. Seluruh pihak yang tak dapat disebut satu-persatu yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Pratikum Terintegrasi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Lhokseumawe, 12 Desember 2021

Kelompok 1

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR..... vi

DAFTAR RUMUS vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Praktikum	2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	2
1.4.1 Batasan Masalah	2
1.4.2 Asumsi	2
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	2

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Peramalan	4
2.1.1 Pengertian dan Fungsi Peramalan	4
2.1.2 Langkah-Langkah Peramalan	5
2.1.3 Jenis-jenis Metode Peramalan.....	5
2.1.4 Tujuan Peramalan.....	7
2.1.5 Jenis-jenis Peramalan	7
2.2 Peranan Peramalan dalam Sistem Produksi	7
2.3 Karakteristik Peramalan yang Baik.....	10
2.4 Beberapa Sifat Hasil Peramalan	11
2.5 Klasifikasi Metode Peramalan	11
2.6 Kriteria <i>Performance</i> Peramalan.....	14

2.7 Teknik Peramalan.....	15
2.7.1 Peramalan Fundamental	15
2.7.2 Peramalan Kuantitatif	18
BAB III PENGUMPULAN DATA	
3.1 Pengumpulan Data	20
3.1.1 Data-Data Masa Lalu yang Diperoleh dari Data Penjualan	20
3.1.2 Data Indeks Peramalan.....	20
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA	
4.1 Peramalan Dengan Metode <i>Time Seies</i>	22
4.1.1 Metode <i>Time Series</i>	22
4.1.1.1 Metode Linier	23
4.1.1.2 Metode Kuadratis.....	24
4.1.1.3 Metode Eksponensial.....	25
4.1.1.4 Metode Siklis	26
4.1.2 Perhitungan Besarnya Kesalahan Metode MSE, SEE, PE _t , MAPE	27
4.1.2.1 Metode Linier	27
4.1.2.2 Metode Kuadratis.....	29
4.1.2.3 Metode Eksponensial.....	31
4.1.2.4 Metode Siklis	34
4.2 Menguji Hipotesa	36
4.2.1 Hipotesa Nilai MSE	36
4.2.2 Hipotesa Nilai SEE	37
4.2.3 Hipotesa Nilai PE _t	38
4.2.4 Hipotesa Nilai MAPE	38
4.2.5 Melakukan Verifikasi Peramalan.....	40
4.3 Analisis dan Evaluasi Data.....	42
4.3.1 Analisis Data	42
4.3.2 Evaluasi Data	43

Atikah Azni Siregar

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Data Penjualan Produk (Tahun).....	20
3.2 Indeks Peramalan Bulan Januari-Desember	20
4.1 Perhitungan Parameter Peramalan Metode Linier	23
4.2 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Kuadratis	24
4.3 Perhitungan Parameter Peramalan Metode Eksponensial	25
4.4 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Siklis	26
4.5 Perhitungan MSE pada Metode Linier	27
4.6 Perhitungan PE _t pada Metode Linier	28
4.7 Perhitungan MAPE pada Metode Linier	28
4.8 Perhitungan MSE pada Metode Kuadratis	29
4.9 Perhitungan PE _t pada Metode Kuadratis	30
4.10 Perhitungan MAPE pada Metode Kuadratis.....	31
4.11 Perhitungan MSE pada Metode Eksponensial.....	32
4.12 Perhitungan PE _t pada Metode Eksponensial	32
4.13 Perhitungan MAPE pada Metode Eksponensial.....	33
4.14 Perhitungan MSE pada Metode Siklis.....	34
4.15 Perhitungan PE _t pada Metode Siklis	35
4.16 Perhitungan MAPE pada Metode Siklis	35
4.17 Rekapitulasi Perhitungan MSE, SEE, PE _t dan MAPE.....	36
4.18 Perhitungan Hasil Verifikasi Variabel I	40
4.19 Hasil Peramalan Perbulan untuk Tahun 2021	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Grafik Pola Horizontal.....	18
2.2 Grafik Pola Musiman.....	19
2.3 Grafik Pola Siklis.....	19
2.4 Grafik Pola <i>Trend</i>	19
4.1 <i>Scatter Diagram</i> Data Permintaan Produk Laptop Mainan	22
4.2 Grafik Uji Hipotesa Nilai MSE dengan Distribusi F	37
4.3 Grafik Uji Hipotesa Nilai SEE dengan Distribusi F.....	38
4.4 <i>Moving Range Chart</i> Jumlah Permintaan Laptop Mainan	39

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Pemulusan Eksponensial	6
2.2 Rumus Fungsi Peramalan Konstan.....	13
2.3 Rumus Perhitungan Nilai a Peramalan Konstan.....	13
2.4 Rumus Fungsi Peramalan Linier	13
2.5 Rumus Perhitungan Nilai a Peramalan Limier	13
2.6 Rumus Perhitungan Nilai b Peramalan Limier.....	13
2.7 Rumus Fungsi Peramalan Kuadratis.....	13
2.8 Rumus Perhitungan Nilai a Peramalan Kuadratis	13
2.9 Rumus Perhitungan Nilai b Peramalan Kuadratis	13
2.10 Rumus Perhitungan Nilai c Peramalan Kuadratis	13
2.11 Rumus Perhitungan Nilai Lamda Peramalan Kuadratis	14
2.12 Rumus Perhitungan Nilai Tesla Peramalan Kuadratis.....	14
2.13 Rumus Perhitungan Nilai Teta Peramalan Kuadratis	14
2.14 Rumus Perhitungan Nilai Alpha Peramalan Kuadratis	14
2.15 Rumus Perhitungan Nilai Beta Peramalan Kuadratis	14
2.16 Rumus Fungsi Peramalan Eksponensial.....	14
2.17 Rumus Perhitungan Nilai ln a Peramalan Eksponensial	14
2.18 Rumus Perhitungan Nilai ln b Peramalan Eksponensial	14
2.19 Rumus Fungsi Peramalan Siklis	14
2.20 Rumus Perhitungan Nilai Y Peramalan Siklis.....	14
2.21 Rumus Perhitungan Nilai Ysin Peramalan Siklis	14
2.22 Rumus Perhitungan Nilai Ycos Peramalan Siklis	14
2.23 Rumus Perhitungan Nilai MSE	14
2.24 Rumus Perhitungan Nilai SEE	15
2.25 Rumus Perhitungan Nilai PE _t	15
2.26 Rumus Perhitungan Nilai MAPE	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman era globalisasi saat ini perkembangan perusahaan terus meningkat dan persaingan pun semakin ketat, maka bagi manajer perusahaan harus memiliki alternatif kedepan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan konsumen. Dengan demikian perusahaan dapat meminimumkan kelebihan produk yang dihasilkan sehingga mencapai tingkat produktivitas yang maksimal bagi perusahaan.

Keputusan yang diambil seorang manajer akan mempengaruhi suatu perusahaan dimasa yang akan datang. Untuk mengetahui jumlah permintaan produk pada periode berikutnya maka seorang manajer harus dapat meramalkan permintaan atas produk yang dihasilkannya. Dalam mengambil keputusan, para manajer selalu berusaha membuat estimasi yang baik tentang apa yang terjadi di masa yang akan datang. Perencanaan yang efektif baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek bergantung pada peramalan permintaan untuk produk perusahaan tersebut. Kegiatan untuk mengetahui atau memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang disebut dengan peramalan (*forecasting*). Oleh karena itu perusahaan perlu meramalkan apa yang terjadi pada masa yang akan datang, hal ini dikarenakan untuk menentukan tujuan yang akan dicapai oleh perusahaan.

Forecasting (peramalan) berasal dari kata ramalan yang berarti adalah situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Sedangkan peramalan adalah bentuk kegiatannya. Ramalan tersebut dapat didasarkan atas bermacam-macam cara yaitu Metode Linier, Metode Kuadratis, Metode Siklis, atau Metode Eksponensial. Semua itu dikenal dengan peramalan.

Pada praktikum modul I *forecasting* (peramalan) ini, akan dilakukan peramalan terhadap jumlah produksi laptop mainan pada Toko Anugerah selama 1 tahun untuk mengetahui permintaan pada tahun 2021.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka masalah yang akan dirumuskan adalah bagaimana cara meramalkan produksi laptop mainan pada Toko Anugerah untuk tahun 2021.

1.3 Tujuan Praktium

Adapun tujuan dari praktikum sistem produksi adalah untuk mengetahui cara meramalkan produksi laptop mainan pada Toko Anugerah untuk tahun 2021.

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

1.4.1 Batasan Masalah

Untuk mencegah meluasnya permasalahan yang ada dan lebih terarah, maka dilakukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dari praktikum *forecasting* adalah sebagai berikut:

1. Produk yang diramalkan adalah laptop mainan pada Toko Anugerah untuk tahun 2021.
2. Data yang digunakan untuk peramalan adalah data jumlah penjualan laptop mainan pada Toko Anugerah di tahun 2009-2020.
3. Metode yang digunakan untuk meramalkan adalah metode *time series*.

1.4.2 Asumsi

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam praktikum ini antara lain:

1. Data yang telah diberikan dianggap mewakili jumlah penjualan laptop mainan setiap tahunnya pada perusahaan Toko Anugerah.
2. Perjualan produk dapat memenuhi permintaan konsumen.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk lebih memperjelas dan mengembangkan pokok-pokok laporan praktikum ini, maka diperlukan suatu sistematika tertentu yang antara lain adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan peraktikum, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Di dalam bab ini berisi tentang teori-teori peramalan secara keseluruhan, tujuan peramalan, karakteristik peramalan serta klasifikasi peramalan.

BAB III PENGUMPULAN DATA

Didalam bab ini berisi tentang data-data yang diperoleh dari hasil praktikum, yaitu data jumlah penjualan selama 12 tahun dan data indeks peramalan.

BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Di dalam bab ini berisi tentang pengolahan data berdasarkan data yang diperoleh dari hasil praktikum dan analisis dari hasil praktikum.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Di dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil praktikum yang telah kita kerjakan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Peramalan

2.1.1 Pengertian dan Fungsi Peramalan

Heizer dan Render (2015:113) mendefinisikan peramalan (*forecasting*) adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa mendatang. Peramalan akan melibatkan pengambilan data historis (penjualan tahun lalu) dan memproyeksi mereka ke masa yang akan datang dengan model matematika. Perusahaan selalu dituntut untuk memperkirakan atau meramalkan besarnya permintaan pelanggan akan produknya. Peramalan permintaan merupakan usaha untuk mengetahui jumlah produk atau sekelompok produk di masa yang akan datang dalam kendala atau kondisi tertentu serta untuk mengurangi resiko atau ketidakpastian yang dihadapi (Deitiana: 2011, 31).

Peramalan untuk permintaan produk adalah dasar untuk keputusan perencanaan yang paling penting. Menurut Russell dan Taylor (2011:497), peramalan permintaan produk menentukan seberapa banyak persediaan yang dibutuhkan, seberapa banyak produk yang harus dibuat dan seberapa banyak material yang harus dibeli dari *supplier* untuk mencapai kebutuhan pelanggan yang sudah diramalkan. Tanpa peramalan yang tepat, persediaan dalam jumlah dan biaya yang besar harus dipersiapkan untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan oleh pelanggan.

Tujuan peramalan adalah untuk meramalkan permintaan dan item-item independent demand di masa yang akan datang, sedangkan menurut (Subagyo 2002), tujuan peramalan adalah mendapatkan peramalan yang bisa meminimalkan kesalahan (error) yang bisa diukur dengan Mean Square Error (MSE). Dengan adanya peramalan penjualan berarti manajemen perusahaan telah mendapatkan gambaran perusahaan dimasa yang akan datang, sehingga manajemen perusahaan memperoleh masukan yang sangat berarti dalam menentukan kebijaksanaan

perusahaan (Frechting,2001). Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat (Subagyo,1986) :

1. Meminimumkan pengaruh ketidak pastian terhadap perusahaan.
2. Peramalan bertujuan mendapatkan peramalan (*forecast*) yang bisa meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan MSE(*Mean Squared Error*), MAE (*Mean Absolute Error*), dan sebagainya.

2.1.2 Langkah-langkah Peramalan

Adapun lagkah-langkah dalam metode peramalan adalah (Martiningtyas, 2004:102):

1. Menganalisis data yang lalu, tahap ini berguna untuk pola yang terjadi pada masa yang lalu. Analisis ini dilakukan dengan cara membuat tabulasi dari data yang lalu sehingga dapat diketahui pola dari data tersebut.
2. Menentukan metode yang dipergunakan, masing-masing metode akan memberikan hasil peramalan yang berbeda, metode peramalan yang baik adalah metode yang memberikan hasil ramalan yang tidak jauh berbeda dengan kenyataan yang terjadi (penyimpangan yang paling kecil).
3. Memproyeksikan data yang lalu dengan menggunakan metode yang dipergunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan, seperti kebijakan-kebijakan yang mungkin terjadi, perkembangan potensi masyarakat, perkembangan teknologi

2.1.3 Jenis-jenis Metode Peramalan

Metode-metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, atau analisa deret waktu, terdiri dari (Angga,2014).

1. Metode pemulusan (*smoothing*)

Metode *smoothing* adalah metode peramalan dengan mengadakan penghalusan terhadap data pada masa lalu, yaitu dengan mengambil rata-rata dari nilai beberapa tahun untuk menaksir nilai pada beberapa tahun

kedepan. Secara umum metode smoothing diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu:

- a. Metode Rata-rata, yang terdiri dari:
 1. Rata-rata Bergerak Tunggal (*Single Moving Average*).
 2. Rata-rata Bergerak Ganda (*Double Moving Average*).
 3. Kombinasi Rata-rata bergerak lainnya.
- b. Metode Pemulusan Eksponensial.

Bentuk umum dari metode pemulusan eksponensial adalah:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) F_t \dots \dots \dots \text{(Pers 2.1)}$$

Keterangan:

F_{t+1} = ramalan satu periode ke depan

X_t = Data aktual pada periode ke t

F_t = Ramalan pada periode ke t

α = Parameter pemulusan bentuk umum tersebut diperluas, akan berubah menjadi:

Dari perluasan bentuk umum di atas dapatlah dikatakan bahwa Metode *Smoothing Eksponensial* merupakan sekelompok metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua atau dengan kata lain observasi yang baru diberikan bobot yang relatif besar dengan nilai observasi yang lebih tua. Metode ini terdiri dari:

- a. Pemulusan Eksponensial Tunggal
 - b. Pemulusan Eksponensial Ganda Metode Linear Satu Parameter
 - c. Pemulusan Eksponensial Ganda Dua Parameter
 - d. Pemulusan Eksponensial Klasifikasi Pagels
2. Metode *box jenkins*

Metode *box jenkins* menggunakan dasar deret waktu dengan model matematis, agar kesalahan yang terjadi dapat sekecil mungkin yang membutuhkan identifikasi model estimasi parameternya. Jarang dipakai, namun baik untuk ramalan jangka panjang, menengah, dan jangka pendek.

3. Metode proyeksi trend dengan regresi.

Metode proyeksi trend dengan regresi, merupakan dasar garis trend untuk suatu persamaan matematik, sehingga dengan

2.1.4 Tujuan Peramalan

Adapun Tujuan Peramalan adalah sebagai berikut (Heizer dan Render, 2009):

1. Untuk mengkaji kebijakan perusahaan yang berlaku saat ini dan di masa lalu serta melihat sejauh mana pengaruhnya dimasa depan
2. Peramalan diperlukan adanya time lag atau delay antara saat kebijakan perusahaan di tetapkan dengan saat implementasi.
3. Peramalan merupakan dasar penyusunan bisnis

2.1.5 Jenis-jenis peramalan

Dilihat dari perencanaan operasi di masa depan, maka peramalan dibagi menjadi 3 macam yaitu (Render dan Heizer,2004):

1. Peramalan ekonomi (*economic forecast*) menjelaskan siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, ketersediaan uang, dana yang dibutuhkan untuk membangun perumahan dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi (*technological forecast*) memperhatikan tingkat kemajuan teknologi yang dapat meluncurkan produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan baru.
3. Peramalan permintaan (*demand forecast*) adalah prediksi dari proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan.

2.2 Peranan Peramalan dalam Sistem Produksi

Peranan peramalan dalam perencanaan produksi, yaitu sebagai berikut (Repositor, 2011):

1. *Business Planning*

Berisi rencana pendanaan, pembiayaan dan keuangan perusahaan sebagai dasar untuk membuat rencana pemasaran.

2. *Marketing Planning*
Rencana tentang produk yang akan dibuat, penjualan dan pemasaran, sebagai dasar untuk membuat *production planning*.
3. *Master Production Schedule*
Rencana produk akhir yang harus dibuat pada tiap periode selama 1-5 tahun. Produk akhir, merupakan komposisi dari *production planning*.
4. *Resource Planning*
Rencana kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi *production plan*, dapat dinyatakan dalam jam kerja per orang atau jam kerja per mesin. Merupakan bahan pertimbangan untuk ekspansi orang, mesin, pabrik, dan lain-lain, yang ditetapkan berdasarkan kapasitas yang tersedia.
5. *Rough Cut Capacity Planning (RCPP)*
Rencana untuk menentukan kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi MPS. Hasilnya berupa jenis orang/mesin yang diperlukan untuk tiap *work centre* pada setiap periode. Merupakan bahan pertimbangan untuk penambahan jam kerja atau sub kontrak.
6. *Demand Management*
Aktivitas memprediksi kebutuhan di masa datang dikaitkan dengan kapasitas. Terdiri dari aktivitas *forecasting*, *distribution requirement planning*, *order entry*, *shipment*, dan *service part requirement*.
7. *Material Requirement Planning*
Menetapkan rencana kebutuhan material untuk melaksanakan MPS. *Output MRP* adalah *purchasing* dan *PAC (Production Activity Control)*, dan *MRP* menghasilkan rencana pembelian meliputi jumlah *due date*, *release date*.
8. *Capacity Requirement Planning*
Rencana kebutuhan kapasitas yang dibutuhkan untuk merealisasikan MPS di tiap periode dan tiap mesin. CRP lebih teliti dan lebih rinci dibanding RCCP, karena disarkan pada *planned order*. Jika kapasitas tidak tersedia bisa ditambah dengan *over time*, merubah *routing* dan lain-lain.

9. *Production Activity Control (PAC)*

Sering disebut distributor *shop floor control* (SFC), aktivitas membuat produk setelah bahan dibeli. PAC terdiri dari aktivitas awal hingga akhir suatu *job* berdasarkan urutan kedatangan *job*, lalu membebankan *job* ke *work station*, dan melaporkan hasil dari *job* tersebut. Hasil laporan akan merupakan *feedback* bagi MPS.

10. *Purchasing*

Merupakan aktivitas memilih *vendor*, membuat *order* pembelian, dan menjadwalkan *vendor*.

11. *Performance Measurement*

Evaluasi sistem untuk melihat seberapa jauh hasil yang diperoleh dibandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan. Sebagai bahan evaluasi pencapaian bisnis *planning*.

Beberapa bagian organisasi dimana peramalan kini memainkan peranan yang penting antara lain (Ririez, 2010):

a. Penjadwalan sumber daya yang tersedia

Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya.

b. Penyediaan sumber daya tambahan

Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh bahan baku, menerima pekerja baru, atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun. Peramalan diperlukan untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.

c. Penentuan sumber daya yang diinginkan

Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang ingin dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan dan pengembangan internal dari sumber daya finansial, manusia, produk dan teknologis. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer dapat menafsirkan perkiraan serta membuat keputusan yang tepat.

2.3 Karakteristik Peramalan yang Baik

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, antara lain akurasi, biaya, dan kemudahan. Penjelasan dari kriteria-kriteria tersebut adalah sebagai berikut (Nasution,2006)

1. Akurasi

Akurasi dari suatu hasil peramalan diukur dengan hasil kebiasaan dan kekonsistensian peramalan tersebut. Hasil peramalan dikatakan bias bila peramalan tersebut terlalu tinggi atau rendah dibandingkan dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relatif kecil. Peramalan yang terlalu rendah akan mengakibatkan kekurangan persediaan, sehingga permintaan konsumen tidak dapat dipenuhi segera akibatnya perusahaan dimungkinkan kehilangan pelanggan dan kehilangan keuntungan penjualan. Peramalan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penumpukan persediaan, sehingga banyak modal yang terserap sia-sia. Keakuratan dari hasil peramalan ini berperan penting dalam menyeimbangkan persediaan yang ideal.

2. Biaya

Biaya yang diperlukan dalam pembuatan suatu peramalan adalah tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan, dan metode peramalan yang dipakai. Ketiga faktor pemicu biaya tersebut akan mempengaruhi berapa banyak data yang dibutuhkan, bagaimana pengolahan datanya (manual atau komputerisasi), bagaimana penyimpanan datanya dan siapa tenaga ahli yang diperlukan. Pemilihan metode peramalan harus disesuaikan dengan dana yang tersedia dan tingkat akurasi yang ingin didapat, misalnya item-item yang penting akan diramalkan dengan metode yang sederhana dan murah. Prinsip ini merupakan adopsi dari hukum Pareto (Analisa ABC).

3. Kemudahan

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan. Percuma

memakai metode yang canggih, tetapi tidak dapat diaplikasikan pada sistem perusahaan karena keterbatasan dana, sumber daya manusia, maupun peralatan teknologi.

2.4 Beberapa Sifat Hasil Peramalan

Dalam membuat peramalan atau menerapkan suatu peramalan maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu :

1. Ramalan pasti mengandung kesalahan, artinya peramal hanya bisa mengurangi ketidakpastian yang akan terjadi, tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang beberapa ukuran kesalahan, artinya karena peramalan pasti mengandung kesalahan, maka penting bagi peramal untuk menginformasikan seberapa besar kesalahan mungkin terjadi.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibanding dengan peramalan jangka panjang. Hal ini disebabkan karena pada peramalan jangka pendek faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan relatif masih konstan sedangkan peramalan jangka panjang kemungkinan terjadinya perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan besar.

2.5 Klasifikasi Metode Peramalan

Dalam sistem peramalan, metode yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda dan derajat galat peramalan yang juga berbeda. Metode peramalan yang ada secara umum dibagi atas dua model yaitu model kualitatif dan model kuantitatif.

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan Kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunan. Metode peramalan

kualitatif ini tidak memerlukan data yang serupa seperti metode peramalan kuantitatif. Input yang dibutuhkan tergantung pada pemikiran intuitif, pertimbangan, dan pengetahuan yang telah didapat.

2. Peramalan Kuantitatif

Metode Kuantitatif adalah metode peramalan yang sangat mengandalkan pola data historis yang dimiliki atau atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang digunakan ditentukan oleh perbedaan antara penyimpangan hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Peramalan kuantitatif ini dipergunakan bila terdapat kondisi sebagai berikut:

- a. Tersedianya informasi tentang masa lalu.
- b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data.
- c. Informasi tersebut dapat diasumsikan bahwa pola masa lalu akan terus berlanjut sampai ke masa datang.

Adapun langkah-langkah peramalan secara kuantitatif sebagai berikut (Anonim,2014):

- a. Definisikan tujuan peramalan.
- b. Pembuatan *Scatter Diagram*.
- c. Pemilihan minimal dua metode peramalan yang dianggap sesuai.
- d. Hitung parameter-parameter fungsi peramalan.
- e. Hitung kesalahan setiap metode peramalan.
- f. Pengujian hipotesis, pemilihan metode terbaik dengan kesalahan terkecil.

3. Metode *Time Series*

Metode *time series* adalah metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Metode ini mengasumsikan beberapa pola atau kombinasi pola selalu berulang sepanjang waktu, dan pola dasarnya dapat diidentifikasi semata-mata atas dasar data historis dari serial itu. Dengan metode deret waktu dapat ditunjukkan bagaimana permintaan terhadap suatu produk tertentu

bervariasi terhadap waktu. Sifat dari perubahan permintaan dari tahun ke tahun dirumuskan untuk meramalkan penjualan pada masa yang akan datang.

4. Metode Proyeksi Kecenderungan dengan Regresi

Salah satu metode peramalan *time series* yang digunakan pada laporan ini yang adalah metode proyeksi kecenderungan dengan regresi. Metode kecenderungan dengan regresi merupakan metode perhitungan peramalan berdasarkan garis kecenderungan, sehingga dapat diproyeksikan hal-hal yang akan diteliti pada masa yang akan datang. Untuk peramalan jangka pendek dan jangka panjang, ketepatan peramalan dengan ini sangat baik. Data yang dibutuhkan untuk metode ini adalah tahunan. Metode regresi terbagi atas beberapa metode antara lain (Anonim 2014).

a. Konstan, dengan fungsi peramalan:

$$a = \frac{\sum Y}{n} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.3)}$$

Dimana: \hat{Y}' = nilai peramalan pada periode t

n = jumlah periode

b. Linier, dengan fungsi peramalan:

$$b = \frac{n \sum ty - \sum(t) \sum(y)}{n - \sum t^2 - (\sum t)^2} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.6)}$$

c. Kuadratis, dengan fungsi peramalan :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum t - c \sum t^2}{n} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.8)}$$

$$b = \frac{\lambda\delta - \theta\alpha}{\lambda\beta - \alpha^2} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.9)}$$

$$\lambda = \left(\sum t^2\right)^2 - n \sum t^4 \quad \text{.....(Pers 2.11)}$$

d. Eksponensial, dengan fungsi peramalan:

e. Siklis, dengan fungsi peramalan :

$$\sum Y \sin \frac{2\pi}{n} = a \sum \sin \frac{2\pi}{n} + b \sin^2 \frac{2\pi}{n} + c \sum \sin \frac{2\pi}{n} \cos \frac{2\pi}{n} \quad \dots \dots \dots \text{(Pers 2.21)}$$

$$\sum Y \cos \frac{2\pi}{n} = a \sum \cos \frac{2\pi}{n} + c \sum \cos^2 \frac{2\pi}{n} + b \sum \sin \frac{2\pi}{n} \cos \frac{2\pi}{n} \quad \dots \dots \dots \text{(Pers 2.22)}$$

2.6 Kriteria *Performance* Peramalan

Seorang perancang tentu menginginkan hasil perkiraan peramalan yang tepat atau paling tidak dapat memberikan gambaran yang paling mendekati sehingga rencana yang dibuatnya merupakan rencana yang realistik. Ketepatan yang kecil memberikan arti ketelitian suatu peramalan dapat dihitung dengan beberapa metode yaitu (Anonim 2014).

1. *Mean Square Error* (MSE)

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^m (T_t - Y'_t)^2}{n} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.23)}$$

Dimana: T_t = Data aktual periode t
 Y'_t = Nilai ramalan periode t
 n = Banyaknya periode

2. *Standard Error of Estimate (SEE)*

$$\text{SEE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^m (T_t - Y'_t)^2}{n-f}} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.24)}$$

Dimana : f = Nilai derajat kebebasan
 $f = 1$ (untuk data Konstan)
 $f = 2$ (untuk data Linier)
 $f = 2$ (untuk data Eksponensial)
 $f = 3$ (untuk data Kuadratis)
 $f = 3$ (untuk data Siklis)

3. *Percentage Error (PE)*

$$\text{PE}_t = \left(\frac{T_t - Y'_t}{T_t} \right) \times 100\% \dots \dots \dots \text{(Pers 2.25)}$$

Dimana nilai dari PE_t bisa positif atau pun negatif

4. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$\text{MAPE} = \frac{\sum |\text{PE}_t|}{n} \dots \dots \dots \text{(Pers.2.26)}$$

2.7 Teknik Peramalan

2.7.1 Peramalan Fundamental

Peramalan ini didasarkan pada hubungan fundamental antara variabel ekonomi dan tingkat kurs. Dengan pemberian nilai tertentu pada variabel-variabel tadi, maka perusahaan dapat mengembangkan proyeksi tingkat kurs di masa yang akan datang. Peramalan dilakukan dengan cara memberikan penilaian subjektif pada tingkat dimana pergerakan variabel ekonomi secara umum akan mempengaruhi tingkat kurs. Dari perspektif statistikal, peramalan dilakukan berdasar pada ukuran kuantitatif pengaruh variabel ekonomi pada tingkat kurs. Sebenarnya fokus yang akan dijelaskan disini adalah dua dari banyak faktor

yang mempengaruhi nilai mata uang. Namun, sebelumnya kita asumsikan bahwa materi yang akan dibahas adalah peramalan perubahan persentase tingkat kurs, pound Inggris terhadap dolar Amerika pada kuartal yang akan datang. Dan untuk lebih mudahnya , diasumsikan bahwa peramalan terhadap nilai pound hanya dipengaruhi oleh dua faktor

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan bagaimana pengaruh kedua variabel ini terhadap nilai pound berdasarkan pada data historis yang dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Pertama-tama dilakukan pengumpulan data kuartalan inflasi dan tingkat pertumbuhan pendapatan di Amerika Serikat dan Inggris. Variabel dependennya adalah perubahan persentase kuartalan pada nilai pound (disingkat BP), sedangkan variabel independennya dapat ditetapkan sebagai berikut:

- Perubahan persentase perbedaan inflasi di masa lampau (tingkat inflasi Amerika Serikat dikurangi tingkat inflasi Inggris), disingkat menjadi INF.
- Perubahan persentase perbedaan pertumbuhan pendapatan di masa lampau (pertumbuhan pendapatan di Amerika Serikat dikurangi pertumbuhan pendapatan di Inggris).

Dengan demikian dapat diperoleh persamaan regresinya sebagai berikut:

$$BP = b_0 + b_1 INF + b_2 PDT + E$$

Dimana b_0 merupakan konstanta, b_1 mengukur sensitivitas pengaruh perubahan INF pada BP, b_2 mengukur sensitivitas pengaruh perubahan PDT terhadap BP, dan E mewakili error.

Untuk lebih memperjelas, maka kita beri nilai pada koefisien regresi di atas sebagai berikut: $b_0 = 0,02$, $b_1 = 0,8$, dan $b_2 = 1,0$. Dan untuk melakukan peramalan kita asumsikan bahwa INF sebesar 4% dan PDT sebesar 2%. Dengan demikian, hasil persamaan regresinya dapat kita cari sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BP &= b_0 + b_1 INF + b_2 PDT \\ &= 0,02 + 0,8 (4\%) + 1,0(2\%) \\ &= 5,4\% \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut dapat di interpretasikan bahwa nilai pound akan mengalami apresiasi sebesar 5,4% pada kuartal yang akan datang.

Model diatas dengan dua faktor yang di analisis merupakan model yang sederhana. Bila lebih dari dua faktor, maka kita gunakan model full blown regression yang dapat di tuliskan persamaannya sebagai berikut:

$$BP = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_n x_n + E$$

Dalam penggunaan model regresi untuk melakukan peramalan berbasis pada data historis, kadang kala ada beberapa faktor yang memiliki pengaruh cukup kuat pada perubahan yang tidak dapat diidentifikasi. Bila hal ini tidak diantisipasi maka hasil peramalan akan menjadi tidak akurat. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu dilakukan peramalan guna mengetahui berapa besarnya pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat diidentifikasi tersebut. Peramalan ini lebih dikenal dengan analisis sensitivitas yang dapat dituliskan model persamaannya sebagai berikut:

$$et = a_0 + a_1 INF_t + a_2 INF_{t-1} + \mu$$

Keterangan :

et = perubahan persentase kurs selama periode-t

a_0, a_1, a_2 = koefisien regresi

INF_t = diferensial suku bunga riil pada periode-t

INF_{t-1} = diferensial inflasi pada periode t-1

Peramalan fundamental memiliki empat keterbatasan:

- Ketidakpastian pengaruh suatu faktor pada waktu tertentu.
- Diperlukannya peramalan untuk faktor-faktor yang memiliki pengaruh langsung, pada nilai kurs.
- Tidak semua faktor yang relevan dimasukkan dalam model.
- Adanya perubahan sensitivitas pergerakan mata uang sepanjang waktu, hal ini disebabkan karena tidak ada satupun yang konstan di pasar sepanjang waktu selain perubahan itu sendiri, sehingga nilai-nilai koefisien di dalam model regresi akan selalu berubah.

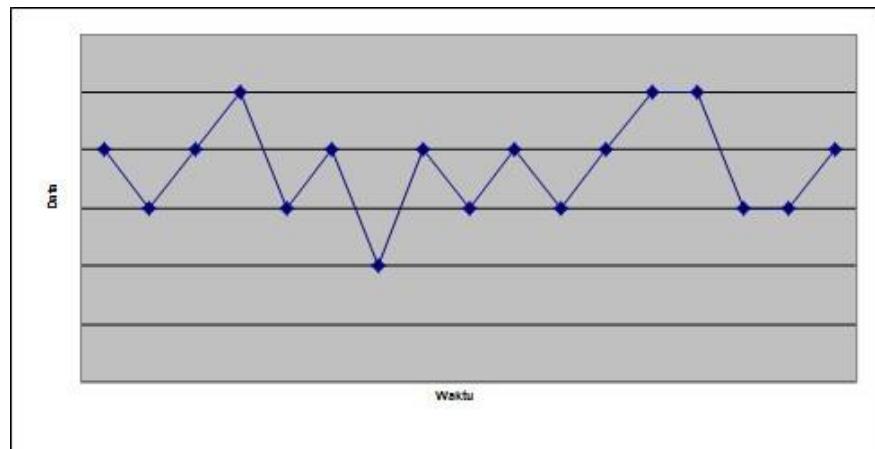
2.7.2 Peramalan Kuantitatif

Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua tipe, causal dan time series. Metode peramalan causal meliputi faktor-faktor yang berhubungan dengan variabel yang diprediksi seperti analisis regresi. Peramalan time series merupakan metode kuantitatif untuk menganalisis data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur menggunakan teknik yang tepat. Hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang.

Model deret berkala dapat digunakan dengan mudah untuk meramal, sedang model kausal lebih berhasil untuk pengambilan keputusan dan kebijakan. Peramalan harus mendasarkan analisisnya pada pola data yang ada. Empat pola data yang lazim ditemui dalam peramalan:

1. Pola Horizontal

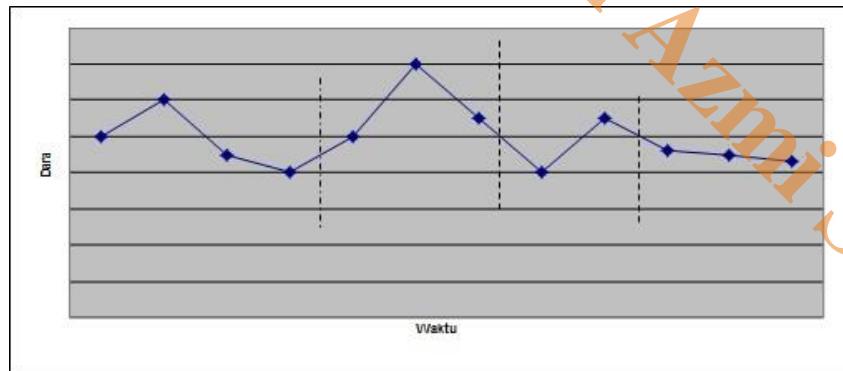
Pola ini terjadi bila data berfluktuasi di sekitar rata-ratanya. Produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut ini:



Gambar 2.1 Grafik Pola Horizontal

2. Pola Musiman

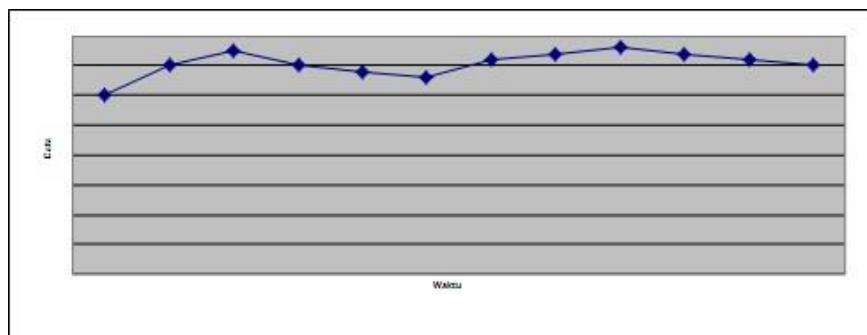
Pola musiman terjadi bila nilai data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu). Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut ini:



Gambar 2.2 Grafik Pola Musiman

3. Pola Siklis

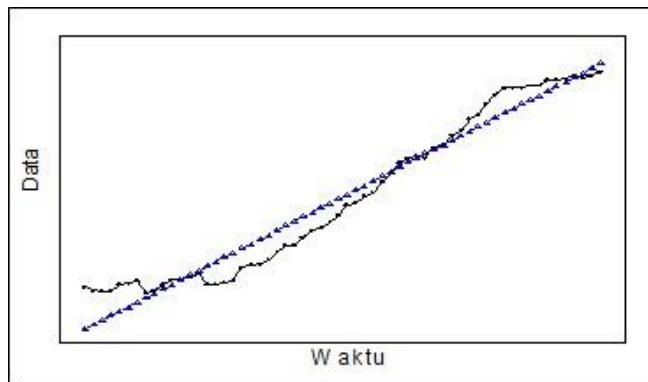
Pola ini terjadi bila data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Grafik Pola Siklis

4. Pola Trend

Pola *trend* terjadi bila ada kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.4 Grafik Pola Trend

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1. Data-Data Masa Lalu yang Diperoleh dari Data Penjualan

Berikut merupakan data penjualan produk laptop mainan selama 12 tahun dimulai dari tahun 2009-2020 dapat dilihat Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Data Penjualan Produk (Tahun)

Tahun	Data Penjualan Produk Laptop Mainan
2009	2431
2010	2706
2011	2987
2012	2526
2013	2795
2014	2364
2015	2631
2016	2744
2017	2446
2018	2385
2019	2499
2020	2885
Total	31399

Sumber: Data Praktikum

3.1.2. Data Indeks Peramalan

Data indeks peramalan digunakan untuk membuat peramalan dengan metode kausal. Data untuk indeks peramalan dalam periode bulan Januari-Desember disajikan dalam Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Indeks Peramalan Bulan Januari-Desember

Periode	Indeks
Januari	0,077
Februari	0,086
Maret	0,095
April	0,080
Mei	0,089
Juni	0,075

Tabel 3.2 Indeks Peramalan Bulan Januari-Desember (Lanjutan)

Periode	Indeks
Juli	0,084
Agustus	0,087
September	0,078
Oktober	0,076
November	0,080
Desember	0,092
Total	1

Sumber: Data Pengamatan

Dimana nilai tingkat ketelitian (α) = 0,05

BAB IV

PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Peramalan Dengan Metode *Time Series*

4.1.1 Metode *Time Series*

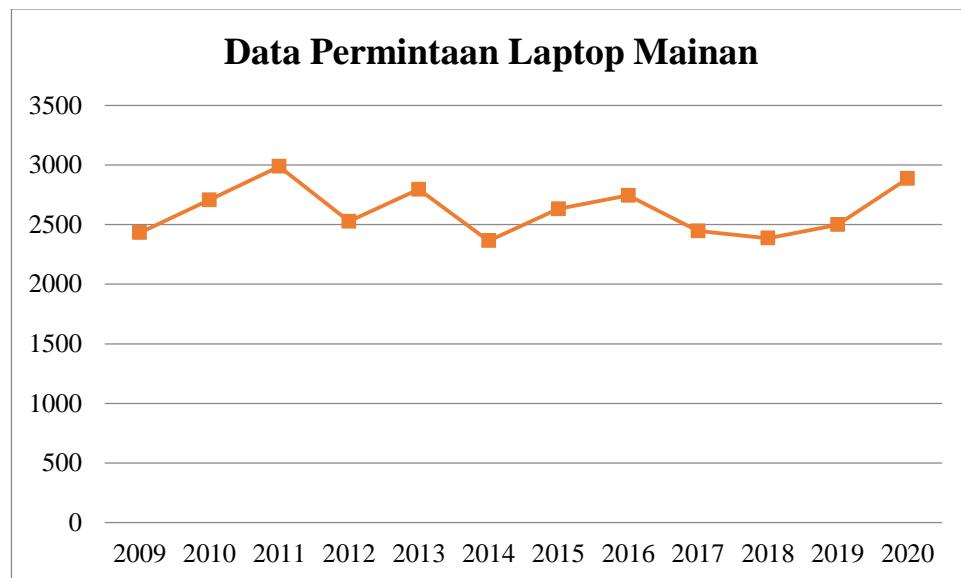
Berikut merupakan langkah-langkah peramalan yang dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan peramalan.

Tujuan peramalan adalah menentukan jumlah permintaan produk laptop mainan pada tahun 2021.

2. Membuat *scatter* diagram.

Berikut merupakan *scatter* diagram yang terdapat pada Gambar 4.1 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 *Scatter* Diagram Data Permintaan Produk Laptop Mainan

3. Memilih metode peramalan.

Metode peramalan yang dipilih untuk meramalkan data permintaan laptop mainan meliputi metode linier, kuadratis eksponensial, dan siklis.

4. Menghitung parameter peramalan.

4.1.1.1 Metode Linier

Fungsi peramalan: $Y' = a + bx$

$$a = \frac{\sum Y(t) - b \sum t}{n} \quad b = \frac{n \sum (tY(t)) - (\sum Y(t)(\sum t))}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan untuk metode linier seperti tampak pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Perhitungan Parameter Peramalan Metode Linier

Periode	t	Y	tY	t^2
2009	1	2431	2431	1
2010	2	2706	5412	4
2011	3	2987	8961	9
2012	4	2526	10104	16
2013	5	2795	13975	25
2014	6	2364	14184	36
2015	7	2631	18417	49
2016	8	2744	21952	64
2017	9	2446	22014	81
2018	10	2385	23850	100
2019	11	2499	27489	121
2020	12	2885	34620	144
Σ	78	31399	203409	650

Sumber: Hasil Pengolahan

$$b = \frac{n \sum (tY(t)) - (\sum Y(t)(\sum t))}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{12(203409)(78) - (31399)(78)(78)}{12(650) - (78)^2}$$

$$b = \frac{190390824 - 191031516}{1716}$$

$$b = -373,36$$

$$a = \frac{\sum Y(t) - b \sum t}{n}$$

$$a = \frac{31399(78) - (-373,36)(78)}{12}$$

$$a = \frac{2449122 + 29122,08}{12}$$

$$a = 206520,34$$

Jadi persamaannya adalah :

$$Y' = a + bt$$

$$Y' = 206520,34 + (-373,36)t$$

4.1.1.2 Metode Kuadratis

Fungsi peramalan : $Y' = a + bt + ct^2$

Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan metode kuadratis seperti tampak pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Kuadratis

Periode	t	t^2	t^3	t^4	Y	tY	t^2Y
2009	1	1	1	1	2431	2431	2431
2010	2	4	8	16	2706	5412	10824
2011	3	9	27	81	2987	8961	26883
2012	4	16	64	256	2526	10104	40416
2013	5	25	125	625	2795	13975	69875
2014	6	36	216	1296	2364	14184	85104
2015	7	49	343	2401	2631	18417	128919
2016	8	64	512	4096	2744	21952	175616
2017	9	81	729	6561	2446	22014	198126
2018	10	100	1000	10000	2385	23850	238500
2019	11	121	1331	14641	2499	27489	302379
2020	12	144	1728	20736	2885	34620	415440
Σ	78	650	6084	60710	31399	203409	1694513

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\alpha = \sum t \sum t^2 - n \sum t^3 = -22308$$

$$\beta = (\sum t)^2 - n \sum t^2 = -1716$$

$$\gamma = (\sum t)^2 - n \sum t^4 = -722436$$

$$\delta = \sum t \sum Y - n \sum tY = 8214$$

$$\theta = \sum t^2 \sum Y - n \sum t^2 Y = 75194$$

$$b = \frac{\gamma \cdot \delta - \theta \cdot \alpha}{\gamma \cdot \beta - \alpha^2} = 2,45$$

$$c = \frac{\theta - b\alpha}{\gamma} = -0,179$$

$$a = \frac{\sum Y - c \sum t - \sum t^2}{n} = 2558,43$$

Fungsi peramalannya adalah:

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (-0,179t^2)$$

4.1.1.3 Metode Eksponensial

Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan metode eksponensial seperti tampak pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Eksponensial

Periode	t	Y	t^2	Lny	t Lny
2009	1	2431	1	7,796	7,796
2010	2	2706	4	7,903	15,806
2011	3	2987	9	8,002	24,006
2012	4	2526	16	7,834	31,338
2013	5	2795	25	7,936	39,678
2014	6	2364	36	7,768	46,609
2015	7	2631	49	7,875	55,126
2016	8	2744	64	7,917	63,337
2017	9	2446	81	7,802	70,220
2018	10	2385	100	7,777	77,770
2019	11	2499	121	7,824	86,060
2020	12	2885	144	7,967	95,607
\sum	78	31399	650	94,402	605,557

Sumber: Hasil Pengolahan

$$b = \frac{n \sum t \ln Y - \sum t \sum \ln Y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{12(605,557) - 78(94,402)}{12(650) - (78)^2}$$

$$= \frac{-96,657}{1716}$$

$$= -0,056$$

$$\ln a = \frac{\sum \ln Y - b \sum t}{n} = \frac{94,402 - (-0,056)(78)}{12} = 8,233$$

$$a = 3763,106$$

Fungsi peramalannya adalah:

$$Y' = ae^{bt}$$

$$Y' = 3763,106e^{-0,056t}$$

4.1.1.4 Metode Siklis

Fungsi peramalan :

$$Y' = a + b \sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right) + c \cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$$

Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan metode siklis seperti tampak pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Siklis

t	Y	$\sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$\cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$Y\sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$Y\cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$\sin^2\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$\cos^2\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	$\sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$
1	2431	0,500	0,866	1214,941	2105,630	0,755	0,723	0,433
2	2706	0,866	0,500	2342,746	1354,244	-0,722	-0,976	0,433
3	2987	1	0,001	2986,999	2,379	0,610	-0,723	0,001
4	2526	0,867	-0,499	2188,920	-1260,677	0,696	-0,623	-0,432
5	2795	0,501	-0,865	1400,711	-2418,684	-0,425	0,942	-0,434
6	2364	0,002	-1	3,765	-2363,997	-0,584	0,051	-0,002
7	2631	-0,498	-0,867	-1311,264	-2280,953	0,939	0,988	0,432
8	2744	-0,865	-0,502	-2373,455	-1377,043	1	0,519	0,434
9	2446	-1	-0,002	-2445,993	-5,843	-0,966	0,905	0,002
10	2385	-0,867	0,498	-2068,629	1187,013	-0,994	0,873	-0,432
11	2499	-0,503	0,8651	-1255,814	2160,540	0,733	0,640	-0,434
12	2885	-0,003	1	-9,190	2884,985	-0,233	0,538	-0,003
Σ	31399	-0,002	-0,006	673,739	-12,406	0,759	3,856	-0,002

Sumber: Hasil Pengolahan

$$a = \frac{\sum Yt}{n} = \frac{31399}{12} = 2616,583$$

$$b = \frac{Yt\sin}{\sin^2} = \frac{673,739}{0,759} = 887,667$$

$$c = \frac{Yt\cos}{\cos^2} = \frac{-12,406}{3,856} = -3,217$$

Fungsi peramalannya adalah: $Y' = a + b \sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right) + c \cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$

$$Y' = 2616,583 + (887,667) \sin\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + (-3,217) \cos\left(\frac{2\pi t}{12}\right)$$

4.1.2 Perhitungan Besarnya Kesalahan Metode MSE, SEE, PE_t, MAPE

Menghitung kesalahan setiap metode yang terbaik, yaitu yang memiliki kesalahan terkecil. Berikut merupakan perhitungan besarnya kesalahan pada metode-metode peramalan untuk variabel I, yaitu:

4.1.2.1 Metode Linier

1. Metode MSE (*Mean Square Error*)

Dari pengolahan data untuk menentukan rumus Y' dengan metode linier untuk data produk laptop mainan, maka diperoleh nilai Y' untuk setiap tahunnya, seperti Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan MSE pada Metode Linier

Periode	T	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
2009	1	2431	206146,98	-203715,98	41500200507,36
2010	2	2706	205773,62	-203067,62	41236458292,46
2011	3	2987	205400,26	-202413,26	40971127823,83
2012	4	2526	205026,90	-202500,90	41006614500,81
2013	5	2795	204653,54	-201858,54	40746870170,93
2014	6	2364	204280,18	-201916,18	40770143745,79
2015	7	2631	203906,82	-201275,82	40511955716,67
2016	8	2744	203533,46	-200789,46	40316407247,09
2017	9	2446	203160,10	-200714,10	40286149938,81
2018	10	2385	202786,74	-200401,74	40160857395,03
2019	11	2499	202413,38	-199914,38	39965759330,78
2020	12	2885	202040,02	-199155,02	39662721991,20
\sum	78	31399	2449122	-2417723	487135266660,77

Sumber: Hasil Pengolahan

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(dt-dt')^2}{n} = \frac{487135266660,77}{12} = 40594605555,06$$

2. Metode SEE (*Standard Error Of Estimate*)

Perhitungan kesalahan menggunakan metode SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode linier menggunakan nilai f = 2. Berikut adalah perhitungan SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode linier berdasarkan data tabel 4.5 di atas, yaitu:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y')^2}{n-f}}$$

$$\text{SEE} = \sqrt{\frac{487135266660,77}{12-2}} = 220711,410$$

3. Metode PE_t (*Percentage Error*)

Berikut merupakan perhitungan PE_t untuk metode linier seperti terlihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan PE_t pada Metode Linier

Periode	T	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²	PE _t (%)
2009	1	2431	206146,98	-203715,98	41500200507,36	-83,799
2010	2	2706	205773,62	-203067,62	41236458292,46	-75,043
2011	3	2987	205400,26	-202413,26	40971127823,83	-67,765
2012	4	2526	205026,90	-202500,90	41006614500,81	-80,167
2013	5	2795	204653,54	-201858,54	40746870170,93	-72,221
2014	6	2364	204280,18	-201916,18	40770143745,79	-85,413
2015	7	2631	203906,82	-201275,82	40511955716,67	-76,502
2016	8	2744	203533,46	-200789,46	40316407247,09	-73,174
2017	9	2446	203160,10	-200714,10	40286149938,81	-82,058
2018	10	2385	202786,74	-200401,74	40160857395,03	-84,026
2019	11	2499	202413,38	-199914,38	39965759330,78	-79,998
2020	12	2885	202040,02	-199155,02	39662721991,20	-69,031
Σ	78	31399	2449122	-2417723	487135266660,77	-929,197

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\text{PE}_t = \frac{dt - dt'}{dt} \times 100\%$$

$$\text{PE}_t = \frac{-203715,98}{2431} \times 100\% = -83,799\%$$

4. Metode *Absolute Percentage Error* (MAPE)

Berikut adalah perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode linier seperti tampak pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Perhitungan MAPE untuk Metode Linier

Periode	T	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2009	1	2431	206146,98	-203715,98	41500200507,36	-83,799	83,799
2010	2	2706	205773,62	-203067,62	41236458292,46	-75,043	75,043
2011	3	2987	205400,26	-202413,26	40971127823,83	-67,765	67,765
2012	4	2526	205026,90	-202500,90	41006614500,81	-80,167	80,167
2013	5	2795	204653,54	-201858,54	40746870170,93	-72,221	72,221

Tabel 4.7 Perhitungan MAPE untuk Metode Linier (Lanjutan)

Periode	T	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2014	6	2364	204280,18	-201916,18	40770143745,79	-85,413	85,413
2015	7	2631	203906,82	-201275,82	40511955716,67	-76,502	76,502
2016	8	2744	203533,46	-200789,46	40316407247,09	-73,174	73,174
2017	9	2446	203160,10	-200714,10	40286149938,81	-82,058	82,058
2018	10	2385	202786,74	-200401,74	40160857395,03	-84,026	84,026
2019	11	2499	202413,38	-199914,38	39965759330,78	-79,998	79,998
2020	12	2885	202040,02	-199155,02	39662721991,20	-69,031	69,031
Σ	78	31399	2449122	-2417723	487135266660,77	-929,197	929,197

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{N}$$

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{929,197}{12}$$

$$\text{MAPE} = 77,433$$

4.1.2.2 Metode Kuadratis

1. Metode MSE (*Mean Square Error*)

Dari pengolahan data untuk menentukan rumus Y' dengan metode kuadratis untuk data produk laptop mainan, maka diperoleh nilai Y' untuk setiap tahunnya, seperti Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Perhitungan MSE pada Metode Kuadratis

Periode	T	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
2009	1	2431	2560,701	-129,701	16822,35
2010	2	2706	2562,614	143,386	20559,54
2011	3	2987	2564,169	422,831	178786,1
2012	4	2526	2565,366	-39,366	1549,682
2013	5	2795	2566,205	228,795	52347,15
2014	6	2364	2566,686	-202,686	41081,61
2015	7	2631	2566,809	64,191	4120,484
2016	8	2744	2566,574	177,426	31479,99
2017	9	2446	2565,981	-119,981	14395,44
2018	10	2385	2565,03	-180,03	32410,8
2019	11	2499	2563,721	-64,721	4188,808

Tabel 4.8 Perhitungan MSE pada Metode Kuadratis (Lanjutan)

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y')²
2020	12	2885	2562,054	322,946	104294,1
Σ	78	31399	30775,91	623,09	502036

Sumber: Hasil Pengolahan

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(dt-dt')^2}{n} = \frac{502036}{12} = 41836,34$$

2. Metode SEE(*Standard Error Of Estimate*)

Perhitungan kesalahan menggunakan metode SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode kuadratis menggunakan nilai f = 3. Berikut adalah perhitungan SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode kuadratis berdasarkan data Tabel 4.8 di atas , yaitu:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y')^2}{n-f}}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{502036}{12-3}} = 236,182$$

3. Metode PE_t (*Percentage Error*)

Berikut merupakan perhitungan PE_t untuk metode kuadratis seperti terlihat pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Perhitungan PE_t pada Metode Kuadratis

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y')²	PE_t (%)
2009	1	2431	2560,701	-129,701	16822,35	-0,053
2010	2	2706	2562,614	143,386	20559,54	0,053
2011	3	2987	2564,169	422,831	178786,1	0,142
2012	4	2526	2565,366	-39,366	1549,682	-0,016
2013	5	2795	2566,205	228,795	52347,15	0,082
2014	6	2364	2566,686	-202,686	41081,61	-0,086
2015	7	2631	2566,809	64,191	4120,484	0,024
2016	8	2744	2566,574	177,426	31479,99	0,065
2017	9	2446	2565,981	-119,981	14395,44	-0,049
2018	10	2385	2565,03	-180,03	32410,8	-0,075
2019	11	2499	2563,721	-64,721	4188,808	-0,026
2020	12	2885	2562,054	322,946	104294,1	0,112
Σ	78	31399	30775,91	623,09	502036	0,172

Sumber: Hasil Pengolahan

$$PE_t = \frac{dt - dt'}{dt} \times 100\%$$

$$PE_t = \frac{-129,701}{2431} \times 100\% = -0,053\%$$

%

4. Metode *Absolute Percentage Error* (MAPE)

Berikut adalah perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode kuadratis seperti tampak pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan MAPE untuk Metode Kuadratis

Periode	T	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2009	1	2431	2560,701	-129,701	16822,35	-0,053	0,053
2010	2	2706	2562,614	143,386	20559,54	0,053	0,053
2011	3	2987	2564,169	422,831	178786,1	0,142	0,142
2012	4	2526	2565,366	-39,366	1549,682	-0,016	0,016
2013	5	2795	2566,205	228,795	52347,15	0,082	0,082
2014	6	2364	2566,686	-202,686	41081,61	-0,086	0,086
2015	7	2631	2566,809	64,191	4120,484	0,024	0,024
2016	8	2744	2566,574	177,426	31479,99	0,065	0,065
2017	9	2446	2565,981	-119,981	14395,44	-0,049	0,049
2018	10	2385	2565,03	-180,03	32410,8	-0,075	0,075
2019	11	2499	2563,721	-64,721	4188,808	-0,026	0,026
2020	12	2885	2562,054	322,946	104294,1	0,112	0,112
Σ	78	31399	30775,91	623,09	502036	0,172	0,783

Sumber: Hasil Pengolahan

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{N}$$

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{0,783}{12}$$

$$MAPE = 0,065$$

4.1.2.3 Metode Eksponensial

1. Metode MSE (*Mean Square Error*)

Dari pengolahan data untuk menentukan rumus Y' dengan metode eksponensial untuk data produk laptop mainan, maka diperoleh nilai Y' untuk setiap tahunnya, seperti Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Perhitungan MSE pada Metode Eksponensial

Periode	T	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
2009	1	2431	3558,164	-1127,16	1270498,673
2010	2	2706	3364,383	-658,383	433468,582
2011	3	2987	3181,156	-194,156	37696,586
2012	4	2526	3007,908	-481,908	232234,914
2013	5	2795	2844,094	-49,094	2410,253
2014	6	2364	2689,202	-325,202	105756,664
2015	7	2631	2542,746	88,254	7788,732
2016	8	2744	2402,266	339,734	115419,157
2017	9	2446	2273,328	172,672	29815,743
2018	10	2385	2194,52	235,479	55450,710
2019	11	2499	2032,456	466,545	217663,747
2020	12	2885	1921,766	963,234	927819,275
Σ	78	31399	31968,99	-569,99	3436023,037

Sumber: Hasil Pengolahan

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(dt-dt')^2}{n} = \frac{3436023,037}{12} = 286335,253$$

2. Metode SEE(*Standard Error Of Estimate*)

Perhitungan kesalahan menggunakan metode SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode eksponensial menggunakan nilai f = 4. Berikut adalah perhitungan SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode eksponensial berdasarkan data Tabel 4.11 di atas , yaitu:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y')^2}{n-f}}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{3436023,037}{12-4}} = 655,365$$

3. Metode PE_t (*Percentage Error*)

Berikut merupakan perhitungan PE_t untuk metode eksponensial seperti terlihat pada Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Perhitungan PE_t pada Metode Eksponensial

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²	PE _t (%)
2009	1	2431	3558,164	-1127,16	1270498,673	-0,464
2010	2	2706	3364,383	-658,383	433468,582	-0,243
2011	3	2987	3181,156	-194,156	37696,586	-0,065
2012	4	2526	3007,908	-481,908	232234,914	-0,191

Tabel 4.12 Perhitungan PE_t pada Metode Eksponensial (Lanjutan)

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²	PE _t (%)
2013	5	2795	2844,094	-49,094	2410,253	-0,018
2014	6	2364	2689,202	-325,202	105756,664	-0,134
2015	7	2631	2542,746	88,254	7788,732	0,034
2016	8	2744	2402,266	339,734	115419,157	0,124
2017	9	2446	2273,328	172,672	29815,743	0,071
2018	10	2385	2194,52	235,479	55450,710	0,099
2019	11	2499	2032,456	466,545	217663,747	0,187
2020	12	2885	1921,766	963,234	927819,275	0,334
\sum	78	31399	31968,99	-569,99	3436023,037	-0,271

Sumber: Hasil Pengolahan

$$PE_t = \frac{dt - dt'}{dt} \times 100\%$$

$$PE_t = \frac{-1127,16}{2431} \times 100\% = -0,464$$

4. Metode Absolute Percentage Error (MAPE)

Berikut adalah perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode eksponensial seperti tampak pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Perhitungan MAPE untuk Metode Eksponensial

Periode	T	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2009	1	2431	3558,164	-1127,16	1270498,673	-0,464	0,464
2010	2	2706	3364,383	-658,383	433468,582	-0,243	0,243
2011	3	2987	3181,156	-194,156	37696,586	-0,065	0,065
2012	4	2526	3007,908	-481,908	232234,914	-0,191	0,191
2013	5	2795	2844,094	-49,094	2410,253	-0,018	0,018
2014	6	2364	2689,202	-325,202	105756,664	-0,134	0,134
2015	7	2631	2542,746	88,254	7788,732	0,034	0,034
2016	8	2744	2402,266	339,734	115419,157	0,124	0,124
2017	9	2446	2273,328	172,672	29815,743	0,071	0,071
2018	10	2385	2194,52	235,479	55450,710	0,099	0,099
2019	11	2499	2032,456	466,545	217663,747	0,187	0,187
2020	12	2885	1921,766	963,234	927819,275	0,334	0,334
\sum	78	31399	31968,99	-569,99	3436023,037	-0,271	1,964

Sumber: Hasil Pengolahan

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{N}$$

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{1,964}{12}$$

$$\text{MAPE} = 0,164$$

4.1.2.4 Metode Siklis

1. Metode MSE (*Mean Square Error*)

Dari pengolahan data untuk menentukan rumus \hat{Y}' dengan metode siklis untuk data produk laptop mainan, maka diperoleh nilai \hat{Y}' untuk setiap tahunnya, seperti Tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.14 Perhitungan MSE pada Metode Siklis

Periode	t	Y	\hat{Y}'	$Y - \hat{Y}'$	$(Y - \hat{Y}')^2$
2009	1	2431	3057,426	-626,426	392409,530
2010	2	2706	3383,479	-677,479	458978,420
2011	3	2987	3504,247	-517,247	267544,621
2012	4	2526	3387,402	-861,402	742012,621
2013	5	2795	3064,22	-269,220	72479,548
2014	6	2364	2621,214	-257,214	66158,909
2015	7	2631	2176,968	454,032	206145,375
2016	8	2744	1850,399	893,601	798521,907
2017	9	2446	1728,926	717,074	514194,808
2018	10	2385	1845,064	539,936	291530,542
2019	11	2499	2167,725	331,275	109742,810
2020	12	2885	2610,539	274,461	75329,099
Σ	78	31399	31397,61	1,390	3995048,161

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\text{MSE} = \sum_{t=1}^n \frac{(dt-dt')^2}{n} = \frac{3995048,161}{12} = 332920,7$$

2. Metode SEE(*Standard Error Of Estimate*)

Perhitungan kesalahan menggunakan metode SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode siklis menggunakan nilai $f = 5$. Berikut adalah perhitungan SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode siklis berdasarkan data Tabel 4.14 di atas , yaitu:

$$\text{SEE} = \sqrt{\frac{\sum(Y - \hat{Y}')^2}{n-f}}$$

$$\text{SEE} = \sqrt{\frac{3995048,161}{12-5}} = 218,083$$

3. Metode PE_t (*Percentage Error*)

Berikut merupakan perhitungan PE_t untuk metode siklis seperti terlihat pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Perhitungan PE_t pada Metode Siklis

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²	PE _t (%)
2009	1	2431	3057,426	-626,426	392409,530	-0,258
2010	2	2706	3383,479	-677,479	458978,420	-0,250
2011	3	2987	3504,247	-517,247	267544,621	-0,173
2012	4	2526	3387,402	-861,402	742012,621	-0,341
2013	5	2795	3064,22	-269,220	72479,548	-0,096
2014	6	2364	2621,214	-257,214	66158,909	-0,109
2015	7	2631	2176,968	454,032	206145,375	0,173
2016	8	2744	1850,399	893,601	798521,907	0,326
2017	9	2446	1728,926	717,074	514194,808	0,293
2018	10	2385	1845,064	539,936	291530,542	0,226
2019	11	2499	2167,725	331,275	109742,810	0,133
2020	12	2885	2610,539	274,461	75329,099	0,095
Σ	78	31399	31397,61	1,390	3995048,161	0,018

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\text{PE}_t = \frac{dt - dt'}{dt} \times 100\%$$

$$\text{PE}_t = \frac{-626,426}{2431} \times 100\% = -0,258\%$$

4. Metode *Absolute Percentage Error* (MAPE)

Berikut adalah perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode eksponensial seperti tampak pada Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16 Perhitungan MAPE untuk Metode Siklis

Periode	t	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2009	1	2431	3057,426	-626,426	392409,530	-0,258	0,258
2010	2	2706	3383,479	-677,479	458978,420	-0,250	0,250
2011	3	2987	3504,247	-517,247	267544,621	-0,173	0,173
2012	4	2526	3387,402	-861,402	742012,621	-0,341	0,341
2013	5	2795	3064,22	-269,220	72479,548	-0,096	0,096
2014	6	2364	2621,214	-257,214	66158,909	-0,109	0,109
2015	7	2631	2176,968	454,032	206145,375	0,173	0,173

Tabel 4.16 Perhitungan MAPE untuk Metode Siklis (Lanjutan)

Periode	t	Y	Y'	Y - Y'	(Y - Y') ²	PE _t (%)	PE _t (%)
2016	8	2744	1850,399	893,601	798521,907	0,326	0,326
2017	9	2446	1728,926	717,074	514194,808	0,293	0,293
2018	10	2385	1845,064	539,936	291530,542	0,226	0,226
2019	11	2499	2167,725	331,275	109742,810	0,133	0,133
2020	12	2885	2610,539	274,461	75329,099	0,095	0,095
Σ	78	31399	31397,61	1,390	3995048,161	0,018	2,473

Sumber: Hasil Pengolahan

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{N}$$

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{2,473}{12}$$

$$\text{MAPE} = 0,206$$

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan MSE, SEE, PE_t, dan MAPE untuk data permintaan laptop mainan seperti tampak pada Tabel 4.17 berikut:

Tabel 4.17 Rekapitulasi Perhitungan MSE, SEE, PE_t dan MAPE

No.	Keterangan	Besarnya Kesalahan Perhitungan			
		MSE	SEE	PE _t (%)	MAPE (%)
1	Linier	40594605555,06	220711,410	-929,197	77,433
2	Kuadratis	41836,34	236,182	0,172	0,065
3	Eksponensial	286335,253	655,365	-0,271	0,164
4	Siklis	332920,7	218,083	0,018	0,206

Sumber: Hasil Pengolahan

4.2 Menguji Hipotesa

4.2.1 Hipotesa Nilai MSE

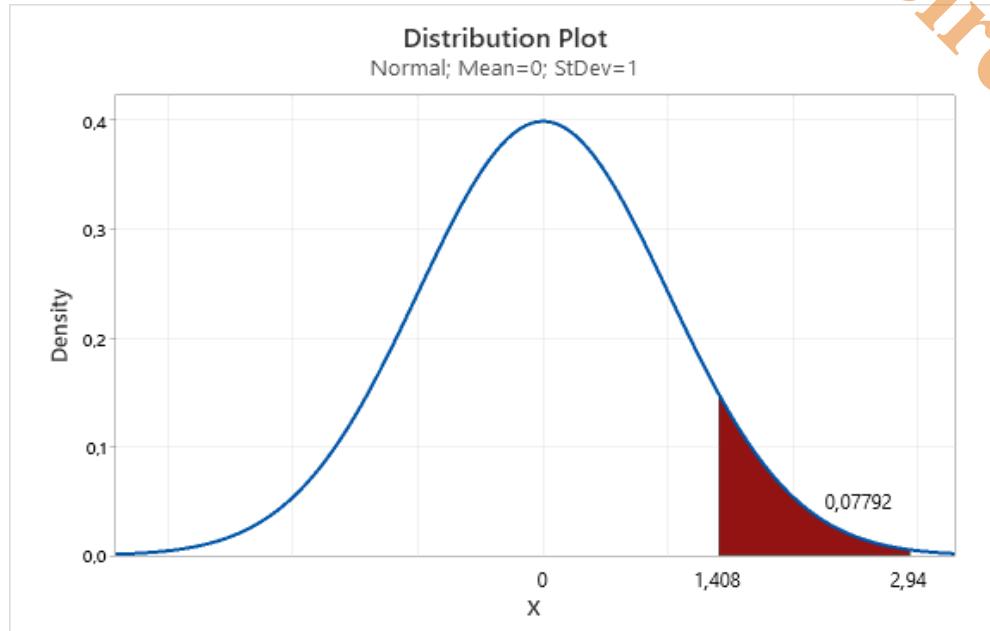
Tahap selanjutnya dari peramalan adalah pengujian hipotesa. Uji hipotesa diuji dengan melihat nilai MSE terkecil dari kelima metode *time series*. Pengujian didasarkan pada distribusi F dengan nilai $\alpha = 0.05$. Pengujian hipotesa dilakukan dengan mencari MSE yang terkecil. Berdasarkan data pada Tabel 4.17 di atas, maka diperoleh dua nilai MSE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan siklis.

$H_0 : \text{MSE Kuadratis} \leq \text{MSE Siklis}$

$H_1 : \text{MSE Kuadratis} \geq \text{MSE Siklis}$

$$\text{Uji statistik : } F_{\text{hitung}} = \left(\frac{\text{MSE}_{\text{kuadratis}}}{\text{MSE}_{\text{siklis}}} \right)^2 = \left(\frac{41836,34}{332920,7} \right)^2 = 0,0158$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{(0,05;11;10)} = 2,94$$



Gambar 4.2 Grafik Uji Hipotesa Nilai MSE dengan Distribusi F

$F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima

Kesimpulan: metode yang digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan produk laptop mainan adalah fungsi peramalan kuadratis yaitu:

$$Y' = a + bt + ct^2$$

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (-0,179t^2)$$

4.2.2 Hipotesa Nilai SEE

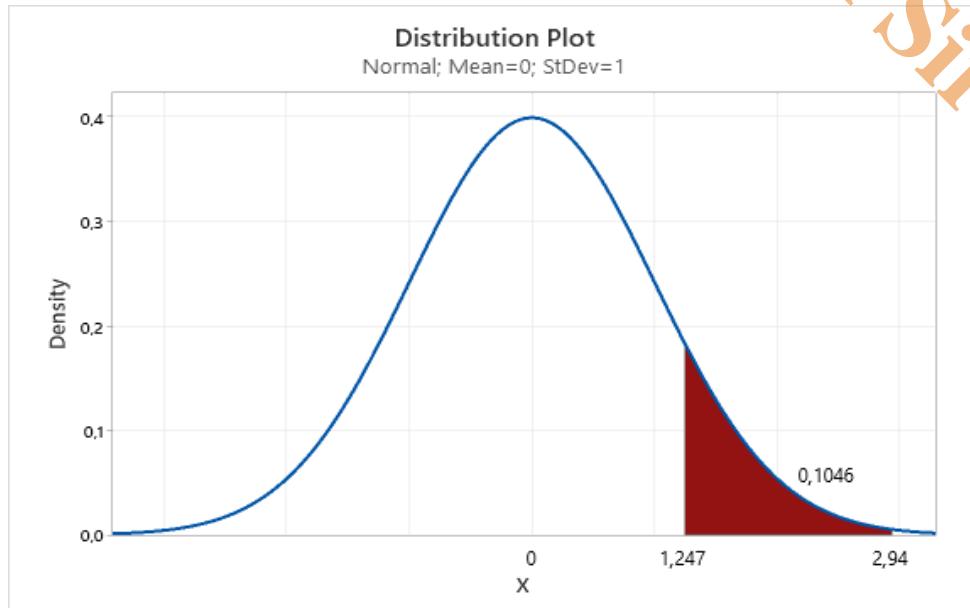
Tahap selanjutnya dari peramalan adalah pengujian hipotesa. Uji hipotesa diuji dengan melihat nilai SEE terkecil dari kelima metode *time series*. Pengujian didasarkan pada distribusi F dengan nilai $\alpha = 0.05$. Pengujian hipotesa dilakukan dengan mencari SEE yang terkecil. Berdasarkan data pada Tabel 4.17 di atas, maka diperoleh dua nilai SEE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan siklis.

$H_0 : \text{SEE Kuadratis} \leq \text{SEE Siklis}$

Hi : SEE Kuadratis \geq SEE Siklis

$$\text{Uji statistik : } F_{\text{hitung}} = \left(\frac{\text{SEE}_{\text{kuadratis}}}{\text{SEE}_{\text{siklis}}} \right)^2 = \left(\frac{236,182}{218,082} \right)^2 = 1,173$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{(0,05;11;10)} = 2,94$$



Gambar 4.3 Grafik Uji Hipotesa Nilai SEE dengan Distribusi F

$F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima

Kesimpulan: metode yang digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan produk laptop mainan adalah fungsi peramalan kuadratis yaitu:

$$Y' = a + bt + ct^2$$

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (-0,179t^2)$$

4.2.3 Hipotesa Nilai $PE_t (\%)$

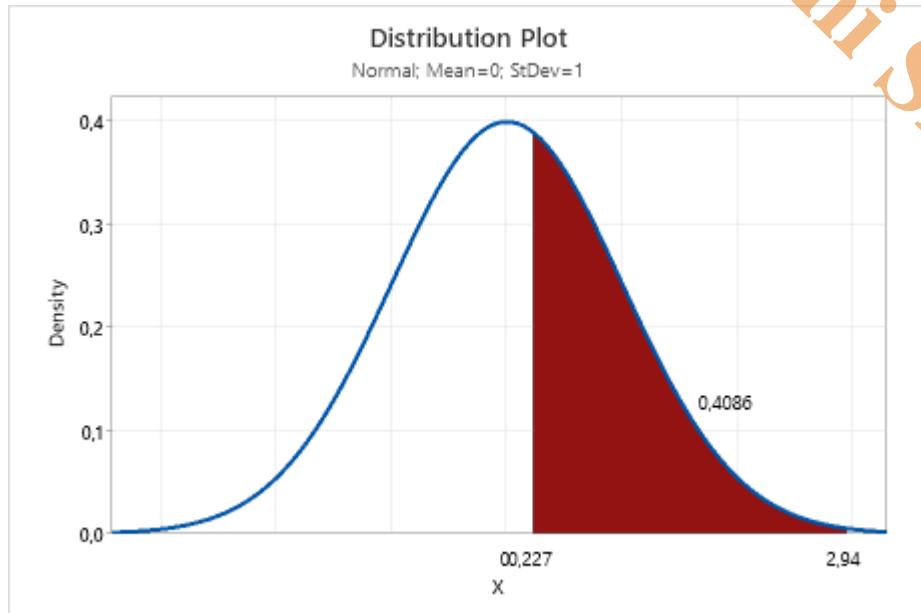
Tahap selanjutnya dari peramalan adalah pengujian hipotesa. Uji hipotesa diuji dengan melihat nilai $PE_t (\%)$ terkecil dari kelima metode *time series*. Pengujian didasarkan pada distribusi F dengan nilai $\alpha = 0.05$. Pengujian hipotesa dilakukan dengan mencari $PE_t (\%)$ yang terkecil. Berdasarkan data pada tabel 4.17 di atas, maka diperoleh dua nilai SEE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan eksponensial

$H_0 : PE_t (\%) \text{ Kuadatis} \leq PE_t (\%) \text{ Eksponensial}$

$H_1 : PE_t (\%) \text{ Kuadatis} \geq PE_t (\%) \text{ Eksponensial}$

$$\text{Uji statistik : } F_{\text{hitung}} = \left(\frac{\text{PEt} (\%) \text{ kuadratis}}{\text{PEt} (\%) \text{ eksponensial}} \right)^2 = \left(\frac{0,172}{-0,271} \right)^2 = 0,403$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{(0,05;11;10)} = 2,94$$



4.2.4 Hipotesa Nilai MAPE (%)

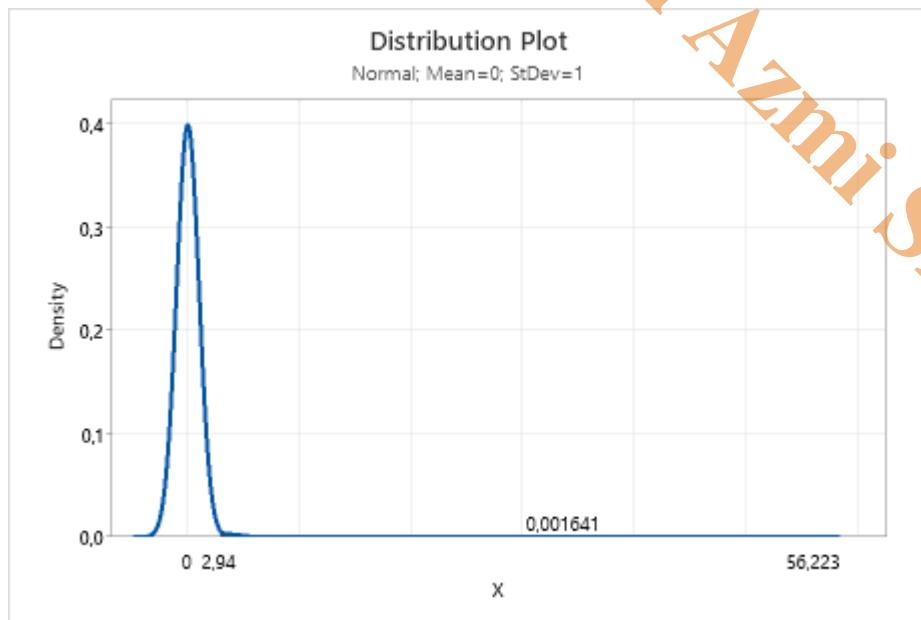
Tahap selanjutnya dari peramalan adalah pengujian hipotesa. Uji hipotesa diuji dengan melihat nilai MAPE (%) terkecil dari kelima metode *time series*. Pengujian didasarkan pada distribusi F dengan nilai $\alpha = 0.05$. Pengujian hipotesa dilakukan dengan mencari MAPE (%) yang terkecil. Berdasarkan data pada tabel 4.17 di atas, maka diperoleh dua nilai SEE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan eksponensial

$$H_0 : \text{MAPE} (\%) \text{ Kuadratis} \leq \text{MAPE} (\%) \text{ Siklis}$$

$$H_1 : \text{MAPE} (\%) \text{ Kuadratis} \geq \text{MAPE} (\%) \text{ Siklis}$$

$$\text{Uji statistik : } F_{\text{hitung}} = \left(\frac{\text{MAPE} (\%) \text{ kuadratis}}{\text{MAPE} (\%) \text{ siklis}} \right)^2 = \left(\frac{0,065}{0,206} \right)^2 = 0,099$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{(0,05;11;10)} = 2,94$$



4.2.5 Melakukan Verifikasi Peramalan

Proses verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi peramalan yang telah ditentukan cukup representatif untuk data yang akan diramalkan. Berikut merupakan perhitungan hasil verifikasi variabel I seperti tampak pada Tabel 4.18 berikut:

Tabel 4.18 Perhitungan Hasil Verifikasi Variabel I

Periode	t	Y	Y'	Y-Y'	MR _t
2008	1	2431	2560,701	-129,701	0
2009	2	2706	2562,614	143,386	273,087
2010	3	2987	2564,169	422,831	279,445
2011	4	2526	2565,366	-39,366	462,197
2012	5	2795	2566,205	228,795	268,161
2013	6	2364	2566,686	-202,686	431,481
2014	7	2631	2566,809	64,191	266,877
2015	8	2744	2566,574	177,426	113,235
2016	9	2446	2565,981	-119,981	297,407
2017	10	2385	2565,03	-180,03	60,049
2018	11	2499	2563,721	-64,721	115,309
2019	12	2885	2562,054	322,946	387,667
Σ	78	31399	30775,91	623,09	2954,915

Sumber: Hasil pengolahan

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR_t}{n-1} = \frac{2954,915}{12-1} = 268,6286$$

$$BKA = 2,66 \times \overline{MR} = 2,66 \times 7951,977 = 714,552$$

$$1/3 BKA = 1/3 \times \overline{MR} = 1/3 \times 7951,977 = 89,543$$

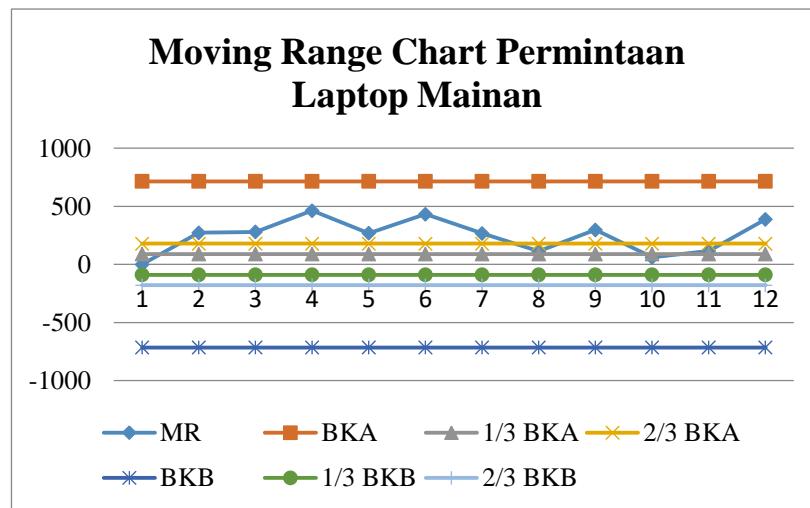
$$2/3 BKA = 2/3 \times \overline{MR} = 2/3 \times 7951,977 = 179,086$$

$$BKB = -2,66 \times \overline{MR} = -2,66 \times 7951,977 = -714,522$$

$$1/3 BKB = -1/3 \times \overline{MR} = -1/3 \times 7951,977 = -89,543$$

$$2/3 BKB = -2/3 \times \overline{MR} = -2/3 \times 7951,977 = -179,086$$

Berikut merupakan *Moving Range Chart* jumlah permintaan laptop mainan seperti tampak pada Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Moving Range Chart Jumlah Permintaan Laptop Mainan

Gambar di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat data yang berada di luar batas kontrol. Metode ini diasumsikan cukup representatif dikarenakan seluruh data berada di dalam batas kontrol sehingga fungsi peramalan metode Kuadratis dapat digunakan.

$$Y' = a + bt + ct^2$$

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (-0,179t^2)$$

Maka hasil peramalan jumlah permintaan laptop mainan tahun 2021 ($t=13$) adalah sebagai berikut:

$$Y' = 2558,43 + 2,45(13) + (-0,179)(13)^2$$

$$Y' = 2560,029$$

Jadi, hasil peramalan menentukan bahwa permintaan laptop mainan pada tahun 2021 berjumlah 2560,029 unit.

Tabel 4.19 Hasil Peramalan Perbulan untuk Tahun 2021

Periode	Indeks	Jumlah Peramalan
Januari	0,077	198,205
Februari	0,086	220,626
Maret	0,095	243,537
April	0,080	205,950
Mei	0,089	227,882
Juni	0,075	192,742
Juli	0,084	214,551
Agustus	0,087	223,724
September	0,078	199,428
Oktober	0,076	194,454
November	0,080	203,749
Desember	0,092	235,220
Σ	1	2560,029

Sumber: Hasil pengolahan

4.3 Analisis dan Evaluasi Data

4.3.1 Analisis Data

Adapun analisis data yang diperoleh berdasarkan hasil peramalan produk laptop mainan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan parameter peramalan diperoleh fungsi peramalan yang berbeda-beda sesuai dengan metode yang digunakan.

a. Metode Linier

Pada metode linier diperoleh fungsi peramalan sebagai berikut ini:

$$Y' = a + bt$$

$$Y' = 206520,34 + (-373,36)t$$

b. Metode Kuadratis

Pada metode kuadratis diperoleh fungsi peramalan sebagai berikut ini:

$$Y' = a + bt + ct^2$$

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (0,197t^2)$$

c. Metode Eksponensial

Pada metode kuadratis diperoleh fungsi peramalan sebagai berikut ini:

$$Y' = ae^{bt}$$

$$Y' = 3763,106e^{-0,056t}$$

d. Metode Siklis

Pada metode kuadratis diperoleh fungsi peramalan sebagai berikut:

$$Y' = a + b \sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right) + c \cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$$

$$Y' = 2616,583 + (887,667) \sin\left(\frac{2\pi t}{n}\right) + (-3,217) \cos\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$$

2. Berdasarkan perhitungan MSE, SEE, PE_t dan MAPE diperoleh nilai SEE yang berbeda-beda dari setiap metode yang ada.
 - a. Metode Linier

Pada metode linier, nilai SEE (*Standard Error Of Estimate*) yang diperoleh yaitu sebesar 220711,410
 - b. Metode Kuadratis

Pada metode kuadratis, nilai SEE (*Standard Error Of Estimate*) yang diperoleh yaitu sebesar 236,182
 - c. Metode Eksponensial

Pada metode eksponensial, nilai SEE (*Standard Error Of Estimate*) yang diperoleh yaitu sebesar 655,365
 - d. Metode Siklis

Pada metode siklis, nilai SEE (*Standard Error Of Estimate*) yang diperoleh yaitu sebesar 218,083
3. Uji hipotesa dilakukan dengan melihat nilai SEE terkecil dari kelima metode *time series*, maka diperoleh dua nilai SEE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan eksponensial. Hasil uji hipotesa menyatakan bahwa F hitung < F tabel ($1,173 < 3,39$), maka H_0 diterima, artinya metode peramalan permintaan yang digunakan adalah metode kuadratis.

4.3.2 Evaluasi Data

Berdasarkan analisis data maka hasil peramalan jumlah permintaan produk laptop mainan pada tahun 2021 yang akan datang adalah 2560,029 unit. Dan pada

analisis diatas juga menunjukan hasil peramalan perbulan selama tahun 2021 berdasarkan pengalian dengan indeks peramalan.

Oleh karena demikian kuadratis merupakan metode yang efektif untuk digunakan dalam pemecahan tingkat permintaan produk laptop mainan di tahun 2021 karena di dapat tingkat kesalahanya lebih kecil daripada metode-metode yang lainya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil peramalan permintaan produk laptop mainan pada tahun 2021 dengan menggunakan metode *Time Series* adalah metode proyeksi kecenderungan dengan regresi mendapatkan hasil yang berbeda – beda. Metode yang diambil adalah metode yang memiliki kesalahan terkecil. Hasil peramalan permintaan produk laptop mainan berdasarkan 2 metode dengan nilai SEE yang terkecil yaitu metode kuadratis dan metode siklis. Dengan uji hipotesa yang berguna untuk memilih metode yang terbaik, yaitu yang memiliki kesalahan terkecil. Hasil uji hipotesa menyatakan bahwa F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} ($1,173 < 3,39$), maka H_0 diterima, artinya metode peramalan permintaan yang digunakan adalah metode kuadratis dengan fungsi peramalan, yaitu:

$$Y' = a + bt + ct^2$$

$$Y' = 2558,43 + 2,45t + (-0,179t^2)$$

Setelah mendapatkan fungsi peramalan apa yang digunakan maka dilakukan verifikasi peramalan. Proses verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi peramalan yang ditentukan cukup representative untuk data yang diramalkan sebagai berikut:

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{n-1} = \frac{2954,915}{12-1} = 268,6286$$

$$BKA = 2,66 \times \overline{MR} = 2,66 \times 7951,977 = 714,552$$

$$1/3 BKA = 1/3 \times \overline{MR} = 1/3 \times 7951,977 = 89,543$$

$$2/3 BKA = 2/3 \times \overline{MR} = 2/3 \times 7951,977 = 179,086$$

$$BKB = -2,66 \times \overline{MR} = -2,66 \times 7951,977 = -714,522$$

$$1/3 BKB = -1/3 \times \overline{MR} = -1/3 \times 7951,977 = -89,543$$

$$2/3 BKB = -2/3 \times \overline{MR} = -2/3 \times 7951,977 = -179,086$$

Maka hasil peramalan jumlah permintaan laptop mainan tahun 2021 ($t=13$) adalah sebagai berikut:

$$Y' = 2558,43 + 2,45(13) + (-0,179(13)^2)$$

$$Y' = 2560,029$$

Jadi, hasil peramalan menentukan bahwa permintaan laptop mainan pada tahun 2021 berjumlah 2560,029 unit.

Perencanaan produksi laptop mainan yang dilakukan oleh Toko Anugerah untuk tahun 2021 adalah dengan melakukan 4 tahapan dalam perencanaan dan pengendalian produksi yaitu:

- a. *Routing* (penyusunan alur) dimana pada tahap ini merupakan proses menentukan jalur (rute) pekerjaan dan urutan operasi.
- b. *Scheduling* (penjadwalan) yaitu tahapan yang membantu untuk memanfaatkan waktu secara optimal.
- c. *Dispatching* (penugasan) tahapan tindakan atau implementasi
- d. *Follow-up* (peninjauan ulang) merupakan tahapan terakhir yang bertujuan untuk evaluasi hasil.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya praktikan harus terlebih dahulu memahami teori sebelum melaksanakan praktikum.
2. Praktikan harus memahami metode-metode yang akan dilakukan sebelumnya agar tidak kebingungan saat melakukan perhitungan.
3. Sebaiknya praktikan harus lebih teliti dalam melakukan perhitungan sehingga hasil peramalan yang diperoleh lebih akurat dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angky Wahyu P. 2013. *Technology Forcasting (Pdf)*.Malang:Universitas Brawijaya.
- Anonim. Bab IX Teknik Peramalan .*Http://Ocw.Usu.Ac.I/Tdi_437_Handout_Peramalan1. (Pdf)*. [20 September 2014].
- Angga.Manajemen Persediaan : Aplikasi di Bidang Bisnis, Cetakan Kedua, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta,1996.
- Anton. 2014. Bab IX Teknik Peramalan. [\(Diakses Pada Tanggal 05 Mei 2017\).](Http://Ocw.Usu.Ac.I/ Tdi_437_Handout_Peramalan1. (Pdf))
- Hanke, J, E Reitch, A, G, Dan Wichheren, D.W. 2001. *Bussinees Forecasting Seventh Edition*. Prentice Hall: *United States Of Amerika*.
- Irga Febrianty R 2013 Peramalan Forecasting . [Forecasting.html](Http://IrgafebriantyBlogspot.Com//2013/08/Peramalan_Forecasting.html). [Diakses Pada Tanggal 05 Mei 2017].
- Modul Praktikum, 2016.*Sistem Produksi*. Jurusan Teknik Industri Universitas Malikussaleh.
- Marlina, W. A. 2011. Peramalan (*Forecasting*). <Http://Winnyalnamarlina.Blogspot.Com /2011/07/Peramalan-Forecasting.html>. [Di Akses Pada Tanggal 2017].
- Makridakis, S. Dan Whellwright, S. C. 2005. *Metode DanAplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Rus Indiyanto. 2008. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi (Pdf)*.Surabaya: Yayasan Humaniora.
- Poetr Iraden A. 2015. Sistem Produksi.” *Forecasting*. Jhon Wiley And Sons, 3rdEdition,New York. 1981.

Lampiran

Data Penjualan Laptop Mainan

Tahun	Permintaan (Unit)
2009	2431
2010	2706
2011	2987
2012	2526
2013	2795
2014	2364
2015	2631
2016	2744
2017	2446
2018	2385
2019	2499
2020	2885

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130



**LAPORAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI
MODUL II
*LINE BALANCING***

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Praktikum
Terintegrasi Pada Jurusan Teknik Industri

Disusun oleh:
Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

Dosen Pembimbing:
Yohana Dian Putri, ST., MT

**LABORATORIUM TERINTEGRASI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2021**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan laporan pratikum Terintegrasi, Modul II *Line Balancing*. Shalawat beriring salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalan-Nya.

Laporan Terintegrasi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Dalam penulisan laporan ini hingga selesai, penulis telah banyak mendapat bantuan dan arahan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amri, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
2. Defi Irwansyah, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
3. Syarifuddin, ST., MT., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri
4. Yohana Dian Putri, ST., MT., selaku pembimbing Pratikum Terintegrasi
5. Seluruh Asisten Terintegrasi Laboratorium Teknik Industri
6. Seluruh pihak yang tak dapat disebut satu-persatu yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Pratikum Terintegrasi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Lhokseumawe, 19 Desember 2021

Kelompok 1

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR..... vi

DAFTAR RUMUS vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Praktikum	2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	2
1.4.1 Batasan Masalah	2
1.4.2 Asumsi	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 <i>Line Balancing</i>	4
2.1.1 Pengertian <i>Line Balancing</i>	4
2.1.2 Tujuan <i>Line Balancing</i>	5
2.1.3 Pemecahan Masalah <i>Line Balancing</i>	6
2.1.4 Metode-Metode <i>Line Balancing</i>	7
2.1.5 Istilah-Istilah dalam <i>Line Balancing</i>	13
2.1.6 Pengukuran Waktu Kerja	16

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data	20
3.1.1 Data Hasil <i>Forecasting</i>	20
3.1.2 Data Waktu Elemen Kerja	20
3.1.3 Data <i>Precedence Diagram</i>	21

3.1.4 Data <i>Rating Factor</i>	22
3.1.5 Data <i>Allowance</i>	22
3.1.6 Data Waktu Baku	23
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA	
4.1 Pengolahan Data.....	25
4.1.1 Perhitungan <i>Rating Factor</i>	25
4.1.2 Perhitungan <i>Allowance</i>	25
4.1.3 Perhitungan Waktu Baku Setiap Elemen Kerja	26
4.1.4 <i>Precedence Diagram</i>	27
4.1.5 Perhitungan Waktu Siklus.....	28
4.1.6 Penentuan Waktu Normal	29
4.1.7 Penentuan Waktu Baku	30
4.2 Perhitungan <i>Work Center</i> Secara Manual	32
4.2.1 Metode <i>Constraint</i>	32
4.2.2 Metode Aturan Kandidat Terbesar.....	34
4.2.3 Metode Killbridge dan Wester's	36
4.2.4 Metode Helgeson dan Birnie's.....	38
4.2.5 Pendekatan Untuk Memperbaiki <i>Work Center</i>	41
4.3 Analisis dan Evaluasi Data.....	42
4.3.1 Analisis Data	42
4.3.1.1 Analisis Metode <i>Constraint</i>	42
4.3.1.2 Analisis Metode Aturan Kandidat Terbesar ...	42
4.3.1.3 Analisis Metode Killbridge dan Wester's	42
4.3.1.4 Analisis Metode Helgeson dan Birnie's	42
4.3.1.5 Analisis Pendekatan Untuk Memperbaiki <i>Line Balancing</i>	42
4.3.2 Evaluasi Data	43
4.3.2.1 Metode <i>Constraint</i>	43
4.3.2.2 Metode Aturan Kandidat Terbesar	43
4.3.2.3 Metode Killbridge dan Wester's.....	43
4.3.2.4 Metode Helgeson dan Birnie's	43

Atikah Azni Siregar

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Hasil Peramalan Perbulan Untuk Tahun 2021	20
3.2 Data Waktu Elemen Kerja Perakitan Laptop Mainan	20
3.3 <i>Allowance</i> Untuk Operator Perakitan Laptop Mainan.....	22
3.4 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan	23
4.1 <i>Allowance</i> Untuk Operator	25
4.2 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan	26
4.3 <i>Allowance</i> Untuk Operator 1	31
4.4 <i>Allowance</i> Untuk Operator 2	31
4.5 <i>Allowance</i> Untuk Operator 3	31
4.6 <i>Allowance</i> Untuk Operator 4	32
4.7 <i>Precedence Constraint</i>	33
4.8 <i>Zoning Constraint</i>	33
4.9 Pengurutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Terbesar	34
4.10 Pendekatan Stasiun Kerja	35
4.11 Elemen-elemen Kerja Untuk Masing-masing <i>Region</i>	36
4.12 Modifikasi Tabel Pembentukan Sistem Kerja	37
4.13 Matriks <i>Precedence</i>	38
4.14 Penentuan <i>Ranking</i> Untuk Setiap Elemen Kerja	39
4.15 Pengurutan Berdasarkan Bobot	40
4.16 Pembentukan Stasiun Kerja Metode Helgeson dan Birnie's.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Contoh <i>Line Balancing</i>	5
3.1 <i>Precedence Diagram</i> Perakitan Laptop Mainan.....	21
4.1 <i>Precedence Diagram</i> Perakitan Laptop Mainan.....	27
4.2 Stasiun Kerja dengan Metode Aturan Kandidat Terbesar	36
4.3 Pembagian <i>Precedence Diagram</i>	36
4.4 Stasiun Kerja dengan Metode Killbridge dan Wester's	38
4.5 Stasiun Kerja dengan Metode Helgeson dan Birnie's	41
4.6 Stasiun Kerja dengan Metode Helgeson dan Birnie's	41

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 <i>Cycle Time</i>	14
2.2 <i>Work Station</i>	15
2.3 <i>Line Efficiency</i>	15
2.4 <i>Balance Delay</i>	16
2.5 <i>Smoothness Index</i>	16
2.6 <i>Output Production</i>	16
2.7 Waktu Siklus.....	18
2.8 Waktu Normal	18
2.9 Waktu Baku	18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem manufaktur berdampak pada persaingan perusahaan yang cukup ketat. Banyak usaha yang dapat dilakukan suatu perusahaan agar dapat bertahan di tengah persaingan, yaitu dengan cara peningkatan efisiensi salah satunya dengan menekan atau meminimalisasi biaya yang terjadi dalam perusahaan. Biaya yang dimaksud salah satunya adalah biaya yang timbul dari tata letak (*Layout*).

Tata letak (*Layout*) sendiri adalah suatu bentuk pengaturan yang menggunakan analisis kuantitatif dan perhitungan terhadap fasilitas perusahaan yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam proses produksi. Dalam perbaikan tata letak lantai produksi yang perlu diperhatikan adalah aliran material dan keseimbangan lintasan produksi untuk mendapatkan tata letak fasilitas yang efektif dan efisien dalam meminimalisasi biaya yang terjadi dalam perusahaan.

Lintasan perakitan biasanya terdiri dari sederetan area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh seorang atau lebih operator dan berkemungkinan ditangani dengan beragam alat. Masing-masing operator mengerjakan elemen kerja apabila unit produk melewati stasiun kerjanya. Salah satu tujuan dasar dalam menyusun lintasan perakitan adalah untuk membentuk atau menyeimbangkan beban yang dialokasikan pada setiap stasiun kerja. Tanpa keseimbangan seperti ini maka akan terjadi sejumlah ketidakefisienan karena beberapa stasiun akan mempunyai beban kerja daripada yang lain.

Pada percobaan ini praktikan kembali merakit sebuah produk yaitu Laptop Mainan. Dengan merakit produk ini praktikan dapat menentukan struktur produk, *Operation Process Chart* (OPC), diagram *precedence*, waktu siklus dan waktu baku perakitan yang pada akhirnya praktikan dapat menentukan lintasan perakitan yang terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa waktu siklus, waktu normal dan waktu baku dalam perakitan laptop mainan ?
2. Metode terbaik manakah yang dapat digunakan untuk mendapatkan *line balancing* yang baik pada perakitan laptop mainan?
3. Berapa *work center* yang terbentuk pada proses perakitan laptop mainan?

1.3 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dilakukannya praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku pada perakitan laptop mainan.
2. Untuk menentukan metode terbaik yang dapat digunakan untuk mendapatkan *line balancing* yang baik pada perakitan laptop mainan.
3. Untuk mengetahui jumlah *work center* yang terbentuk pada proses perakitan laptop mainan.

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

1.4.1 Batasan Masalah

Agar pembahasan laporan tidak menyimpang maka perlu diberi beberapa batasan. Adapun batasan-batasan yang digunakan pada praktikum modul *line balancing* ini adalah sebagai berikut:

1. Perakitan dikhususkan pada perakitan laptop mainan.
2. Metode yang digunakan untuk pemecahan masalah adalah metode *constraint*, aturan kandidat terbesar, metode Killbridge *and* Wester dan metode Helgeson *and* Bernie.
3. Untuk penentuan waktu siklus digunakan data peramalan *time series* penjualan laptop mainan pada tahun 2021.

1.4.2 Asumsi

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan pada praktikum modul *line balancing* ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi operator dalam keadaan sehat.
2. Pengukuran waktu dilakukan dengan menggunakan *stop watch*.

1.5 Sistematika Laporan

Adapun sistematika laporan pada praktikum modul *line balancing* ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan praktikum, batasan dan asumsi, dan sistematika laporan praktikum.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori-teori yang berasal dari buku pegangan dan referensi lainnya sebagai bahan untuk mendukung isi modul praktikum.

BAB III PENGUMPULAN DATA

Berisi tentang *Operational Process Chart*, waktu penggerjaan setiap produk, hasil survei dari toko/pabrik produsen komponen produk, data peramalan *time series*, data waktu elemen kerja dan diagram *precedence*.

BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Berisi tentang perhitungan-perhitungan yang dilakukan meliputi penentuan waktu siklus, normal dan baku, penentuan *work center* secara manual meliputi metode *constraint*, aturan kandidat terbesar, metode Killbridge and Wester, dan metode Helgeson and Birnie, serta pendekatan untuk memperbaiki *line balancing* dan berisi tentang penguraian analisa berdasarkan dari pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang hasil kesimpulan yang diperoleh setelah melaksanakan praktikum dan saran-saran yang dapat diberikan untuk mendukung penyusunan laporan di masa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Line Balancing*

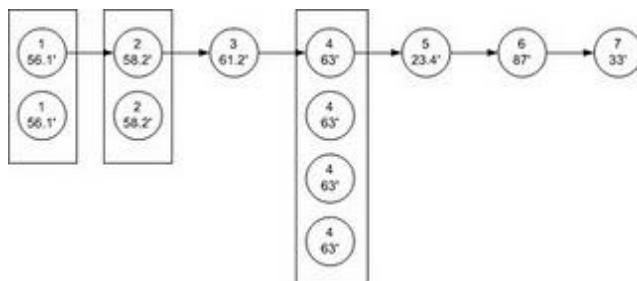
2.1.1 Pengertian *Line Balancing*

Line Balancing merupakan metode penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan/berhubungan dalam suatu lintasan atau lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut. Menurut Gasperz (2000), “*Line Balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu assembly line ke work stations untuk meminimumkan banyaknya work station dan meminimumkan total harga idle time pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu, yang dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang di spesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.” Selain itu dapat pula dikatakan bahwa *Line Balancing* sebagai suatu teknik untuk menentukan product mix yang dapat dijalankan oleh suatu assembly line untuk memberikan *fairly consistent flow of work* melalui *assembly line* itu pada tingkat yang direncanakan (Gaspersz Vincent 2002).

Assembly line itu sendiri adalah suatu pendekatan yang menempatkan fabricated parts secara bersama pada serangkaian *workstations* yang digunakan dalam lingkungan *repetitive manufacturing* atau dengan pengertian yang lain adalah sekelompok orang dan mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk. Sedangkan idle time adalah waktu dimana operator/sumber-sumber daya seperti mesin, tidak menghasilkan produk karena: setup, perawatan (*maintenance*), kekurangan material, kekurangan perawatan, atau tidak dijadwalkan.

Line Balancing juga merupakan metode untuk memecahkan masalah penentuan jumlah orang dan/atau mesin beserta tugas-tugas yang diberikan dalam suatu lintasan produksi. Definisi lain dari *Line Balancing* yaitu sekelompok orang atau mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk

yang diberikan kepada masing-masing sumber daya secara seimbang dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi disetiap stasiun kerja. Fungsi dari *Line Balancing* adalah membuat suatu lintasan yang seimbang. Adapun contoh *Line Balancing* terdapat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Contoh *Line Balancing*

Manajemen industri dalam menyelesaikan masalah *Line Balancing* harus mengetahui tentang metode kerja, peralatan-peralatan, mesin-mesin, dan personil yang digunakan dalam proses kerja. Data yang diperlukan adalah informasi tentang waktu yang dibutuhkan untuk setiap *assembly line* dan *precedence relationship*. Di antara aktivitas-aktivitas yang merupakan susunan dan urutan dari berbagai tugas yang perlu dilakukan, manajemen industri perlu menetapkan tingkat produksi per hari yang disesuaikan dengan tingkat permintaan total, kemudian membaginya ke dalam waktu produktif yang tersedia per hari. Hasil ini adalah *cycle time*, yang merupakan waktu dari produk yang tersedia pada setiap stasiun kerja (*work station*).

2.1.2 Tujuan *Line Balancing*

Tujuan *Line Balancing* adalah untuk memperoleh suatu arus produksi yang lancar dalam rangka memperoleh utilisasi yang tinggi atas fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antar *work station*, dimana setiap elemen tugas dalam suatu kegiatan produk dikelompokkan sedemikian rupa dalam beberapa stasiun kerja yang telah ditentukan sehingga diperoleh keseimbangan waktu kerja yang baik. Permulaan munculnya persoalan *Line Balancing* berasal dari ketidak seimbangan lintasan produksi yang berupa adanya *work in process* pada beberapa *workstation* (Heizer, R, Render, B 2005).

Persyaratan umum yang harus digunakan dalam suatu keseimbangan lintasan produksi adalah dengan meminimumkan waktu menganggur (*idle time*) dan meminimumkan pula keseimbangan waktu senggang (*balance delay*). Sedangkan tujuan dari lintasan produksi yang seimbang adalah sebagai berikut:

1. Menjaga agar pelintasan perakitan tetap lancar.
2. Meningkatkan efisiensi atau produktifitas.
3. Menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada setiap *workstation* sehingga setiap *workstation* selesai pada waktu yang seimbang dan mencegah terjadinya *bottleneck*. *Bottleneck* adalah suatu operasi yang membatasi output dan frekuensi produksi.

2.1.3 Pemecahan Masalah *Line Balancing*

Dua permasalahan penting dalam penyeimbangan lini, yaitu penyeimbangan antara stasiun kerja (*work station*) dan menjaga kelangsungan produksi di dalam lini perakitan. Adapun tanda-tanda ketidakseimbangan pada suatu lintasan produksi (Bedworth, David, and James E. Baeley 1982), yaitu:

1. Stasiun kerja yang sibuk dan waktu menganggur yang mencolok.
2. Adanya produk setengah jadi pada beberapa stasiun kerja.

Terdapat 10 langkah pemecahan masalah *Line Balancing*, yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi tugas-tugas individual atau aktivitas yang akan dilakukan.
2. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap tugas itu.
3. Menetapkan *precedence constraints*, jika ada yang berkaitan dengan setiap tugas.
4. Menentukan *output* dari *assembly line* yang dibutuhkan.
5. Menentukan waktu total yang tersedia untuk memproduksi *output*.
6. Menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, misalnya waktu diantara penyelesaian produk yang dibutuhkan untuk penyelesaian *output* yang diinginkan dalam batas toleransi dari waktu (batas waktu yang diizinkan).
7. Memberikan tugas-tugas pada pekerja dan/ atau mesin.

8. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (*work stations*) yang dibutuhkan untuk memproduksi *output* yang diinginkan.
9. Menilai efektivitas dan efisiensi dari solusi.
10. Mencari terobosan-terobosan untuk untuk perbaikan proses terus-menerus (*continuous process improvement*).

2.1.4 Metode-Metode *Line Balancing*

Permasalahan *Line Balancing* dapat diselesaikan dengan beberapa metode. Metode-metode yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah dalam *Line Balancing*, yaitu: (Elsayed, A 1985)

1. Metode Heuristik

Metode yang berdasarkan pengalaman, intuisi atau aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada solusi yang telah dicapai sebelumnya. Metode-metode heuristik yang digunakan untuk pemecahan masalah *Line Balancing*, yaitu:

a. *Ranked Positional Weight* atau Hegelson dan Birne

Nama yang lebih popular ini adalah metode bobot posisi (*Positional-Weight Technique*). Metode ini sesuai dengan namanya dikemukakan oleh Helgeson dan Birnie. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut :

1. Buat *precedence diagram* untuk setiap proses.
2. Tentukan bobot posisi untuk masing-masing elemen kerja yang berkaitan dengan waktu operasi untuk waktu penggerjaan yang terpanjang dari mulai operasi permulaan hingga sisa operasi sesudahnya.
3. Membuat rangking tiap elemen penggerjaan berdasarkan bobot posisi di langkah 2. Penggerjaan yang mempunyai bobot terbesar diletakkan pada rangking pertama.
4. Tentukan waktu siklus (CT).
5. Pilih elemen operasi dengan bobot tertinggi, alokasikan ke suatu stasiun kerja. Jika masih layak (waktu stasiun < CT), alokasikan

operasi dengan bobot tertinggi berikutnya, namun lokasi ini tidak boleh membuat waktu stasiun > CT.

6. Bila alokasi suatu elemen operasi membuat waktu stasiun > CT, maka sisa waktu ini ($CT - ST$) dipenuhi dengan alokasi elemen operasi dengan bobot paling besar dan penambahannya tidak membuat $ST < CT$.
7. Jika elemen operasi yang jika dialokasikan untuk membuat $ST < CT$ sudah tidak ada, kembali ke langkah 5.

b. Kilbridge's dan Waste

Menurut Groover (2001), metode ini merupakan prosedur *heuristic* yang memilih *task* untuk ditugaskan kedalam WS berdasarkan posisinya pada *precedence diagram*. Metode ini mengatasi salah satu kesulitan dalam aturan *Largest Candidate* dimana *task* dipilih karena nilai T_i yang tinggi tapi posisinya di *precedence diagram* kurang sesuai. Langkah-langkahnya adalah:

1. Buat precedence diagram.
2. *Task-task* dalam *precedence diagram* diatur ke dalam kolom-kolom.
3. *Task-task* kemudian disusun kedalam suatu daftar berdasarkan kolomnya, di mana *task-task* pada kolom pertama didaftarkan pertama.
4. Jika suatu *task* dapat ditempatkan pada lebih dari 1 kolom, maka daftarkanlah semua kolom untuk *task* tersebut.
5. *Task-task* pada kolom yang sama diurutkan berdasarkan nilai T_i terbesar seperti pada aturan *Largest Candidate*. Hal ini akan membantu dalam menugaskan *task* ke WS karena dapat memastikan bahwa *task* terlama akan dipilih lebih dulu, jadi meningkatkan kesempatan untuk membuat jumlah T_i pada setiap WS mendekati batas waktu siklus / *Cycle Time(CT)* yang diizinkan.
6. Tentukan waktu siklus (CT).

7. Tugaskan task pada pekerja di WS 1 dengan memulai dari daftar paling atas dan memilih task pertama yang memenuhi persyaratan precedence diagram dan tidak menyebabkan jumlah total Ti pada WS tersebut melebihi CT yang diizinkan. Ketika task sudah dipilih untuk ditugaskan pada WS, telusuri kembali dari daftar paling atas untuk penugasan selanjutnya.
8. Ketika tidak adalagi task yang dapat ditugaskan tanpa melebihi CT, lanjutkan ke WS berikutnya.s
9. Ulangi langkah 7 dan 8 untuk semua WS sampai semua *task* telah ditugaskan.

c. ***Largest Candidate Rule***

Langkah-langkah penyeimbangan lini dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule (LCR)* ini adalah:

1. Mengurutkan semua elemen operasi dari yang memiliki waktu paling besar hingga yang paling kecil.
2. Elemen kerja pada stasiun kerja pertama diambil dari urutan yang paling atas. Elemen kerja dapat diganti atau dipindahkan ke stasiun kerja berikutnya, apabila jumlah elemen kerja telah melebihi waktu siklus.
3. Melanjutkan proses langkah kedua, hingga semua elemen kerja telah berada dalam stasiun kerja dan memenuhi/ lebih kecil sama dengan waktu siklus.

Dalam metode ini terdapat kelebihan serta kekurangan yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan penulis. Kelebihan dalam penggunaan metode ini adalah secara keseluruhan metode ini memiliki tingkat kemudahan yang lebih tinggi daripada metode *Ranked Positional Weight (RPW)*, tetapi hasil yang diperoleh masih harus saling dipertukarkan dengan cara trial and error untuk mendapatkan penyusunan stasiun kerja yang lebih akurat. Kelemahan dari metode ini adalah didapatkan lebih banyak operasi seri yang digabungkan ke dalam satu stasiun kerja.

d. *Region Approach*

Menurut Nasution (2003), metode ini dikembangkan oleh *Bedworth* untuk mengatasi kekurangan metode RPW. Metode ini tetap tidak akan menghasilkan solusi optimal, tetapi solusi yang dihasilkannya sudah cukup baik dan mendekati optimal. Pada prinsipnya metode ini berusaha membebankan terlebih dulu pada operasi yang memiliki tanggung jawab keterdahuluan yang besar. *Bedworth* menyebutkan bahwa kegagalan metode RPW ialah mendahulukan operasi dengan waktu terbesar dari pada operasi dengan waktu yang tidak terlalu besar tetapi diikuti oleh banyak operasi lainnya.

Langkah-langkah penyelesaian dengan metode *Region Approach* adalah sebagai berikut:

1. Buat *precedence diagram*.
2. Bagi *precedence diagram* ke dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan.
3. Gambar ulang *precedence diagram*, tempatkan seluruh *task* didaerah paling ujung sedapat-dapatnya.
4. Dalam tiap wilayah urutkan *task* mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil.
5. Tentukan waktu siklus (CT).
6. Bebankan *task* dengan urutan
7. Pada akhir tiap pembebanan stasiun kerja, tentukan apakah utilisasi waktu tersebut telah dapat diterima. Jika tidak, periksa seluruh *task* yang memenuhi hubungan keter kaitan dengan operasi yang telah dibebankan. Putuskan apakah pertukaran *task-task* tersebut akan meningkatkan utilisasi waktu stasiun kerja. Jika ya, lakukan perubahan tersebut.

e. **Metode Bobot Posisi**

(kecepatan lintasan actual = waktu operasi yang paling lambat)

Langkah-langkah penyelesaian dengan metode *Region Approach* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kecepatan lintasan

Contoh :

Diketahui :

- Jumlah permintaan dalam 1 tahun = 4.000 unit produk M
- Jumlah hari kerja dalam 1 tahun = 250 hari kerja
- Jumlah jam kerja dalam 1 hari kerja = 8 jam kerja
- Waktu operasi terpanjang 124'

Sehingga kecepatan lintasan yang di inginkan adalah sebagai berikut

:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum \text{Waktu}_{\text{Yang Tersedia}}}{\sum \text{Unit}_{\text{Yang akan diproduksi}}} = \frac{250 \text{ hari}_{\text{kerja}} \times 8 \text{jam}_{60 \text{menit}}}{4.000 \text{unit}} \\
 &= \frac{120.000 \text{menit}}{4.000 \text{unit}} \\
 &= 30 \text{ menit/unit}
 \end{aligned}$$

Terlihat bahwa kecepatan lintasan yang di inginkan lebih kecil dari pada kecepatan operasi yang paling lambat ($30' < 124'$), sehingga untuk menentukan kecepatan lintasan actual sebaiknya harus dilakukan analisis perbandingan terlebih dahulu, berdasarkan alternatif kecepatan lintasan yang di ingginkan ($30'$) atau waktu operasi yang paling lambat (operasi $8 = 124'$).

Tetapi untuk contoh kasus dengan penyelesaian metode bobot posisi ini alternatif yang di pilih adalah kecepatan lintasan actual = waktu operasi yang paling lambat (operasi $8 = 124'$).

Dengan pilihan alternative ini, perkiraan jumlah produksi per tahun:

$$\begin{aligned}
 &\frac{250 \text{ hari}_{\text{kerja}} \times 8 \text{jam}_{60 \text{menit}}}{124 \text{menit}} = \frac{120.000 \text{ menit}}{124 \frac{\text{menit}}{\text{unit}}} = 967,74 \text{unit} \\
 &\approx 968 \text{unit}
 \end{aligned}$$

Beberapa yang harus dilakukan agar perkiraan jumlah produksi ini tercapai adalah harus ada 4 lintasan produksi dengan waktu kerja 8 jam kerja atau 2 lintasan produksi dengan 2 *shift* kerja yang masing-

masing memiliki 8 jam kerja. Dampaknya adalah akan ada penambahan biaya penarikan (rekrut) tenaga kerja dan peningkatan biaya tenaga kerja untuk jam kerja biasa (regular time) karena bertambahnya tenaga kerja. Disamping itu juga akan ada penambahan biaya investasi untuk mengadakan mesin / peralatan baru sehubungan dengan adanya penambahan lintasan dan / atau jumlah yang bekerja.

Selain itu perlunya dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Membuat jaringan kerja proses operasi (produksi) dan membuat matriks keterdahuluan.
2. Membuat bobot posisi.

Bobot posisi adalah jumlah waktu operasi tersenut dan operasi – operasi yang mengikutinya

3. Mengurutkan prioritas operasi berdasarkan bobot posisi dari yang terbesar sampai dengan terkecil.
4. Menyusun stasiun kerja (SK) dan menghitung tingkat efisiensi rata-rata.
5. Memperbaiki susunan stasiun kerja (SK) dengan prosedur *trial and error* untuk mencari tingkat efisiensi yang lebih tinggi.
6. Menghitung total biaya tenaga kerja langsung dan biaya menganggur.

Kriterianya adalah kecepatan operasi tiap-tiap SK yang disusun tidak melebihi kecepatan lintasan yang sudah ditentukan (kecepatan lintasan actual). Penyusunan SK akan di lakukan berdasarkan urutan prioritas bobot posisi.Pembebanan operasi ked ala suatu SK dimulai dari operasi dengan nilai bobot posisi. yang terbesar sampai dengan operasi dengan nilai bobot posisi yang terkecil. Suatu SK dapat merupakan 1 operasi atau gabungan beberapa operasi, asalkan jumlah waktu operasi, asalkan jumlahwaktu oerasi gabungan tidak melebihi kecepatan lintasan actual.

1. Metode analitik atau matematis

Metode penggambaran dunia nyata melalui simbol-simbol matematis berupa persamaan dan pertidaksamaan.

2. Metode simulasi

Metode simulasi merupakan metode yang meniru tingkah laku sistem dengan mempelajari interaksi komponen-komponennya karena tidak memerlukan fungsi-fungsi matematis secara eksplisit untuk merelasikan variabel-variabel sistem, maka model-model simulasi ini dapat digunakan untuk memecahkan sistem kompleks yang tidak dapat diselesaikan secara matematis. Metode-metode simulasi yang digunakan untuk pemecahan masalah *Line Balancing*, yaitu:

- a. CALB (*Computer Assembly Line Balancing or Computer Aided Line Balancing*)
- b. ALPACA (*Assembly Line Balancing and Control Activity*)
- c. COMSAL (*Computer Method or Saumming Operation for Assemble*)

2.1.5 Istilah-Istilah dalam *Line Balancing*

Terdapat beberapa istilah yang biasa digunakan dalam *Line Balancing*. Beberapa istilah dalam *Line Balancing* adalah sebagai berikut (Fogarty, D.W 1991).

a. *Precedence Diagram*

Precedence diagram merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya, mempermudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya. Adapun tanda-tanda yang dipakai sebagai berikut:

1. Simbol lingkaran dengan huruf atau nomor di dalamnya untuk mempermudah identifikasi dari suatu proses operasi

2. Tanda panah menunjukkan ketergantungan dan urutan proses operasi. Dalam hal ini, operasi yang berada pada pangkal panah berarti mendahului operasi kerja yang ada pada ujung anak panah
 3. Angka di atas symbol lingkaran adalah waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi

b. Work Element

Work element atau elemen kerja merupakan bagian dari seluruh proses perakitan yang dilakukan.

c. Waktu Operasi

Waktu operasi adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi.

d. Cycle Time

Merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk satu stasiun. Apabila waktu produksi dan target produksi telah ditentukan, maka waktu siklus dapat diketahui dari hasil bagi waktu produksi dan target produksi.

Dalam mendesain keseimbangan lintasan produksi untuk sejumlah produksi tertentu, waktu siklus harus sama atau lebih besar dari waktu operasi terbesar yang merupakan penyebab terjadinya *bottle neck* kemacetan dan waktu siklus juga harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif per hari dibagi dari jumlah produksi per hari, yang secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

Keterangan :

ti max : waktu operasi terbesar pada lintasan

CT : waktu siklus (*cycle time*)

P : jam kerja efektif per hari

Q : jumlah produksi per hari

e. *Work Station*

Work station adalah tempat pada lini perakitan di mana proses perakitan dilakukan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja efisien dapat ditetapkan dengan rumus berikut:

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{c} \quad \dots \quad (\text{Pers 2.2})$$

Di mana :

T_i : waktu operasi/element (I=1,2,3,...,n)

C : waktu siklus stasiun kerja

N : jumlah elemen

K_{min} : jumlah stasiun kerja minimal

f. Efisiensi Work Station

Efisiensi *work station* digunakan untuk mengetahui persentase perbandingan antara total waktu dalam *work station* dengan *cycle time*.

g. Station Time dan Idle time

Station time merupakan jumlah waktu dari elemen kerja yang dilakukan pada suatu stasiun kerja yang sama, sedangkan *idle time* merupakan selisih antara *cycle time* dengan *station time*.

h. *Line Efficiency*

Line efficiency adalah rasio dari total waktu di stasiun kerja dibagi dengan waktu siklus dikalikan jumlah stasiun kerja

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^K STi}{(K)(CT)} \times 100\% \dots \text{ (Pers 2.3)}$$

Dimana:

STi : waktu stasiun dari stasiun ke-1

K : jumlah(banyaknya) stasiun kerja

CT : waktu siklus

i. *Balance Delay*

Sering disebut *balancing loss*, adalah ukuran dari ketidakefisiensinan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun-

stasiun kerja. *Balance delay* ini dinyatakan dalam persentase. *Balance delay* dapat dirumuskan:

$$D = \frac{(nxC) - \sum_{i=1}^n ti}{(nxC)} \times 100\% \dots \text{ (Pers 2.4)}$$

Di mana:

N : jumlah stasiun kerja

C : waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum ti$: jumlah waktu operasi dari semua operasi

ti : waktu operasi

D : balance delay (%)

j. *Smoothness Index*

Smoothness Index adalah suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (STimax - STi)^2} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.5)}$$

Di mana:

St max : maksimum waktu di stasiun

Stasiun kerja ke-i : waktu stasiun di stasiun kerja ke-i

k. Output Production (Q)

Output production adalah jumlah waktu efektif yang tersedia dalam suatu periode dibagi dengan *cycle time*.

Di mana:

T : jam kerja efektif penyelesaian produk

C : waktu siklus terbesar

2.1.6 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator yang memiliki skill rata-rata dan terlatih baik dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Tujuan pokok dari aktivitas ini, berkaitan erat dengan usaha menetapkan

waktu standar. Secara historis dijumpai dua macam pendekatan didalam menentukan waktu standar ini, yaitu pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*) dan pendekatan dari atas ke bawah (*top-down*). Pendekatan *bottom-up* dimulai dengan mengukur waktu dasar (*basic time*) dari suatu elemen kerja, kemudian menyesuaikannya dengan tempo kerja (*rating performance*) dan menambahkannya dengan kelonggaran-kelonggaran waktu, (*allowances time*) seperti halnya kelonggaran waktu untuk melepas lelah, kebutuhan personal, dan antisipasi terhadap *delays*. Pendekatan dari atas kebawah (*top-down*) banyak digunakan dalam berbagai kontrak dengan para pekerja, dimana waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan kualifikasi tertentu untuk melakukan suatu pekerjaan yang bekerja dalam kondisi biasa, digunakan untuk menentukan besarnya jumlah insentif yang harus dibayar pada pekerja diatas upah dasarnya. Apapun definisi yang digunakan, pendekatan yang dipakai untuk menghitung waktu standar biasanya adalah pendekatan *bottom-up*. Untuk menjelaskan prosedur penentuan waktu standar dengan pendekatan *bottom-up* maka terlebih dulu perlu dipahami beberapa definisi sebagai berikut:

1. Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh elemen kegiatan pada saat mulai kerja sampai selesai.
2. Waktu normal adalah menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik dalam menyelesaikan pekerjaannya pada kecepatan tempo kerja yang normal.
3. Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
4. Rating faktor adalah aktivitas menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator pada saat bekerja.
5. Kelonggaran adalah suatu faktor koreksi yang harus diberikan pada waktu kerja operator.
6. Tingkat ketelitian dan tingkat kenyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah yang banyak.

7. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya kenyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan. Penelitian dan analisa kerja pada dasarnya akan memusatkan perhatiannya pada bagaimana suatu kegiatan akan bisa diselesaikan secara efisien. Untuk menghitung waktu standar penyelesaian suatu kegiatan, maka diperlukan aktivitas pengukuran kerja.

Pengukuran waktu kerja akan menghasilkan waktu atau output standard yang mana hal tersebut kemudian bermanfaat untuk:

- a. *Man power planning.*
 - b. Estimasi biaya-biaya untuk upah pekerja.
 - c. Penjadwalan produksi dan penganggaran.
 - d. Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi pekerja yang berprestasi.
 - e. Indikasi output yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu standar secara definitif dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu standar tersebut sudah mencakup kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi yang harus diselesaikan. Berikut ini adalah perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu standar. Waktu siklus dihitung dengan merata-ratakan waktu yang diamati pada masing-masing elemen:

Waktu normal diperoleh dengan mempertimbangkan *rating factor* operator.

Rumus:

Waktu standar / waktu baku diperoleh dengan mempertimbangkan *allowance operator*.

Keterangan:

WS = Waktu Siklus

WN = Waktu Normal

WB = Waktu Baku

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data Hasil *Forecasting*

Hasil peramalan jumlah permintaan produk laptop mainan dengan metode *time series* pada modul I untuk peramalan di tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil Peramalan Perbulan Untuk Tahun 2021

Periode	Indeks	Jumlah Peramalan
Januari	0,077	198,205
Februari	0,086	220,626
Maret	0,095	243,537
April	0,080	205,950
Mei	0,089	227,882
Juni	0,075	192,742
Juli	0,084	214,551
Agustus	0,087	223,724
September	0,078	199,428
Okttober	0,076	194,454
November	0,080	203,749
Desember	0,092	235,220
Σ	1	2560,029

Sumber: Data Peramalan

3.1.2 Data Waktu Elemen Kerja

Masing-masing komponen laptop mainan dirakit sesuai dengan urutan pekerjaan yang terdapat pada *Flow Proses Chat*.

Adapun waktu kegiatan masing-masing elemen kerja pada perakitan produk laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Waktu Elemen Kerja Perakitan Laptop Mainan

No.	Kegiatan	Waktu Siklus (detik)
1	Merakit <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan	2,94
2	Memasang baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan	3,12

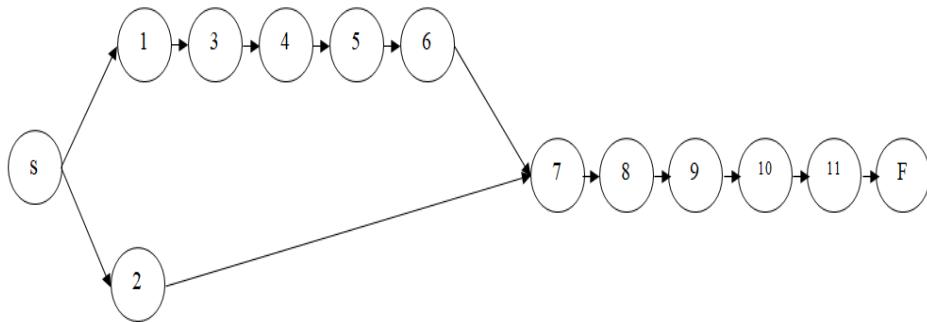
Tabel 3.2 Data Waktu Elemen Kerja Perakitan Laptop Mainan (Lanjutan)

No.	Kegiatan	Waktu (detik)
3	Merakit tutup ke <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan	2,00
4	Memasang pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan	2,58
5	Memasang baut pengait dan badan atas	8,45
6	Merakit papan PCB ke <i>keypad</i>	2,15
7	Memasang papan PCB yang telah di rakit kekerangka laptop mainan	1,36
8	Memasang <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan	0,64
9	Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan	1,84
10	Memasang baut badan laptop mainan	3,12
11	Mengencangkan baut	5,80
Total		34,00

Sumber: Data Pengamatan

3.1.3 Data Precedence Diagram

Adapun *Precedence Diagram* pada perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:

**Gambar 3.1 Precedence Diagram Perakitan Laptop Mainan**

Keterangan:

1 = Merakit *casing* tutup bawah ke *casing* tutup atas laptop mainan

2 = Merakit papan PCB ke *keypad*

3 = Memasang baut pada *casing* tutup bawah dan atas laptop mainan

- 4 = Merakit tutup *casing* badan atas (disatukan) laptop mainan
 5 = Memasang pengait pada *casing* badan atas ke *casing* bawah laptop mainan
 6 = Memasang baut pengait dan badan atas
 7 = Memasang papan PCB yang telah di rakit ke kerangka laptop mainan
 8 = Memasang *speaker* pada kerangka laptop mainan
 9 = Merakit *casing* badan bawah ke kerangka laptop mainan
 10 = Merakit *casing* badan bawah ke kerangka laptop mainan
 11 = Mengencangkan baut

3.1.4 Data Rating Factor

Adapun data *rating factor* untuk operator pada perakitan laptop mainan dapat dilihat sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Good</i> (C)	= +0,02
<u>Konsistensi : <i>Good</i> (C)</u>	<u>= +0,01</u>
Jumlah	= +0,08
Rating Factor	= 1 + 0,08
	= 1,08

3.1.5 Data Allowance

Adapun data *allowance* untuk operator pada kegiatan perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Allowance Untuk Operator Perakitan Laptop Mainan

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	2
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	0
Keadaan temperatur	Normal	3
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0

Tabel 3.3 Allowance Untuk Operator Perakitan Laptop Mainan (Lanjutan)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Keadaan lingkungan	Sangat bising	4
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		12 %

Sumber: Data Pengamatan

3.1.6 Data Waktu Baku

Adapun data waktu baku untuk perakitan laptop maian dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan

No.	Kegiatan	Waktu Siklus	RF	Waktu Normal	All (%)	Waktu Baku
1	Merakit <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan	2,94	1,08	3,18	12	3,61
2	Memasang baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan	3,12	1,08	3,37	12	3,83
3	Merakit tutup ke <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan	2,0	1,08	2,16	12	2,45
4	Memasang pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan	2,58	1,08	2,79	12	3,17
5	Memasang baut pengait dan badan atas	8,45	1,08	9,13	12	10,37
6	Merakit papan PCB ke <i>keypad</i>	2,15	1,08	2,32	12	2,64
7	Memasang papan PCB yang telah di rakit ke kerangka laptop mainan	1,36	1,08	1,47	12	1,67
8	Memasang <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan	0,64	1,08	0,69	12	0,79
9	Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan	1,84	1,08	1,99	12	2,26
10	Memasang baut badan laptop mainan	3,12	1,08	3,37	12	3,83

Tabel 3.4 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan (Lanjutan)

No.	Kegiatan	Waktu Siklus	RF	Waktu Normal	All (%)	Waktu Baku
11	Mengencangkan baut	5,80	1,08	6,26	12	7,12
	Total	34	1,08	36,72	12	41,73

Sumber: Pengolahan Data

BAB IV

PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Perhitungan *Rating Factor*

Dalam menghitung besar *rating factor*, bagi keadaan yang dianggap wajar diambil $R_f = 1$. Sedangkan bila terjadi penyimpangan dari keadaan ini, harga R_f harus ditambah dengan angka-angka yang sesuai dengan keempat *rating factor* menurut *Westinghouse*. Adapun perhitungan faktor penyesuaian (*rating factor*) untuk operator pada perakitan laptop mainan sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Good</i> (C)	= +0,02
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,01
Jumlah	= +0,08
Rating Factor	= 1 + 0,08
	= 1,08

4.1.2 Perhitungan *Allowance*

Dalam menghitung besarnya *allowance*, keadaan yang dianggap wajar diberikan harga *allowance* 100%. Bila terjadi penyimpangan dari keadaan ini maka harganya harus ditambah dengan faktor-faktor yang sesuai dengan waktu siklus yang diperoleh dan waktu ini dicapai berdasarkan kerja operator. Adapun perhitungan besarnya nilai kelonggaran (*allowance*) untuk operator pada perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Allowance Untuk Operator

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	2
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	0
Keadaan temperatur	Normal	3

Tabel 4.1 Allowance Untuk Operator (Lanjutan)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0
Keadaan lingkungan	Sangat bising	4
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		12 %

Sumber: Data Praktikum

4.1.3 Perhitungan Waktu Baku Setiap Elemen Kerja

Berdasarkan data waktu elemen kerja dari perakitan laptop mainan yang diperoleh maka dapat dicari waktu baku untuk tiap-tiap elemen kerja tersebut. Adapun perhitungan waktu baku perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan

No.	Kegiatan	Waktu Siklus	RF	Waktu Normal	All (%)	Waktu Baku
1	Merakit <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan	2,94	1,08	3,18	12	3,61
2	Memasang baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan	3,12	1,08	3,37	12	3,83
3	Merakit tutup ke <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan	2,0	1,08	2,16	12	2,45
4	Memasang pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan	2,58	1,08	2,79	12	3,17
5	Memasang baut pengait dan badan atas	8,45	1,08	9,13	12	10,37
6	Merakit papan PCB ke <i>keypad</i>	2,15	1,08	2,32	12	2,64
7	Memasang papan PCB yang telah di rakit kekerangka laptop mainan	1,36	1,08	1,47	12	1,67
8	Memasang <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan	0,64	1,08	0,69	12	0,79

Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Baku Perakitan Laptop Mainan (Lanjutan)

No.	Kegiatan	Waktu Siklus	RF	Waktu Normal	All (%)	Waktu Baku
9	Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan	1,84	1,08	1,99	12	2,26
10	Memasang baut badan laptop mainan	3,12	1,08	3,37	12	3,83
11	Mengencangkan baut	5,80	1,08	6,26	12	7,12
Total		34	1,08	36,72	12	41,73

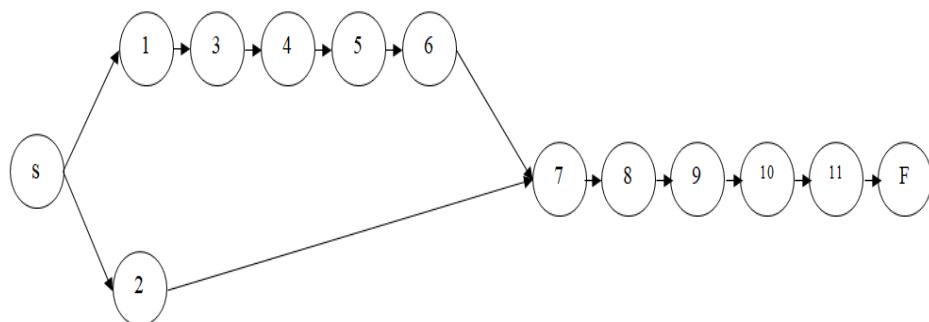
Sumber: Pengolahan Data

Berikut contoh perhitungan waktu baku pada elemen kerja perakitan laptop mainan. Untuk elemen Kerja 1 (Merakit *casing* tutup bawah ke *casing* tutup atas laptop mainan) yang dikerjakan oleh operator yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Baku} &= \text{Waktu Siklus} \times \text{RF} \times \frac{100}{100 - \text{All}} \\
 &= 2,94 \times 1,08 \times \frac{100}{100 - 12} \\
 &= 2,94 \times 1,06 \times 1,136 \\
 &= 3,61 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

4.1.4 Precedence Diagram

Adapun Precedence Diagram pada perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Precedence Diagram Perakitan Laptop Mainan

Keterangan:

- 1 = Merakit *casing* tutup bawah ke *casing* tutup atas laptop mainan
- 2 = Merakit papan PCB ke *keypad*
- 3 = Memasang baut pada *casing* tutup bawah dan atas laptop mainan
- 4 = Merakit tutup *casing* badan atas (disatukan) laptop mainan
- 5 = Memasang pengait pada *casing* badan atas ke *casing* bawah laptop mainan
- 6 = Memasang baut pengait dan badan atas
- 7 = Memasang papan PCB yang telah di rakit ke kerangka laptop mainan
- 8 = Memasang *speaker* pada kerangka laptop mainan
- 9 = Merakit *casing* badan bawah ke kerangka laptop mainan
- 10 = Merakit *casing* badan bawah ke kerangka laptop mainan
- 11 = Mengencangkan baut

4.1.5 Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus dapat dihitung dari data peramalan dimana peramalan jumlah penjualan laptop mainan mencapai total 2560,029 unit. Jumlah penjualan laptop mainan per jam (dalam 260 hari kerja/tahun dan waktu kerja selama 8 jam per hari) adalah:

$$\text{Total penjualan Laptop Mainan} = \frac{2560,029 \text{ unit}}{260 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}} = 1,23 \text{ unit/jam}$$

dengan asumsi efisiensi 100%, maka:

$$\text{Waktu siklus} = \frac{60 \times 60 \times 1}{1,23} = 2926,83 \text{ detik/unit}$$

Karena waktu siklus dari perhitungan sangat besar, lebih besar dari total waktu pada elemen kerja yang telah dilakukan. Maka waktu siklus yang digunakan adalah waktu terbesar yang ada pada elemen kerja perakitan laptop mainan. Waktu terbesar yang diperoleh dari perakitan mainan terdapat pada elemen kerja 5 yaitu sebesar 8,45 detik. Jadi waktu siklus pada perakitan laptop mainan tersebut adalah 2926,83 detik..

$$\text{Jumlah operator} = \frac{34}{8,45} = 4,02 \approx 4 \text{ operator}$$

4.1.6 Penentuan Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu yang diperlukan seorang/beberapa orang pekerja untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaannya secara normal, artinya telah memperhitungkan keahlian/faktor penyesuaian dari pekerja tersebut. Oleh karena itu, sebelum menghitung waktu normal, maka harus diketahui Rf dari operator.

Dalam menghitung besar *rating factor*, bagi keadaan yang wajar diambil Rf = 1. Sedangkan bila terjadi penyimpangan, harga Rf harus ditambah dengan angka-angka yang sesuai dengan keempat *rating factor* menurut *Westinghouse*.

Dalam hal perakitan laptop mainan ini, nilai Rf untuk operator 1 sampai dengan operator 4 adalah :

1. Operator 1

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C1)	= +0,05
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,01
Jumlah	= +0,13
Rating Factor operator 1	= 1 + 0,13
	= 1,13

2. Operator 2

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,01
Jumlah	= +0,10
Rating Factor operator 2	= 1 + 0,10
	= 1,10

3. Operator 3

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,03
Konsistensi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,03
Jumlah	= +0,11
Rating Factor operator 3	= 1 + 0,11
	= 1,11

4. Operator 4

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Excellent</i> (B)	= +0,03
Jumlah	= +0,12
Rating Factor operator 4	= 1 + 0,12
	= 1,12

Maka rating factor rata-rata 5 operator adalah :

$$= \frac{1,13 + 1,10 + 1,11 + 1,12}{4} = 1,115$$

Jadi Waktu normalnya adalah :

$$W_n = W_s \times R_f = 8,45 \times 1,115 = 9,42 \text{ detik}$$

4.1.7 Penentuan Waktu Baku

Waktu baku dihitung setelah *allowance* diketahui. Dalam menghitung besarnya *allowance*, bagi keadaan yang dianggap wajar diambil harga *allowance* senilai 100%. Bila terjadi penyimpangan dari keadaan ini maka harganya harus ditambah dengan faktor-faktor yang sesuai dengan waktu siklus yang diperoleh dan waktu ini dicapai berdasarkan kerja operator.

Dalam hal ini, besarnya *allowance* untuk operator 1 sampai dengan operator 4 adalah sebagai berikut:

1. Operator 1

Tabel 4.3 Allowance Untuk Operator 1

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	1
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	1
Keadaan temperatur	Normal	1
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0
Keadaan lingkungan	Sangat bising	1
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		7%

Sumber: Data Pengamatan

2. Operator 2

Tabel 4.4 Allowance Untuk Operator 2

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	1
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	1
Keadaan temperatur	Normal	1
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0
Keadaan lingkungan	Sangat bising	1
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		7%

Sumber: Data Pengamatan

3. Operator 3

Tabel 4.5 Allowance Untuk Operator 3

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	1
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	1
Keadaan temperatur	Normal	1
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0

Tabel 4.5 Allowance Untuk Operator 3 (Lanjutan)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Keadaan lingkungan	Sangat bising	1
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		7%

Sumber: Data Pengamatan

4. Operator 4

Tabel 4.6 Allowance Untuk Operator 4

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	1
Sikap kerja	Bekerja duduk, ringan	1
Gerakan kerja	Normal, gerakan bebas	0
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	1
Keadaan temperatur	Normal	1
Keadaan atmosfir	Ventilasi kurang baik, adabauan (tidak berbahaya)	0
Keadaan lingkungan	Sangat bising	1
Kebutuhan pribadi	Minum, buang air, dll	2
Jumlah		7%

Sumber: Data Pengamatan

Besarnya allowance rata-rata operator 1 sampai dengan operator 4 adalah sebagai berikut:

$$\text{Allowance} = \frac{(7\% + 7\% + 7\% + 7\%)}{4} = 7\%$$

Maka waktu bakunya adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku (Wb)} &= \text{Waktu normal (Wn)} \times (1 + \text{Allowance}) \\
 &= 9,42 \text{ detik} \times (1 + 0,07) \\
 &= 9,42 \text{ detik} \times 1,07 \\
 &= 10,079 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

4.2 Perhitungan Work Center Secara Manual

4.2.1 Metode Constraint

1. Precedence Diagram

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dibuat *precedence constraint* seperti pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Precedence Constraint

No	Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah
1	<i>Start</i>	0	1,2
2	1	<i>Start</i>	3
3	2	<i>Start</i>	7
4	3	1	4
5	4	3	5
6	5	4	6
7	6	5	7
8	7	2,6	8
9	8	7	9
10	9	8	10
11	10	9	11
12	11	10	<i>Finish</i>

Sumber: Data Pengamatan

2. Zoning Constraint

Sesuai dengan pola aliran operasi dapat dibuat *Zoning Constraint* seperti pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Zoning Constraint

Elemen Kerja	Keterangan
Elemen kerja 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11	Merupakan elemen kerja dalam perakitan kerangka laptop mainan
Elemen kerja 7	Merupakan elemen kerja dalam perakitan luar laptop mainan

Sumber: Data Pengamatan

Setelah dilakukan pembentukan stasiun kerja berdasarkan metode *constraint*, selanjutnya dapat dihitung *Balance Delay* dan efisiensi dari *work center* dengan rumus:

$$D = n \cdot Sm - \sum s_i / n \cdot Sm$$

Dimana:

D = *Balance Delay*

Sm = Waktu yang paling maksimum dalam *Work Center*

n = Jumlah stasiun kerja

s_i = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...n)

$$D = \frac{2(32,64) - (34)}{2(32,64)}$$

$$= 0,4792 = 47,92 \%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{\sum S_i}{nC} \times 100 \%$$

Dimana:

C = Waktu Siklus

S_i = Waktu masing-masing stasiun ($I=1,2,3,\dots,n$)

$$E = \frac{(34)}{2(32,64)} \times 100 \% = 52,08\%$$

Waktu Menganggur (*Idle Time*) = $100\% - 52,08\% = 47,92\%$

4.2.2 Metode Aturan Kandidat Terbesar

Pembentukan *Work Center* dari diagram *precedence* dengan metode aturan kandidat terbesar dapat dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4.9 Pengurutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Terbesar

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	5	10,37
2	11	7,12
3	2	3,83
4	10	3,83
5	1	3,61
6	4	3,17
7	6	2,64
8	3	2,45
9	9	2,26
10	7	1,67
11	8	0,79

Sumber: Pengolahan Data

Dari *precedence diagram* pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.8 dapat dilakukan pembentukan stasiun kerja berdasarkan metode aturan kandidat terbesar yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Pembentukan Stasiun Kerja

No	Elemen Kerja	Pengecekan <i>Precedence</i>	Waktu Elemen (T)	Kumulatif (C-T)	Ket	Jumlah
Work Center I						
1	5	√	10,37	1,92	Masuk	17,49
2	11	√	7,12	1,32	Masuk	
Work Center II						
3	2	√	3,83	0,71	Masuk	3,83
Work Center III						
4	10	√	3,83	0,71	Masuk	3,83
Work Center IV						
5	1	√	3,61	0,67	Masuk	3,61
Work Center V						
6	4	√	3,17	0,59	Masuk	3,17
Work Center VI						
7	6	√	2,64	0,49	Masuk	9,81
8	3	√	2,45	0,45	Masuk	
9	9	√	2,26	0,42	Masuk	
10	7	√	1,67	0,31	Masuk	
11	8	√	0,79	0,15	Masuk	

Sumber: Pengolahan Data

Setelah dilakukan pembentukan stasiun kerja berdasarkan metode aturan kandidat terbesar, selanjutnya dapat dihitung *Balance Delay* dan efisiensi dari *work center* dengan rumus:

$$D = n \cdot S_m - \sum S_i / n \cdot S_m$$

Dimana:

D = *Balance Delay*

S_m = Waktu yang paling maksimum dalam *Work Center*

n = Jumlah stasiun kerja

S_i = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...n)

$$D = \frac{6(17,49) - (17,49 + 3,83 + 3,83 + 3,61 + 3,17 + 9,81)}{6(17,49)}$$

$$= 0,6022 = 60,22 \%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{\sum S_i}{nC} \times 100 \%$$

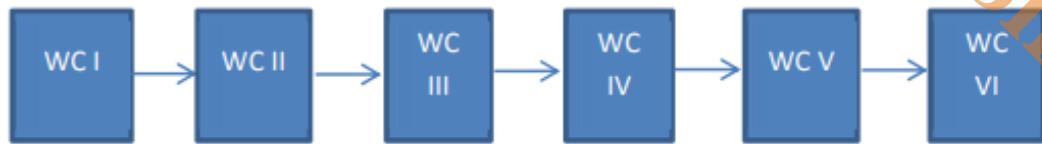
Dimana:

C = Waktu Siklus

$S_i = \text{Waktu masing-masing stasiun } (I=1,2,3,\dots,n)$

$$E = \frac{(41,74)}{6(34)} \times 100\% = 20,46\%$$

Waktu Menganggur (*Idle Time*) = $100\% - 20,46\% = 79,54\%$

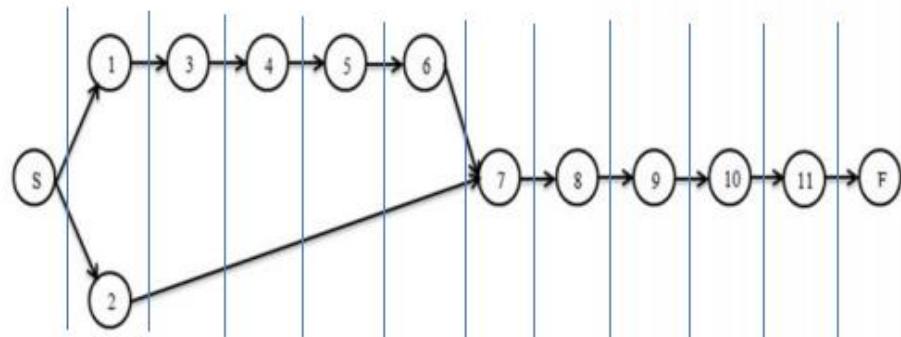


Gambar 4.2 Stasiun Kerja dengan Metode Aturan Kandidat Terbesar

4.2.3 Metode Killbridge dan Wester's

1. *Diagram Precedence*

Gambar *diagram precedence* yang memuat pembagian berdasarkan *region* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Pembagian *Precedence Diagram*

2. Menentukan Elemen-elemen Kerja Untuk Masing-masing *Region*

Berdasarkan Gambar 4.3 maka dapat ditentukan elemen-elemen kerja dari masing-masing *region*. Elemen-elemen Kerja untuk Masing-masing Region dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Elemen-elemen Kerja Untuk Masing-masing *Region*

Region	Elemen Kerja	Waktu Elemen (detik)	Jumlah Waktu (detik)
I	1	2,94	6,06
	2	3,12	
II	3	2,00	2,00
III	4	2,58	2,58
IV	5	8,45	8,45
V	6	2,15	2,15
VI	7	1,36	1,36

Tabel 4.10 Elemen-elemen Kerja Untuk Masing-masing Region (Lanjutan)

Region	Elemen Kerja	Waktu Elemen (detik)	Jumlah Waktu (detik)
VII	8	0,64	0,64
VIII	9	1,84	1,84
IX	10	3,12	3,12
X	11	5,80	5,80

Sumber: Pengolahan Data

3. Modifikasi Tabel

Modifikasi penentuan stasiun kerja berdasarkan *region* dengan metode *kilbridge* dan *wester's* yang dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Modifikasi Tabel Pembentukan Stasiun Kerja

WC	Elemen Kerja	Waktu Elemen (detik)	Jumlah Waktu (Detik)
I	5	10,37	17,49
	11	7,12	
II	2	3,83	3,83
III	10	3,83	3,83
IV	1	3,61	3,61
V	4	3,17	3,17
VI	6	2,64	9,81
	3	2,45	
	9	2,26	
	7	1,67	
	8	0,79	

Sumber: Pengolahan Data

Kemudian dapat dihitungan *Balance delay* dan Efisiensi dari *work center* dengan rumus:

$$D = n \cdot Sm - \sum S_i / n \cdot Sm$$

Dimana :

D = *Balance Delay*

Sm = Waktu yang paling maksimum dalam *Work Center*

n = Jumlah stasiun kerja

S_i = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...,n)

$$D = \frac{6(17,49 - 41,74)}{6(17,49)} = 0,6022 \text{ unit/jam} = 60,22 \%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{\sum S_i}{nC} \times 100 \%$$

Dimana :

C = Waktu Siklus

S_i = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,.....,n)

$$E = \frac{(41,74)}{6(10,079)} \times 100\% = 69,02\%$$

Waktu Menganggur (*Idle Time*) = 100% - 69,02 % = 30,98%



Gambar 4.4 Stasiun Kerja dengan Metode Killbridge dan Wester's

4.2.4 Metode Helgeson dan Birnie's

1. Diagram *Precedence*

Hubungan antara elemen kerja dibuat dalam bentuk matriks, terdapat hubungan dengan nilai -1, 0, dan +1. Hubungan *precedence* akan bernilai +1 apabila hubungan elemen kerja yang hendak dihubungkan memiliki hubungan maju dengan elemen kerja yang lain (hubungan depan). Akan bernilai nol apabila tidak ada hubungan antar elemen kerja, dan bernilai -1 bila terjadi hubungan ke belakang (hubungan sebaliknya dari keterangan nilai +1). *Matriks precedence* dapat dilihat pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4.13 Matriks *Precedence*

Elemen Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	-1	-1		0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
4	-1	-1	0		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	-1	-1	-1	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	-1	-1	-1	0	-1		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.13 Matriks *Precedence* (Lanjutan)

Elemen Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	-1	-1	0	-1	0	0	■	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	-1	-1	0	-1	0	0	-1	■	1	1	1	1	1	1	1	1
9	-1	-1	0	-1	0	0	-1	-1	■	1	1	1	1	1	1	1
10	-1	-1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	■	1	1	1	1	1	1
11	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■	1	1	1	1	1
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■	1	1	1	1
13	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■	1	1	1
14	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■	1	1
15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■	1
16	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	■

Sumber: Pengolahan Data

2. Penentuan *Ranking* Setiap Elemen Kerja

Menentukan Bobot posisi untuk masing-masing elemen. Penentuan *Ranking* untuk setiap elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.14 Penentuan *Ranking* Untuk Setiap Elemen Kerja

Elemen Kerja	Waktu Elemen (Detik)	Bobot
1	2,94	34,00
2	3,12	31,06
3	2,00	27,94
4	2,58	25,94
5	8,45	23,36
6	2,15	14,91
7	1,36	12,76
8	0,64	11,40
9	1,84	10,76
10	3,12	8,92
11	5,80	5,80

Sumber: Pengolahan Data

Data yang didapat diurutkan berdasarkan bobotnya, dimulai dari bobot tertinggi hingga bobot terendah. Pengurutan selengkapnya disajikan pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Pengurutan Berdasarkan Bobot

<i>Ranking</i>	Elemen Kerja	Waktu Elemen (Detik)	Bobot
1	1	2,94	34,00
2	2	3,12	31,06
3	3	2,00	27,94
4	4	2,58	25,94
5	5	8,45	23,36
6	6	2,15	14,91
7	7	1,36	12,76
8	8	0,64	11,40
9	9	1,84	10,76
10	10	3,12	8,92
11	11	5,80	5,80

Sumber: Pengolahan Data

3. Pembentukan Stasiun Kerja

Pembentukan stasiun kerja dengan menggunakan metode Helgeson dan Birnie's dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16 Pembentukan Stasiun Kerja Metode Helgeson dan Birnie's

No	Elemen Kerja	Pengecekan <i>Precedence</i>	Waktu Elemen (T)	Kumulatif (C-T)	Ket	Jumlah
Work Center I						
1	5	√	10,37	1,92	Masuk	3,24
2	11	√	7,12	1,32	Masuk	
Work Center II						
3	2	√	3,83	0,71	Masuk	0,71
Work Center III						
4	10	√	3,83	0,71	Masuk	0,71
Work Center IV						
5	1	√	3,61	0,67	Masuk	0,67
Work Center V						
6	4	√	3,17	0,59	Masuk	0,59
Work Center VI						
7	6	√	2,64	0,49	Masuk	1,82
8	3	√	2,45	0,45	Masuk	
9	9	√	2,26	0,42	Masuk	
10	7	√	1,67	0,31	Masuk	
11	8	√	0,79	0,15	Masuk	

Sumber: Pengolahan Data

Kemudian dapat dihitungan *Balance delay* dan *Efisiensi* dari work center dengan rumus:

$$D = n \cdot Sm - \sum si / n \cdot Sm$$

Dimana :

- D = *Balance Delay*
 Sm = Waktu yang paling maksimum dalam *Work Center*
 n = Jumlah stasiun kerja
 Si = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...,n)

$$D = \frac{6(3,24) - (7,74)}{6(3,24)} = 0,6018 \text{ unit/jam} = 60,18\%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

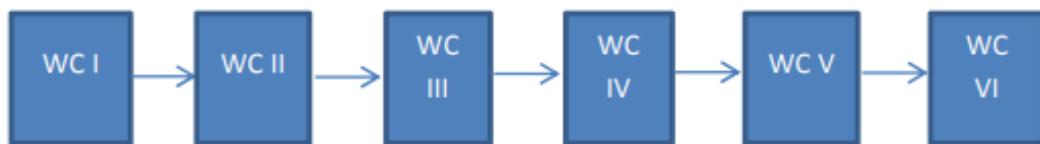
$$E = \frac{\sum S_i}{nC} \times 100 \%$$

Dimana :

- C = Waktu Siklus
 Si = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...,n)

$$E = \frac{(7,74)}{6(3,24)} \times 100 \% = 39,81 \%$$

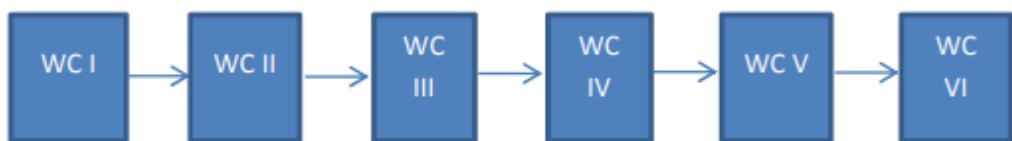
Waktu Menganggur (*Idle Time*) = 100% - 39,81% = 60,19%



Gambar 4.5 Stasiun Kerja dengan Metode Helgeson dan Birnie's

4.2.5 Pendekatan Untuk Memperbaiki *Work Center*

Setelah melakukan perhitungan berdasarkan waktu baku yang digunakan dan dilakukan pengolahaan data dengan metode aturan kandidat terbesar, Kilbridge dan Wester's, dan metode Helgeson dan Birnie's, maka lintasan perakitan yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Stasiun Kerja dengan Metode Helgeson dan Birnie's

4.3 Analisis dan Evaluasi Data

4.3.1 Analisis Data

4.3.1.1 Analisis Metode *Constraint*

Metode yang menggabungkan elemen-elemen kerja yang mempunyai kesamaan. Dengan metode ini diperoleh 2 *work center* diantaranya *work center* 1 terdiri elemen pekerjaan dari Elemen kerja 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11. Elemen ini merupakan elemen kerja dalam perakitan bagian kerangka laptop mainan. Sedangkan *work center* 2 terdiri dari Elemen kerja 7. Merupakan elemen kerja dalam perakitan luar laptop mainan.

4.3.1.2 Analisis Metode Aturan Kandidat Besar

Pada metode ini diperoleh 6 *work center* dengan *balance delay* sebesar 60,22% dan nilai *efisiensi* sebesar 20,46%, waktu kosong yang diperoleh adalah sebesar 79,54%. Jadi dengan metode aturan kandidat tertinggi waktu menunggu terbesar pada setiap *work center* mencapai 79,54% dari seluruhnya waktu.

4.3.1.3 Analisis Metode Kilbridge dan Wester's

Pada metode Kilbridge dan Wester's diperoleh 6 *work center* dengan *balance delay* sebesar 60,22%, dan nilai *efisiensi* sebesar 69,02%, waktu kosong yang diperoleh adalah sebesar 30,98% Jadi dengan metode ini waktu menunggu mencapai 30,98%.

4.3.1.4 Analisis Metode Helgeson dan Birnie's

Pada metode Helgeson dan Birnie's diperoleh 6 *work center* dengan *balance delay* sebesar 60,18%, dan nilai *efisiensi* sebesar 39,81%, waktu kosong yang diperoleh adalah sebesar 60,19%. Jadi dengan metode ini waktu menunggu mencapai 60,19%.

4.3.1.5 Analisis Pendekatan Untuk Memperbaiki *Line Balancing*

Berdasarkan pengolahan data, nilai *balance delay* terkecil didapat pada Metode Helgeson dan Birnie's dengan jumlah *work center* yaitu 6 *work center*,

nilai *balance delay* yaitu 60,18%, efisiensi yaitu 39,81%, serta waktu kosong yaitu 60,19%.

4.3.2 Evaluasi Data

4.3.2.1 Metode *Constraint*

Metode ini merupakan metode yang menggabungkan aktivitas-aktivitas yang hampir sama. Oleh karena itu metode ini kurang efektif dikarenakan metode ini hanya melihat hasil dari kerja *work center* tanpa memperdulikan waktu. Metode ini menggunakan 2 *work center*.

4.3.2.2 Metode Aturan Kandidat Besar

Metode ini merupakan metode yang kurang baik,dikarenakan metode ini memiliki nilai balance delay sebesar yaitu 60,22% dengan menggunakan 6 *work center*.

4.3.2.3 Metode Kilbridge dan Wester's

Metode ini merupakan metode yang kurang baik dikarenakan metode ini memiliki nilai balance delay 60,22% dengan menggunakan 6 *work center*.

4.3.2.4 Metode Helgeson dan Birnie's

Metode ini juga merupakan metode yang cukup baik dikarenakan metode ini memiliki nilai balance delay 60,19% dengan menggunakan 6 *work center*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perakitan laptop mainan jumlah waktu yang dibutuhkan yaitu waktu siklus adalah 34,00 detik, waktu normal adalah 36,72 detik dan waktu baku adalah 41,73 detik.
2. Metode Helgeson dan Birnie's memiliki *balance delay* terkecil diantara metode lainnya. Oleh karena itu metode ini merupakan metode pilihan terbaik pada perakitan laptop mainan.
3. *Work center* yang diperoleh pada metode pilihan terbaik (Helgeson dan Birnie's) yaitu sebanyak 5 *work center*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan oleh praktikan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya praktikan harus terlebih dahulu memahami teori sebelum melaksanakan praktikum.
2. Sebaiknya operator yang melakukan perakitan adalah operator yang memiliki pengetahuan dan keahlian lebih banyak tentang elektronika agar mendapatkan pengukuran waktu yang lebih baik.
3. Praktikan sebaiknya lebih memperhatikan setiap proses pengolahan data agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pengolahan data misalnya pada saat melakukan simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedworth, D., & Baeley, J. (1982). *Integrated Production and Control System Management Analysis, Design*. New York: John Wiley & Sons.
- Elsayed, A. (1985). *Dalam Analysis And Control of Production System*. New Jersy: Prentice Hall Inc.
- Fogarty.(1991). *Dalam Production & Inventory Management*, 2nd Ed. Cincinnati: South-Western Publishing Co.
- Gaspersz, Vincent. (2002). Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi, Balanced Scorecard Dengan Six Sigma Untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Heizer Jay, Render Barry. 2005. Operations Management. Jakarta: Salemba Empat.
- James, L. R. (1981). *Production System Planning, Analysis and Control 3rd Edition*. New York: Jhon Wiley and Sons.
- Mikell P. Groover. (2001). Automation Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Singapore: Pearson Education.
- Nasution. (2003). Metode Penelitian Naturalistik Kualitatif. Bandung: Tarsito.

Lampiran I

Data Waktu Elemen Kerja Pembongkaran Laptop Mainan

No.	Kegiatan	Waktu (detik)
1	Membuka baut	6,12
2	Membuka baut badan laptop mainan	3,08
3	Membongkar <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan	2,15
4	Membuka <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan	1,25
5	Membuka papan PCB yang telah di rakit kekerangka laptop mainan	1,45
6	Membongkar papan PCB ke <i>keypad</i>	2,30
7	Membuka baut pengait dan badan atas	9,15
8	Membuka pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan	3,25
9	Membongkar tutup ke <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan	3,00
10	Membuka baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan	2,15
11	Membongkar <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan	3,40
Total		37,27

Data Waktu Elemen Kerja Perakitan Laptop Mainan

No.	Kegiatan	Waktu (detik)
1	Merakit <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan	2,94
2	Memasang baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan	3,12
3	Merakit tutup ke <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan	2,0
4	Memasang pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan	2,58
5	Memasang baut pengait dan badan atas	8,45
6	Merakit papan PCB ke <i>keypad</i>	2,15
7	Memasang papan PCB yang telah di rakit kekerangka laptop mainan	1,36

Data Waktu Elemen Kerja Perakitan Laptop Mainan (Lanjutan)

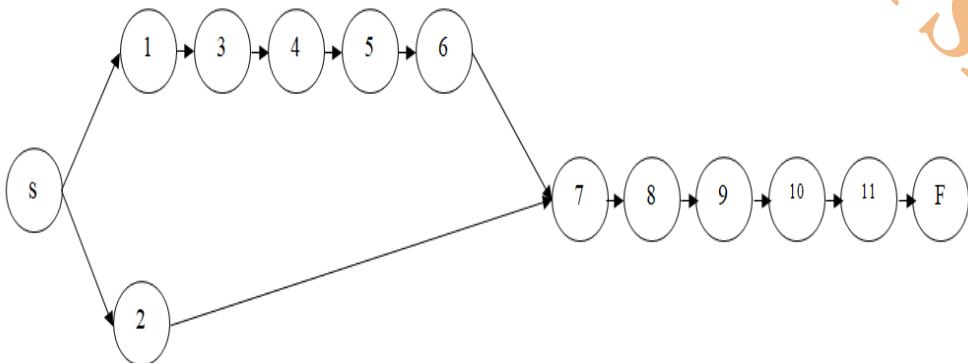
No.	Kegiatan	Waktu (detik)
8	Memasang <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan	0,64
9	Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan	1,84
10	Memasang baut badan laptop mainan	3,12
11	Mengencangkan baut	5,80
Total		34,00

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

Lampiran II

Precedence Diagram Perakitan Laptop Mainan



No.	Keterangan
1	1 = Merakit <i>casing</i> tutup bawah ke <i>casing</i> tutup atas laptop mainan
2	2 = Merakit papan PCB ke <i>keypad</i>
3	3 = Memasang baut pada <i>casing</i> tutup bawah dan atas laptop mainan
4	4 = Merakit tutup <i>casing</i> badan atas (disatukan) laptop mainan
5	5 = Memasang pengait pada <i>casing</i> badan atas ke <i>casing</i> bawah laptop mainan
6	6 = Memasang baut pengait dan badan atas
7	7 = Memasang papan PCB yang telah di rakit ke kerangka laptop mainan
8	8 = Memasang <i>speaker</i> pada kerangka laptop mainan
9	9 = Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan
10	10 = Merakit <i>casing</i> badan bawah ke kerangka laptop mainan
11	11 = Mengencangkan baut

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

Atikah Azmi Siregar

Lampiran III

Foto Komponen Produk Laptop Mainan



Casing badan atas



Casing badan bawah



Papan PCB



Keypad



Speaker



Baut

Atikah Azzai Siregar



Pengait



Casing tutup bawah



Casing tutup atas

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga

NIM. 170130130

Lampiran IV

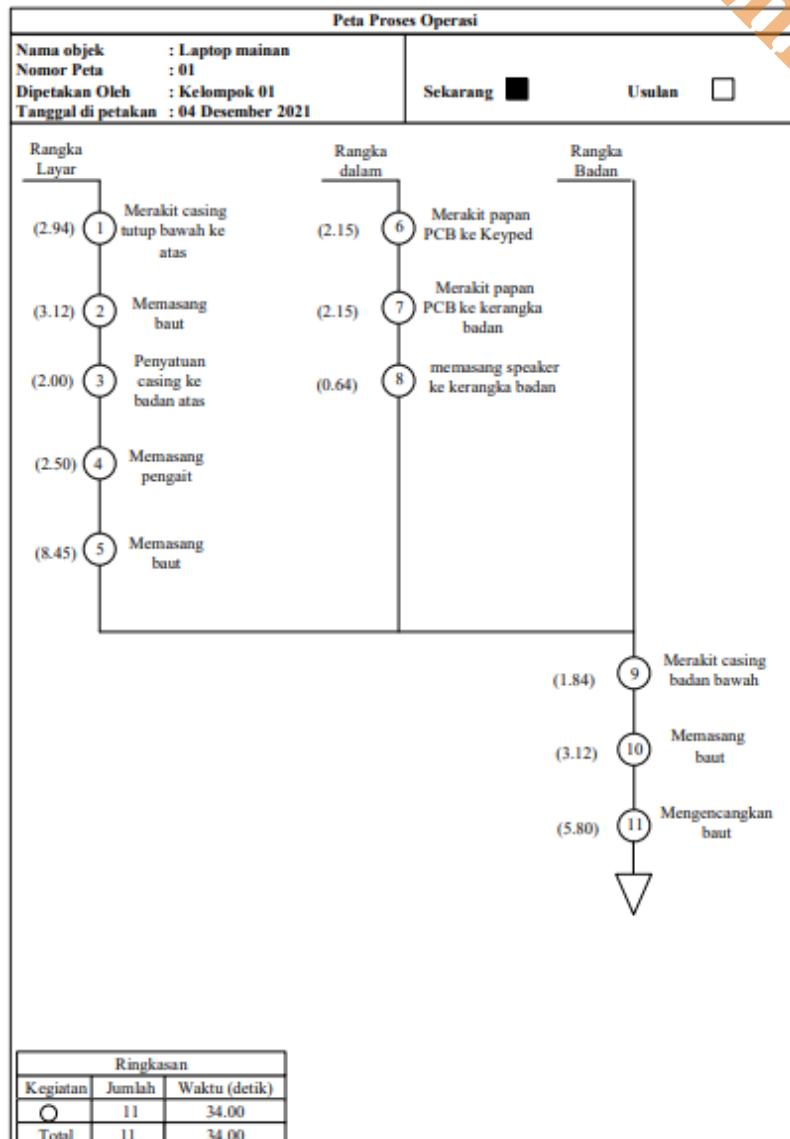
Ringkasan			Pekerjaan: Perakitan Laptop Mainan				
Kegiatan	Jumlah	Waktu (detik)					
○ Operasi	11	34.00					
⇒ Transportasi	-	-					
□ Inspeksi	-	-					
D Menunggu	-	-					
▽ Penyimpanan	-	-					

Urutan Kerja	Lambang					Jarak	Waktu	Ket
	○	⇒	□	D	▽			
Merakit casing tutup bawah ke casing tutup atas laptop mainan	●						2.94	
Memasang baut pada casing tutup bawah dan atas laptop mainan	●						3.12	
Merakit casing bawah ke casing badan atas (disatukan) laptop mainan	●						2.00	
Memasang pengait pada casing badan atas ke casing bawah laptop mainan	●						2.58	
Memasang baut casing bawah dan badan atas	●						8.45	
Merakit papan pcb ke keypad	●						2.15	
Memasang papan pcb yang telah dirakit ke kerangka laptop mainan	●						1.36	
Memasang speaker pada kerangka laptop mainan	●						0.64	
Merakit casing badan bawah ke kerangka laptop mainan	●						1.84	
Memasang baut badan laptop mainan	●						3.12	
Merakit baut / mengencangkan baut	●						5.80	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130

Lampiran V



Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130



**LAPORAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI
MODUL III
*AGREGAT PLANNING***

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Praktikum
Terintegrasi Pada Jurusan Teknik Industri

Disusun oleh:
Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

Dosen Pembimbing:
Yohana Dian Putri, ST., MT

**LABORATORIUM TERINTEGRASI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSALEH
LHOKSEUMAWE
2021**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan laporan pratikum Terintegrasi, Modul III Perencanaan Agregat. Shalawat beriring salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalanan-Nya.

Laporan Terintegrasi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Dalam penulisan laporan ini hingga selesai, penulis telah banyak mendapat bantuan dan arahan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amri, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
2. Defi Irwansyah, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
3. Syarifuddin, ST., MT., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri
4. Yohana Dian Putri, ST., MT., selaku pembimbing Pratikum Terintegrasi
5. Seluruh Asisten Terintegrasi Laboratorium Teknik Industri
6. Seluruh pihak yang tak dapat disebut satu-persatu yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Pratikum Terintegrasi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Lhokseumawe, 26 Desember 2021

Kelompok 1

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR.....	i
---------------------	---

DAFTAR ISI.....	ii
-----------------	----

DAFTAR TABEL	iii
--------------------	-----

DAFTAR GAMBAR.....	iv
--------------------	----

DAFTAR RUMUS	v
--------------------	---

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Praktikum	2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	2
1.4.1 Batasan Masalah	2
1.4.2 Asumsi	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Perencanaan Proses	5
2.2 Jenis-jenis Sistem Produksi	7
2.2.1 Sistem Produksi Menurut Proses Menghasilkan Output	7
2.2.2 Proses Produksi Kontinu (<i>Continuous Process</i>)	8
2.2.3 Proses Produksi Terputus-putus (<i>Intermittent Process</i>)	10
2.3 Definisi <i>Aggregate Planning</i>	13
2.3.1 Tujuan <i>Aggregate Planning</i>	14
2.3.2 Keuntungan Menggunakan Perencanaan <i>Aggregate</i> ..	15
2.3.3 Dasar-dasar Proses <i>Aggregate Planning</i>	15
2.3.4 Strategi Perencanaan Agregat	16
2.3.5 Metode-metode Perencanaan <i>Aggregate</i>	16

2.4 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku	18
2.4.1 Waktu Normal	18
2.4.2 Waktu Baku/Standar	19
2.5 Penentuan Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja	19
2.6 <i>Rough Cut Capacity Planning</i> (RCCP).....	21
2.7 Penelitian Sebelumnya	22
BAB III PENGUMPULAN DATA	
3.1 Pengumpulan Data	26
3.1.1 Data Hasil Peramalan	26
3.1.2 Data Hasil Kerja Efektif.....	26
3.1.3 Data <i>Aggregate Planning</i>	27
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	
4.1 Pengolahan Data.....	29
4.1.1 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku.....	29
4.1.2 Penentuan Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja.....	33
4.1.3 Perenanaan Agregat	35
4.1.4 Perhitungan Total Biaya Produksi	37
4.1.5 Perhitungan <i>Rough Cut Capacity Planning</i> (RCCP)	
.....	35
4.2 Analisis Data	46
4.2.1 Analisis Perencanaan Agregat.....	47
4.2.2 Analisis <i>Rough Cut Capacity Planning</i> (RCCP)	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel

	Halaman
3.1 Hasil Peramalan Jumlah Penjualan Produk Laptop Mainan Tahun 2021	26
3.2 Hari Kerja Efektif Tahun 2021	27
3.3 Data Parameter <i>Aggregate Planning</i>	27
4.1 Peramalan Permintaan dan Penentuan Jumlah Hari Kerja di Tahun 2021	33
4.2 Penentuan Kapasitas Produksi dengan Tenaga Kerja Awal	35
4.3 Penentuan Kapasitas Produksi dengan Tenaga Kerja Usulan	36
4.4 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I.....	37
4.5 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II	38
4.6 Perencanaan Produksi untuk Tenaga Kerja Awal 4 Orang	39
4.7 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I.....	41
4.8 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II	42
4.9 Total Biaya Produksi Kedua Alternatif	44
4.10 Perhitungan Kapasitas Tersedia untuk Tenaga Kerja Awal	45
4.11 Kapasitas yang Dibutuhkan Produk Laptop Mainan	45
4.12 Hasil Perhitungan RCCP Perakitan Laptop Mainan.....	46
4.13 Hasil Perhitungan RCCP Perakitan Laptop Mainan.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar

	Halaman
2.1 Aliran Proses Produksi Terus Menerus	9
2.2 Proses Produksi Terpus-putus	12

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Waktu Siklus.....	18
2.2 Waktu Normal	18
2.3 Waktu Baku/Standar.....	19
2.4 Penentuan Jumlah Tenaga Kerja	20
2.5 Jam Kerja Efektif.....	20
2.6 Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja.....	20
2.7 Biaya <i>Reguler Time</i>	20
2.8 Biaya <i>Over Time</i>	20
2.9 <i>Capacity Available</i>	22
2.10 Efisiensi	22
2.11 <i>Capacity Requirement</i>	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dunia perindustrian, perencanaan produksi sangat dibutuhkan baik untuk perusahaan yang menghasilkan produk maupun jasa, perencanaan ini sangatlah dibutuhkan karena akan menghasilkan keputusan penentuan tindakan atau aktivitas pada periode yang akan datang. Perencanaan produksi dimulai dengan meramalkan permintaan secara tepat sebagai input utamanya. Selain peramalan, input-input untuk permintaan produk tersebut juga harus memasukkan pesanan-pesanan aktual yang telah dijanjikan, kebutuhan *spare-part* dan *service*, kebutuhan persediaan gudang, dan penyesuaian tingkat persediaan sebagaimana yang telah ditentukan dalam perencanaan strategi bisnis.

Perencanaan agregat adalah perencanaan yang dibuat untuk menentukan total permintaan dari seluruh elemen produksi dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan. Suatu perencanaan produksi dimulai dengan meramalkan permintaan secara tepat sebagai *input* utamanya. Selain peramalan, *input-input* untuk pesanan tersebut juga harus memasukkan pesanan-pesanan aktual yang telah dijanjikan, kebutuhan persediaan gudang, dan penyesuaian tingkat persediaan. Perencanaan agregat kemudian dikembangkan untuk merencanakan kebutuhan produksi bulanan atau triwulan bagi kelompok-kelompok produk sebagaimana yang telah diperkirakan dalam peramalan permintaan. Hasil dari peramalan permintaan harus dialokasikan secara tepat dan benar untuk mendapatkan rencana produksi yang benar-benar optimal, yaitu sesuai dengan yang dibutuhkan serta total biaya yang optimum. Untuk itu perlu dilakukan suatu perencanaan agregat (*Aggregate Planning*) guna penyusunan Jadwal Induk Produksi (JIP) atau *master production schedule*.

Pada percobaan ini praktikan akan menyusun suatu Jadwal Induk Produksi (JIP) terhadap permintaan produk laptop mainan. Dengan adanya suatu Jadwal Induk Produksi (JIP) tersebut maka praktikan dapat menentukan seberapa besar

kapasitas produksi yang sesuai dengan permintaan produk laptop mainan, menentukan jumlah dan biaya tenaga kerja yang sesuai sehingga nantinya diharapkan dapat menghindari pemakaian biaya yang sia-sia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada modul *aggregate planning* ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perhitungan waktu siklus dan waktu baku dalam perakitan laptop mainan?
2. Bagaimana hasil perhitungan jumlah tenaga kerja yang efektif dalam perakitan laptop mainan?
3. Bagaimana hasil perhitungan perencanaan agregrat pada perakitan laptop mainan?

1.3 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dilakukannya praktikum pada modul *aggregate planning* ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil perhitungan waktu siklus dan waktu baku pada perakitan laptop mainan.
2. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang efektif pada perakitan laptop mainan.
3. Untuk mengetahui hasil perhitungan perencanaan agregat pada perakitan laptop mainan.

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

1.4.1 Batasan Masalah

Agar pembahasan laporan tidak menyimpang maka perlu diberi beberapa batasan masalah. Adapun batasan-batasan yang digunakan pada modul *aggregate planning* ini adalah sebagai berikut:

1. Perakitan dikhususkan pada perakitan laptop mainan.
2. Untuk penentuan waktu siklus digunakan data peramalan kausal penjualan laptop mainan pada tahun 2021.
3. Metode yang digunakan adalah Perencanaan *Agregat* dan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP).

1.4.2 Asumsi

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan pada modul *aggregate planning* ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi operator dalam keadaan sehat.
2. Pengukuran waktu dilakukan dengan menggunakan *stop watch*.
3. Pekerja memiliki keterampilan yang sama pada stasiun kerja yang ada.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk lebih memperjelas dan mengembangkan pokok-pokok laporan berikut ini,maka diperlukan suatu sistematika tertentu antara lain adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan praktikum, batasan masalah dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang teori-teori *aggregate planning* secara keseluruhan, tujuan *aggregate planning*, karakteristik agregat, klasifikasi *aggregate planning*, serta metode-metode yang digunakan yang berasal dari buku pegangan dan referensi lainnya sebagai bahan untuk mendukung isi modul praktikum.

BAB III PENGUMPULAN DATA

Didalam bab ini berisi tentang data-data yang diperoleh dari hasil praktikum, yaitu data hasil peramalan produk dan data waktu elemen kerja.

BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data berdasarkan data yang diperoleh dari hasil praktikum, yaitu perhitungan waktu normal dan waktu baku, penentuan jumlah dan tenaga kerja, perencanaan *agregat*, perhitungan total biaya produksi dan Perhitungan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP), Analisis data, analisis perencanaan *agregat*, dan Analisis *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil dari praktikum yang telah kita kerjakan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Perencanaan Proses

Perencanaan merupakan salah satu sarana manajemen untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan karena itu setiap tingkat manajemen dalam organisasi sangat membutuhkan aktivitas perencanaan(Baker, 1974).

Perencanaan menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut George R. Terry, perencanaan adalah pemilihan dan menghubungkan fakta-fakta, membuat serta menggunakan asumsi-asumsi yang berkaitan dengan masa datang dengan menggambarkan dan merumuskan kegiatan-kegiatan tertentu yang diyakini diperlukan untuk mencapai suatu hasil tertentu.
2. Menurut Henry Fayol, perencanaan merupakan pemilihan atau penetapan tujuan-tujuan organisasi dan penentuan strategi kebijaksanaan proyek, program, prosedur, metode, sistem anggaran dan standar yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan. Jadi, secara umum perencanaan dapat di definisikan sebagai fungsi manajemen yang paling pokok dan sangat luas meliputi perkiraan dan perhitungan mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan pada waktu yang akan datang mengikuti suatu urutan tertentu.
3. Garth N. Jone, perencanaan adalah suatu proses pemilihan dan pengembangan dari pada tindakan yang paling baik untuk pencapaian tugas.
4. Abdulrachman, perencanaan adalah pemikiran rasional berdasarkan fakta-fakta dan atau perkiraan yang mendekat (*estimate*) sebagai persiapan untuk melaksanakan tindakan-tindakan kemudian.
5. Siagian, perencanaan adalah keseluruhan proses pemikiran dan penetuan secara matang daripada hal-hal yang akan dikerjakan di masa yang akan datang dalam rangka pencapaian yang telah ditentukan

Tujuan perencanaan harus tegas, jelas dan mudah dimengerti. Seringkali perencanaan harus mengalami perubahan, oleh karena itu perencanaan harus bersifat luwes dan terbuka untuk dapat dirubah bila diperlukan. Sifat luwes ini mengakibatkan pelaksanaan kegiatannya harus dimonitor dan dikendalikan terus menerus yang disesuaikan dengan kondisi yang ada namun perencanaan harus tetap pada tujuan yang ditetapkan.

Perencanaan juga merupakan fungsi memilih sasaran perusahaan secara kebijaksanaan, program dan pemilihan langkah-langkah apa yang harus dilakukan, siapa yang melakukan dan kapan aktivitasnya dilaksanakan. Dalam perencanaan produksi kita selalu menginginkan agar diperoleh perencanaan produksi yang baik namun merencanakan proses produksi bukanlah hal yang mudah karena banyaknya faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor *internal* relatif mudah dapat dikuasai oleh PPC *manager*, namun faktor *external* tidak demikian. Karena itu perencanaan harus dibuat ketat namun tidak kaku, artinya dapat dirubah bila diperlukan dan kemungkinan perubahan ini juga harus diperhitungkan agar tidak menimbulkan kesulitan. Perencanaan yang baik hanya akan diperoleh dengan didasarkan kepada informasi yang baik dan pengukuran keberhasilan didasarkan kepada standar yang ditetapkan.

Proses adalah inti dari manajemen operasi. Proseslah yang mengubah *input* menjadi *output*. Strategi proses adalah pendekatan keseluruhan perusahaan untuk memproduksi barang dan jasa. Keputusan proses seharusnya merefleksikan (memperlihatkan) bagaimana perusahaan bersaing di pasar, memperkuat keputusan produk, dan memfasilitasi pencapaian dari tujuan perusahaan.

Berikut merupakan hal-hal yang mempengaruhi sebuah strategi proses dari perusahaan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Intensitas *capital* (modal)

Gabungan dari sumber daya *capital* misalnya peralatan, mesin dan pekerja digunakan di dalam proses yang produktif.

2. Fleksibilitas proses (*Process Flexibility*)

Sumber daya yang ditempatkan di dalam merespon perubahan permintaan, teknologi, barang atau jasa dan ketersediaan sumber daya.

3. Integrasi vertikal

Pemberdayaan yang mana perusahaan memproduksi masukan dan mengontrol keluaran dari masing-masing tahap dari proses yang produktif.

4. Keikutsertaan pelanggan

Peran dari pelanggan di dalam proses yang produktif.

Untuk melaksanakan fungsi-fungsi produksi dengan baik, maka diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasikan *input* produksi menjadi *output* produksi. *Input* produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya, seperti limbah, informasi dan sebagainya.

Sub-sub sistem dari sistem produksi tersebut antara lain adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan-penentuan standar operasi, penentuan fasilitas produksi, perawatan fasilitas produksi, dan penentuan harga pokok produksi.

2.2 Jenis-jenis Sistem Produksi

2.2.1 Sistem Produksi Menurut Proses Menghasilkan *Output*

Proses produksi merupakan cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu produk dengan mengoptimalkan sumber daya produksi (tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana) yang ada. Sistem produksi menurut proses menghasilkan *output* secara ekstrim dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu(Fogarty, 1991):

1. Proses Produksi kontinu (*Countinous Proces*)
2. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Process/ Discrete System*)

Perbedaan pokok antara kedua proses ini adalah pada lamanya waktu *set-up* peralatan produksi. Proses kontinu tidak memerlukan waktu *set-up* yang lama karena proses ini memproduksi secara terus-menerus untuk jenis produksi yang sama, misalnya pabrik susu *instant* Dancow. Sedangkan proses terputus

memerlukan total waktu *set-up* yang lebih lama karena proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi barang sesuai pesanan, sehingga adanya barang pergantian jenis barang yang diproduksi akan membutuhkan kegiatan *set-up* yang berbeda. Contoh dari proses terputus antara lain adalah usaha perbengkelan.

Dalam konteks manufaktur, proses produksi terputus disebut juga sistem *job shop*. Selain dua jenis ekstrim tersebut, beberapa ahli sistem produksi mengidentifikasi adanya proses produksi menurut cara menghasilkan *output* yang cukup penting, yaitu proses produksi repetitif. Heizer (1988) mendefinisikan proses produksi repetitif sebagai kombinasi antara proses kontinu dan proses terputus. Proses repetitif menggunakan modul-modul. Modul-modul ini merupakan bagian atau komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya, biasanya terjadi pada proses kontinu. Lintasan proses kontinyu merupakan lintasan perakitan yang klasik. Proses repetitif digunakan secara meluas, termasuk pada perakitan untuk pembuatan mobil dan alat-alat rumah tangga, baik yang menggunakan sistem MRP maupun sistem Kanban.

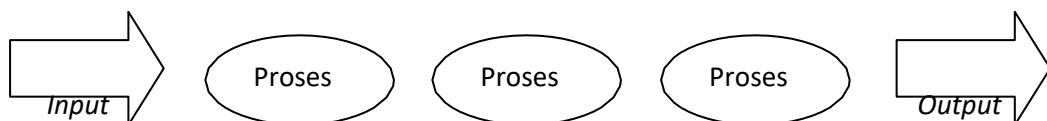
2.2.2 Proses Produksi Kontinu (*Continuous Process*)

Karakteristik dari proses produksi yang terus-menerus (*continuous process*) adalah sebagai berikut(Baker, 1974):

1. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar (produksi massal) dengan variasi yang sangat sedikit dan sudah distandarisasi.
2. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan urutan pengrajaan dari produk yang dihasilkan (*product layout*) atau departementalisasi berdasarkan produk.
3. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat khusus untuk menghasilkan produk tersebut, yangdikenal dengan nama *special purpose machine*.
4. Oleh karena mesin-mesin bersifat khusus dan biasanya semi otomatis, maka pengaruh individual operatornya terhadap produk yang dihasilkan kecil sekali, sehingga operatornya tidak perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang lebih tinggi untuk pengrajaan produk tersebut.

5. Apabila terjadi salah satu mesin/peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses produksi akan berhenti.
6. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat khusus dan variasi dari produknya kecil maka *job structure*-nya sedikit dan jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak.
7. Persediaan bahan baku dan bahan dalam proses adalah lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi terputus (*intermittent process*).
8. Oleh karena mesin-mesin yang dipakai bersifat khusus, maka proses seperti ini membutuhkan ahli pemeliharaan yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
9. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang tetap (*fixed path equipment*) yang menggunakan tenaga mesin seperti ban berjalan (*conveyor*).

Berikut ini adalah gambar aliran proses produksi terus menerus, yaitu:



Gambar 2.1 Aliran Proses Produksi Terus Menerus

<https://duddyarisandi.wordpress.com/tag/sistem-aliran-produksi/>

Adapun kekurangan dari proses produksi yang terus menerus adalah sebagai berikut:

1. Adanya kesulitan dalam menghadapi perubahan produk yang diminta oleh konsumen dan langganan. Jadi proses produksi seperti ini adalah khusus untuk menghasilkan produk-produk yang bersifat sebagai berikut:
 - a. Permintaan tinggi dan stabil.
 - b. Disain produksi tidak mudah berubah
2. Disain produksi tidak mudah berubah. Proses produksi mudah terhenti, karena apabila terjadi kemacetan pada suatu tingkatan proses (di awal, di tengah atau di belakang), maka kemungkinan proses produksi akan

terhenti. Hal ini disebabkan adanya saling hubungan dan urut-urutan antara masing-masing tingkatan proses.

3. Adanya kesulitan dalam menghadapi perubahan tingkat permintaan, karena biasanya tingkat produksinya (*production rate*) telah terhenti, sehingga sangat sulit untuk merubah kapasitas.

Adapun kelebihan dari proses produksi yang terus menerus adalah sebagai berikut:

1. Dapat dicapainya biaya produksi per unit (*unit production cost*) yang rendah apabila:
 - a. Dapat dihasilkan produk dalam volume yang cukup besar.
 - b. Produk yang dihasilkan terstandarisasi.
2. Dapat dikuranginya pemborosan-pemborosan dari pemakaian tenaga manusia terutama karena sistem pemindahan bahan yang menggunakan tenaga mesin atau listrik.
3. Biaya tenaga kerja (*labor cost*) rendah karena jumlah tenaga kerja yang digunakan sedikit dan tidak memerlukan tenaga yang ahli (cukup yang setengah ahli) dalam mengerjakan produk yang dihasilkan.
4. Biaya pemindahan bahan didalam pabrik juga lebih rendah, karena jarak antara mesin yang satu dengan mesin yang lain lebih pendek dan pemindahan tersebut digerakkan dengan mesin (mekanisasi).

2.2.3 Proses Produksi Terputus-putus (*Intermittent Process*)

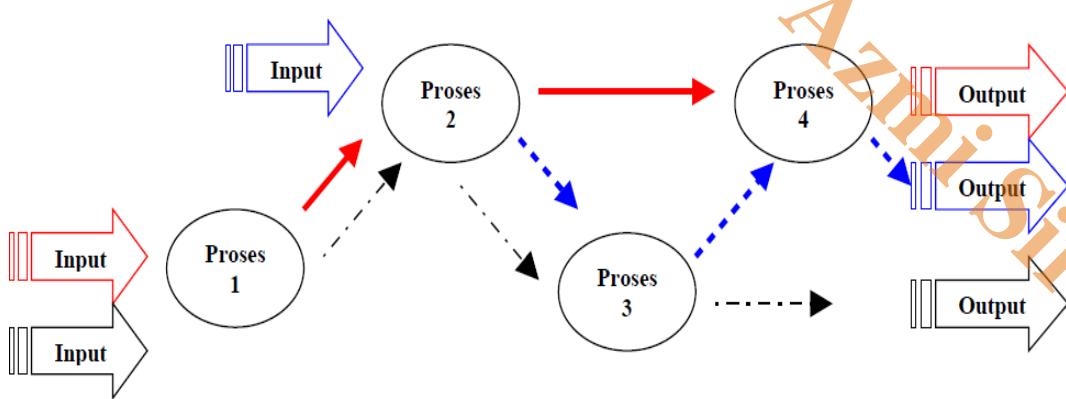
Karakteristik dari proses produksi yang terputus (*Intermittent Process*) adalah (Heizer, 1998):

1. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan atas pesanan (MTO).
2. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem, atau cara penyusunan peralatan yang berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi, dimana peralatan yang sama dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut dengan proses *layout* atau departementalisasi

berdasarkan peralatan.

3. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat umum yang dapat digunakan untuk menghasilkan bermacam-macam produk dengan variasi yang hampir sama, mesin mana dikenal dengan nama *general purpose machine*.
4. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan biasanya berkang otomatis, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan sangat besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang tinggi dalam penggeraan produk tersebut.
5. Proses produksi tidak akan mudah terhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
6. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan variasi dari produknya besar, maka terdapat pekerjaan yang bermacam-macam, sehingga pengawasannya lebih sulit.
7. Persediaan bahan baku biasanya tinggi, karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang akan dipesan oleh pembeli dan juga persediaan bahan dalam proses akan lebih tinggi dibandingkan proses kontinu, karena prosesnya terputus-putus/terhenti-henti.
8. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat fleksibel (*varied path equipment*) dengan menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong atau *forklift*.
9. Dalam proses seperti ini sering dilakukan pemindahan bahan yang bolak balik sehingga perlu ruangan gerak (*aisle*) yang besar dan ruang tempat bahan-bahan dalam proses (*work in process*) yang besar.

Berikut ini adalah gambar proses produksi terputus-putus, yaitu:



Gambar 2.2 Proses Produksi Terputus-putus

<https://www.coursehero.com>

Adapun kekurangan dari proses produksi yang terputus adalah sebagai berikut:

1. Penjadwalan dan *routing* untuk penggeraan produk yang dihasilkan sangat sukar dilakukan karena adanya kombinasi urutan penggeraan yang banyak sekali didalam memproduksi satu macam produk. Disamping itu, dibutuhkan penjadwalan dan *routing* yang banyak sekali karena produk yang dihasilkan berbeda-beda tergantung pemesanan.
2. Oleh karena penggeraan penjadwalan dan *routing* banyak sekali dan sulit dilakukan maka pengawasan produksi (*production control*) dalam proses produksi seperti sangat sulit dilakukan.
3. Dibutuhkan investasi yang cukup besar dalam persediaan bahan baku dan bahan-bahan dalam proses, karena prosesnya terputus-putus dan produk yang dihasilkan tergantung dari pesanan.
4. Biaya operator dan biaya pemindahan bahan sangat tinggi, karena banyak dipergunakan tenaga manusia dan operator yang dibutuhkan adalah operator yang ahli dalam penggeraan produk tersebut.

Adapun kelebihan dari proses produksi terputus adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk dengan variasi yang cukup besar. Fleksibilitas ini diperoleh terutama dari, sistem penyusunan fasilitas (*layout*) yang berbentuk *process*

layout, jenis mesin yang digunakan dalam proses bersifat umum (*General Purpose Machine*) dan sistem pemindahan bahan yang tidak mengandung tenaga mesin tetapi tenaga manusia.

2. Oleh karena mesin-mesin yang digunakan dalam proses bersifat umum, maka biasanya dapat diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin-mesinnya, sebab harga mesin-mesin ini lebih murah dari mesin-mesin khusus.
3. Proses produksi tidak mudah terhenti akibat terjadinya kerusakan atau kemacetan di suatu tingkat proses.

2.3 Definisi Aggregate Planning

Aggregate Planning (AP) adalah suatu aktivitas operasional untuk menentukan jumlah dan waktu produksi pada waktu dimasa yang akan datang. AP juga didefinisikan sebagai usaha untuk menyamakan antara *supply* dan *demand* dari suatu produk atau jasa dengan jalan menentukan jumlah dan waktu input, transformasi, dan *output* yang tepat. Dimana keputusan AP dibuat untuk produksi, *staffing*, *inventory*, dan *backorder* level.

Menurut informasi bahwa perencanaan agregat sangat diperlukan karena perencanaan merupakan langkahawal penentu kesuksesan suatu perusahaan maka banyak definisi mengenai Perencanaan Agregat. Perencanaan agregat menurut Schorder adalah pengimbangan antara pasokan (*supply*) dan permintaan akan keluaran (*output*) di dalam jangka waktu menengah, sampai dengan lebih kurang 12 bulan ke depan.

Perencanaan Agregat (*Aggregate Planning*) juga dikenal sebagai Penjadwalan Agregat adalah suatu pendekatan yang biasanya dilakukan oleh para manajer operasi untuk menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (biasanya antara 3 hingga 18 bulan ke depan). Perencanaan agregat dapat digunakan dalam menentukan jalan terbaik untuk memenuhi permintaan yang diprediksi dengan menyesuaikan nilai produksi, tingkat tenaga kerja, tingkat persediaan, pekerjaan lembur, tingkat subkontrak, dan variabel lain yang dapat dikendalikan. Keputusan Penjadwalan menyangkut perumusan rencana bulanan

dan kuartalan yang mengutamakan masalah mencocokkan produktifitas dengan permintaan yang fluktuatif. Oleh karenanya perencanaan agregat termasuk dalam rencana jangka menengah.

Perencanaan agregat adalah “gambaran besar” pendekatan untuk jangka menengah sementara penawaran perencanaan strategis dengan operasi jangka panjang fasilitas dan sumber daya, perencanaan agregat dengan penawaran mengembangkan cara-cara untuk memanfaatkan fasilitas tersebut dan sumber daya.

Perencanaan agregat merupakan suatu proses yang mengikuti perencanaan kapasitas dan menggunakan perkiraan jarak menengah. Bahwa rencana yang miskin perlu harus rinci untuk memberikan instruksi khusus untuk harian atau mingguan operasi seperti pemuatan, pengurutan, mempercepat dan pengiriman. Sedangkan menurut Render, perencanaan agregat merupakan sebuah pendekatan untuk menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (3 hingga

18 bulan kedepan). Selain itu, menurut Welhrich, perencanaan adalah pengambilan keputusan. Perencanaan merupakan upaya pemilihan arah tindakan yang diambil suatu perusahaan dan setiap departemen. Dalam pencapaian tujuan perusahaan yang efektif dan efisien diperlukan perencanaan yang baik sebagai dasar atas aktivitas produksi. Dan menurut Bedworth, perencanaan agregat merupakan proses perencanaan yang dibuat untuk memenuhi total permintaan dari seluruh elemen produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan (Baker, 1974).

2.3.1 Tujuan Aggregate Planning

Pada dasarnya tujuan dari perencanaan agregat (*aggregate planning*) adalah berusaha untuk memperoleh suatu pemecahan yang optimal dalam biaya atau keuntungan pada periode perencanaan. Namun bagaimanapun juga, terdapat permasalahan strategis lain yang mungkin lebih penting daripada biaya rendah. Permasalahan strategis yang dimaksud itu antara lain mengurangi permasalahan tingkat ketenagakerjaan, menekan tingkat persediaan, atau memenuhi tingkat pelayanan yang lebih tinggi. Bagi perusahaan manufaktur, jadwal agregat bertujuan menghubungkan sasaran strategis perusahaan dengan rencana produksi,

tetapi untuk perusahaan jasa, penjadwalan agregat bertujuan menghubungkan sasaran dengan jadwal pekerja.

2.3.2 Keuntungan Menggunakan Perencanaan Agregat

Pada dasarnya keuntungan perencanaan agregat adalah berusaha untuk memperoleh suatu pemecahan yang optimal dalam biaya atau keuntungan pada periode perencanaan. Namun bagaimanapun juga, terdapat permasalahan strategis lain yang mungkin lebih penting daripada biaya rendah. Permasalahan strategis yang dimaksud itu antara lain mengurangi permasalahan tingkat ketenagakerjaan, menekan tingkat persediaan, atau memenuhi tingkat pelayanan yang lebih tinggi. Bagi perusahaan manufaktur, jadwal agregat bertujuan menghubungkan sasaran strategis perusahaan dengan rencana produksi, tetapi untuk perusahaan jasa, penjadwalan agregat bertujuan menghubungkan sasaran dengan jadwal pekerja.

Adapun yang diperlukan dalam perencanaan agregat antara lain:

1. Keseluruhan unit yang logis untuk mengukur penjualan dan *output*.
2. Prediksi permintaan untuk suatu periode perencanaan jangka menengah yang layak pada waktu *agregat*.
3. Metode untuk menentukan biaya.
4. Model yang mengombinasikan prediksi dan biaya sehingga keputusan penjadwalan dapat dibuat untuk periode perencanaan.

2.3.3 Dasar-dasar Proses Aggregate Planning

Dasar analisis dalam *aggregate planning* adalah hasil ramalan permintaan produk (*forecasting*) dan target produksi perusahaan. Hasil ramalan permintaan merupakan input utama dalam proses *aggregate planning*. Selain peramalan, semua input untuk permintaan produk juga harus dimasukkan dalam proses *aggregate planning*, misalnya pesanan-pesanan aktual yang telah dijanjikan, kebutuhan persediaan gudang, dan penyesuaian tingkat persediaan. Target produksi ditentukan oleh *top level business plan* yang memperhatikan kapasitas & kapabilitas perusahaan.

Keterlibatan manajemen puncak sangat diperlukan pada tahap perencanaan produksi, khususnya perencanaan mengenai penentuan pabrikasi, pemasaran, dan keuangannya. *Agregate planning* dikembangkan untuk merencanakan kebutuhan produksi bulanan atau triwulan bagi kelompok-kelompok produk sebagaimana yang telah diperkirakan dalam peramalan permintaan. Analisis dalam proses *aggregate planning* dilakukan dalam kelompok produk (*product family*) dengan unit agregat, disamping itu proses *aggregate planning* juga melibatkan pemilihan strategi manufaktur dalam suatu ruang lingkup yang lebih luas lagi, peran *aggregate planning* adalah sebagai *interface* antara perusahaan atau sistem manufaktur dan pasar produknya(Tersine, 1998).

2.3.4 Strategi Perencanaan Agregat

Secara gabungan Setiap *pure strategy* akan melibatkan biaya yang besar dan sering *pure strategy* menjadi tidak layak, oleh karena itu kombinasi dari *pure strategy* ini menjadi *mixed strategy* lebih sering digunakan. Ketika suatu perusahaan mempertimbangkan kemungkinan dari pencampuran strategi yang bervariasi dengan tidak terbatasnya rasio untuk melakukan strategi yang bervariasi tersebut, maka perusahaan baru akan menyadari tantangan yang sedang dihadapinya. Bagian pengendalian produksidan bagian pemasaran harus menghasilkan *master schedule* yang mencakup beberapa kebijakasanaan perubahan dan prosedur pengoperasian. Karena masalah yang kompleks ini, maka dalam pengendalian keputusan diperlukan diskusi tentang *The Value Of Decision Rules*.

2.3.5 Metode-metode Perencanaan Aggregate

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada perencanaan produksi agregat antara lain:

1. Program linier

Suatu metode penentuan nilai optimum dari suatu persoalan linear. Nilai optimum (maksimal atau minimum) diperoleh dari nilai dalam suatu himpunan penyelesaiaan persoalan linear. Di dalam persoalan linear

terdapat fungsilinear yang bisa disebut sebagai fungsi objektif. Persyaratan, batasan, dan kendala dalam persoalan linear merupakan sistem pertidaksamaan linear.

2. Pendekatan Heuristik

Heuristik berasal dari bahasa yunani yaitu “*heuriskein*” yang berarti “saya menemukan” adalah sebuah kata sifat untuk pengalaman berbasis teknik yang dapat membantu dalam pemecahan masalah, belajar dan penemuan. Metode Heuristik adalah metode yang sederhana namun solusi yang dihasilkan tidak menjamin optimal.

Metode grafis merupakan metode yang paling sederhana tetapi tidak menghasilkan keputusan yang optimal. Metode ini memerlukan ketelitian dalam perhitungannya, karena sekali langkah awal salah, maka langkah berikutnya akan salah. Dasar dari metode ini sebenarnya *trial* dan *error* dengan melihat gambaran antara permintaan kumulatif dan rata-rata permintaan kumulatifnya.

Secara garis besar langkah perencanaan metode grafis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Gambarkan histogram permintaan dan tentukan kecepatan produksi (P_t) rata-rata yang diperlukan untuk memenuhi permintaan.
2. Gambarkan grafik permintaan kumulatif terhadap waktu serta grafik permintaan rata-rata kumulatif terhadap waktu.
3. Tentukan strategi yang akan digunakan untuk menanggulangi kekurangan dan kelebihan barang tersebut.
4. Hitung ongkos yang ditimbulkan oleh setiap strategi dan pilih yang memberikan ongkos terkecil.

Metode transportasi untuk program linier dilakukan dengan perhitungan dan variabel yang relatif kecil. Jika variabel penambahan pengurangan tenaga kerja dilibatkan, maka model transportasi akan menggunakan biaya denda akibat aktivitas tersebut. Programan linier memberi solusi strategi hibrid sehingga biaya total minimum(Sofyan, 2013).

2.4 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

2.4.1 Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan faktor penyesuaian, yaitu waktu siklus rata-rata dikalikan dengan faktor penyesuaian sedangkan waktu standar adalah waktu yang sebenarnya digunakan operator untuk memproduksi satu unit dari data jenis produk. Waktu standar untuk setiap *part* harus dinyatakan termasuk toleransi/kelonggaran untuk beristirahat untuk mengatasi kelelahan atau untuk faktor-faktor yang tidak dapat dihindarkan.

Didalam praktek pengukuran kerja maka metoda penerapan rating performance kerja operator adalah didasarkan pada satu faktor tunggal yaitu operator speed, space atau tempo. Sistem ini dikenal sebagai “*performance Rating/speed Rating*”). Rating Faktor ini umumnya dinyatakan dalam persentase-persentase(%) atau angka desimal, dimana performan kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00.

Rating factor pada umumnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk maksud ini, maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus:

Nilai waktu yang diperoleh disini masih belum bias kita tetapkan sebagai waktu baku untuk penyelesaian suatu operasi kerja,karena disini faktor-faktor yang berkaitan dengan waktu kelonggaran (*allowance time*) agar operator bekerja sebaik-baiknya masih belum dikaitkan.

Cara untuk mendapatkan waku normal adalah sebagai berikut:

1. Hitung waktu siklus rata-rata dengan:

$$\bar{x} = \frac{\sum k}{n} \dots \text{Pers (2.1)}$$

Keterangan: \bar{x} = Waktu siklus

$\sum X$ = Waktu pengamatan

n = Jumlah pengamatan yang dilakukan

2. Hitung waktu normal dengan:

Keterangan:

$R_f = Ranting Factor$ (faktor penyesuaian)
 $W_s = Waktu siklus$
 $W_n = Waktu normal$

2.4.2 Waktu Baku/Standar

Pengukuran waktu kerja (*work measurement*) ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

1. Waktu baku/standar

$$W_b = W_n (1+all) \dots \dots \dots \text{Pers (2.3)}$$

Keterangan:

$all = Allowance$

(kelonggaran)
 $W_b = Waktu$
baku

$W_n = Waktu normal$

Faktor penyesuaian dan kelonggaran ditentukan dengan metode *Westinghouse's System* meliputi penyesuaian keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Sedangkan faktor kelonggaran adalah faktor yang menyebabkan pekerja melakukan gerakan-gerakan yang tidak termasuk dalam dalam penyelesaian pekerjaan karena dilakukan di antara kegiatan penyelesaian kerja.

2.5 Penentuan Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja didefinisikan sebagai pembayaran-pembayaran kepada pada pekerja yang didasarkan pada jam kerja atau atas dasar unit yang diproduksi. Istilah yang digunakan untuk biaya tenaga kerja ini adalah biaya tenaga kerja langsung, atau untuk pembayaran yang dinamakan “upah”.

Upah berbeda dengan gaji. Gaji merupakan pembayaran kepada tenaga kerja atau karyawan yang didasarkan pada rentang waktu seperti gaji mingguan, bulanan dan lain sebagainya. Upah dibebankan melalui rekening biaya tenaga

kerja langsung, sedangkan gaji dibebankan melalui rekening biaya *overhead* pabrik.

Penentuan jumlah tenaga kerja dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$1. \quad W_t = W_b \times Y_i \text{Pers} \dots \text{Pers (2.4)}$$

Keterangan:

W_t = Waktu total produksi

(jam)Wb = Waktu baku

\hat{Y}_t = Total hasil peramalan

2. JKE = (Total waktu kerja efektif x 60 menit) Pers (2.5)

$$3. \quad JKT = \frac{W_t}{JKE} \dots \text{Pers (2.6)}$$

Keterangan:

JKE = Jam kerja efektif

JKT = Jumlah kebutuhan tenaga kerja

Penentuan biaya tenaga kerja untuk penggerjaan satu unit produk dapat dihitung dengan rumus.

- ### 1. Biaya *Reguler Time* (RT)

$$\text{Biaya RT} = \frac{\text{Biaya produksi RT} \times \text{waktu baku}}{\text{Jam kerja per hari}} \quad \dots \dots \dots \text{Pers (2.7)}$$

- ## 2. Biaya *Over Time* (OT)

Biaya OT = Biaya Produksi OT x Waktu baku Pers (2.8)

Biaya tenaga kerja langsung adalah jumlah upah yang dibayarkan kepada tenaga kerja yang secara langsung menangani proses pengolahan bahan baku menjadi produk selesai, sedangkan biaya tenagakerja tidak langsung adalah jumlah upah yang dibayarkan kepada tenaga kerja yang tidak secara langsung menangani pengolahan bahan.

Biaya tenaga kerja tidak langsung seperti halnya biaya bahan pembantu, dikelompokkan sebagai komponen biaya *overhead* pabrik. Biaya *overhead* pabrik disebut juga biaya produk tidak langsung, yaitu kumpulan dari semua biaya untuk

membuat suatu produk selain biaya bahan baku langsung dan tidak langsung. *overhead* pabrik pada umumnya didefinisikan sebagai bahan tidak langsung, pekerja tidak langsung, dan bahan pabrik lainnya yang tidak secara mudah diidentifikasi atau dibebankan langsung ke pekerjaan produk atau tujuan akhir biaya.

Biaya tenaga kerja merupakan jumlah seluruh pembayaran kepada tenaga kerja produksi, antara lain meliputi upah regular, upah lembur, intensif/bonus dan tunjangan-tunjangan. Di samping itu, pembayaran kompensasi kepada tenaga kerja tertentu dipotong dengan pajak penghasilan karyawan, premi asuransi dan iuran tabungan hari tua.

Upah regular yang biasa diterima tenaga kerja dihitung berdasarkan waktu jam kerja atau unit produksi dikalikan dengan tarif upah yang telah ditentukan. Waktu jam kerja umumnya ditentukan dalam jam kerja / mesin atau hari kerja.

Upah lembur diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja diluar jam kerja yang telah ditetapkan. Alasan kerja lembur tersebut umumnya adalah untuk mengejar target suatu pekerjaan. Perintah kerja lembur umumnya diberikan oleh pejabat yang berwenang, dan biasanya tariff lembur ditetapkan lebih besar dari tariff jam kerja biasa.

Insentif atau bonus diberikan kepada tenaga kerja yang telah bekerja pada tingkat produktivitas yang lebih tinggi dari yang ditargetkan. Di samping itu pembayaran gaji dan upah kepada tenaga kerja dapat pula berupa tunjangan kesejahteraan sosial tenaga kerja, antara lain tunjangan isteri-anak, tunjangan transportasi, tunjangan kesehatan, asuransi kecelakaan kerja, asuransi kematian, dan tabungan hari tua. Gaji dan upah yang dibayarkan kepada tenaga kerja meliputi penjumlahan dari gaji/upah, insentif, dan tunjangan dikurangi dengan potongan-potongan.

2.6 *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*

Tabel RCCP berisikan perbandingan antara kapasitas yang tersedia dan kapasitas yang dibutuhkan pada setiap *work centre*. Kapasitas yang tersedia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Hill, 2000):

- $$1. \quad Capacity\ Available = d \times e \times n \times i \dots \text{Pers (2.9)}$$

Keterangan:

d = Jumlah hari kerja/bulan

(hari)e = Efisiensi

n = Jumlah jam kerja/hari (jam)

i = Jumlah operator yang tersedia

$$Efesiensi = \frac{\text{Waktu kerja standar}}{\text{Waktu baku}} \dots \text{Pers (2.10)}$$

Sedangkan untuk menghitung kebutuhan kapasitas fasilitas produksi dengan mengalikan waktu baku (standar) penggerjaan produk dengan data permalan jumlah produk yang akan dijadwalkan. Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

Keterangan:

y = Jumlah permintaan hasil peramalan

(unit)z = waktu baku (jam/unit)

2.7 Penelitian Sebelumnya

1. Jurnal Agus Purnomo, 2010

Penelitian ini berjudul “Perencanaan produksi dan pengendalian persediaan bahan baku pada pengrajin tahu dan tempe “im” Cibogo Bandung” Permasalahan yang dihadapi oleh Perusahaan Pengrajin Tahu dan Tempe “IM” adalah mahalnya biaya produksi dan biaya persediaan bahan baku untuk membuat tahu dan tempe. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh Hasil Perencanaan Produksi Aggregat dengan model Integer Programming diperoleh Total ongkos produksi yang minimum adalah sebesar Rp. 40.304.950,-. Untuk mendapatkan Jadwal Induk Produksi (MPS) terlebih dahulu harus melakukan perencanaan produksi disagregasi. Pada perencanaan produksi agregat terlihat bahwa keputusan tentang jumlah produksi tidak bersifat operasional. Hal tersebut disebabkan jumlah produksi yang dihasilkan masih dalam unit agregat. Oleh karena itu, perencanaan produksi disagregasi bermaksud untuk

mengubah satuan agregat kedalam satuan *end item*. Berdasarkan hasil perhitungan total ongkos persediaan dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) diperoleh jumlah pemesanan optimal, frekuensi pemesanan dan total ongkos persediaan untuk masing-masing jenis bahan baku selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yaitu: Bahan baku kacang kedelai dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 3660,938 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 2 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 15.811.168,740,-. Bahan baku garam dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 887,581 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 1 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 160.375,810,-. Bahan baku kunyit dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 1451,551 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 2 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 1.534.031,018,-.

2. **Jurnal Ari Bagus Wibisono, 2014**

Penelitian ini berjudul “Rancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Baju dan Celana Menggunakan Model Persediaan Q Probabilistik dengan Kendala Luas Gudang di PT Cipta Gemilang Sentosa”. PT. Cipta Gemilang Sentosa adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang garmen, yang memproduksi baju dan celana yang dikhususkan untuk olah raga. Perusahaan memesan bahan baku kepada beberapa *supplier* berdasarkan intuisi berdasarkan data masa lalu. Kadang-kadang jumlah bahan baku melebihi kapasitas gudang, sehingga kelebihan bahan baku disimpan di area kantor dan produksi. Model persediaan yang diusulkan dalam permasalahan ini adalah Model persediaan Q dengan kendala luas gudang. Model Q dengan kendala luas gudang lebih baik dari sistem perusahaan saat ini karena tidak ada bahan baku yang melebihi kapasitas gudang ataupun kekurangan persediaan dan total ongkos persediaannya lebih murah, sehingga terjadi penurunan total biaya persediaan.

3. **Jurnal Misbah, 2013**

Penelitian ini berjudul “Pengaruh pelapisan cat pada agregat kasar terhadap kuat lentur balok tumpuan sederhana beragregat batu pumice”

Dari jurnal penelitian ini, penulis dapat mengambil kesimpulan yaitu Menurunkan kadar agregat kasar hingga 80 % dan menaikkan kadar agregat kasar hingga 130 % dari kondisi normal, mengakibatkan nilai Flow dan VFA mengalami penurunan dari kondisi normal (100%) dan nilai VIM mengalami kenaikan dari kondisi normal. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dengan melihat pada nilai karakteristik Marshall dan variasi kadar agregat kasar, tidak semua nilai karakteristik Marshall memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, maka variasi menurunkan kadar agregat kasar hingga 80 % dan menaikkan kadar agregat kasar sampai 130 % tidak boleh dilakukan.

4. **Jurnal Yufier Silas Kandi , 2012**

Penelitian ini berjudul “Substitusi agregat halus beton menggunakan kapur alam dan menggunakan pasir laut pada campuran beton” Keterbatasan material pasir yang terjadi di Kabupaten Sumba Barat Daya menyebabkan digunakannya kapur alam dan pasir laut sebagai bahan pengganti agregat halus yang secara ilmiah belum diketahui kualitasnya, sehingga perlu dilakukan kajian tentang bahan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase kapur alam dan pasir laut yang dapat digunakan dan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm). Metode yang digunakan untuk analisa data adalah statistik deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa persentase yang dapat digunakan untuk pasir laut adalah 100% dan untuk kapur alam adalah 25%. Hasil uji kualitas diperoleh bahwa beton yang menggunakan kapur alam memiliki kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih kecil dari beton normal dan tidak mencapai kuat tekan rencana. Sedangkan beton yang menggunakan pasir laut menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar dari beton normal.

5. **Jurnal Wardhani, Arie Restu, 2010**

Penelitian ini berjudul “Substitusi agregat halus beton menggunakan kapur alam dan menggunakan pasir laut pada campuran beton”. Rajungan di

daerah Pasuruan. Masalah yang dihadapi perusahaan adalah perencanaan produksi yang kurang tepat. Hal ini diketahui dari produksi yang dilakukan berkaitan dengan persediaan yang selalu berlebihan sehingga mengakibatkan meningkatnya biaya persediaan. Produk pada perusahaan ini bermacam-macam jenisnya, sehingga pihak manajemen kesulitan dalam perencanaan secara detail.

Selain itu, jenis produk yang bervariasi ini memiliki bahan baku yang sama. Sehingga perlu adanya perencanaan pada manajemen menengah untuk memperhitungkan jadwal induk produksi bulannya tidak secara rinci pada individu produk, melainkan berdasarkan jumlah kelompok (family). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu adanya perencanaan agregat untuk menyeimbangkan kapasitas produksi dengan sumberdaya yang dimiliki sehingga mencapai biaya minimal. Pada penelitian ini digunakan Metode Transportasi dalam perencanaan agregat produk guna mencapai biaya minimum. Biaya produksi dengan menggunakan metode ini adalah Rp 75,589,810.

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data Hasil Peramalan

Hasil peramalan jumlah penjualan produk laptop mainan dengan metode kuadratis pada modul I untuk peramalan di tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil Peramalan Jumlah Penjualan Produk Laptop Mainan Tahun 2021

Periode	Indeks	Jumlah Peramalan	Pembulatan
Januari	0,077	198,205	198
Februari	0,086	220,626	221
Maret	0,095	243,537	244
April	0,080	205,950	206
Mei	0,089	227,882	228
Juni	0,075	192,742	193
Juli	0,084	214,551	215
Agustus	0,087	223,724	224
September	0,078	199,428	199
Okttober	0,076	194,454	194
November	0,080	203,749	204
Desember	0,092	235,220	235
TOTAL	1	2.560,068	2561

Sumber: Data Peramalan

3.1.2 Data Hari Kerja Efektif

Jumlah hari kerja tahun 2021 dapat kita lihat pada Tabel 3.2 karena hari kerja efektif dalam satu minggu adalah 7 hari kerja, dan diasumsikan bahwa hari sabtu tidak melakukan pekerjaan.

Atikah Azmi Siregar

Tabel 3.2 Hari Kerja Efektif Tahun 2021

Bulan	Hari Kerja
Januari	22
Februari	20
Maret	22
April	22
Mei	21
Juni	22
Juli	22
Agustus	21
September	22
Oktober	22
November	21
Desember	23
Total	260

Sumber: Pengolahan Data

3.1.3 Data Aggregate Planning

Data *aggregate planning* ini merupakan langkah awal dari aktivitas perencanaan produksi yang dipakai sebagai panutan kita untuk menyusun Jadwal Induk Produksi (JIP). Data-data dari *aggregate planning* ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini :

Tabel 3.3 Data Parameter Aggregate Planning

No.	Parameter	Keterangan
1	Jam kerja/hari (jam)	8
2	Biaya Produksi RT (Rp/hari/orang)	65000
3	Biaya Produksi OT (Rp/hari/orang)	5000
4	Biaya sub kontrak (Rp/hari/orang)	35000
5	Persediaan awal (unit)	400
6	Persediaan akhir (unit)	200
7	Kapasitas <i>over time</i> (jam/tahun)	3
8	Kapasitas subkontrak (unit)	100
9	Biaya penyimpanan (Rp/unit)	60
10	Jumlah tenaga kerja awal (orang)	4

Tabel 3.3 Data Parameter Aggregate Planning (Lanjutan)

No.	Parameter	Keterangan
11	Biaya <i>back order</i>	20000
12	Masa <i>back order</i> (bulan)	3
13	Biaya persediaan awal (Rp/unit)	100000
14	<i>Lead time</i> (bulan)	2

Sumber: Pengolahan Data

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Berdasarkan total volume pekerjaan perakitan laptop mainan yang dilakukan oleh operator yang diamati selama pengamatan, diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk merakit laptop mainan adalah 34 detik/unit

Berikut ini perhitungan waktu normal dan waktu baku pada perakitan laptop mainan berdasarkan faktor penyesuaian (*rating factor*) dan kelonggaran (*allowance*) yang dilakukan oleh 3 operator.

1. Operator 1

Perhitungan faktor penyesuaian (*rating factor*) perakitan laptop mainan untuk operator 1 yaitu sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,05
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,01
<hr/>	
Jumlah	= +0,13
<i>Rating Factor</i> operator 1	= 1 + 0,13
	= 1,13

Perhitungan kelonggaran (*allowance*) untuk operator 1 perakitan laptop mainan yaitu sebagai berikut:

1 Kebutuhan Pribadi	2
2 Menghilangkan <i>Fatigue</i> :	
a. Tenaga yang dikeluarkan	1
b. Sikap kerja	1
c. Gerakan kerja	0
d. Kelelahan mata	1

e. Keadaan Temperatur Tempat Kerja	1
f. Keadaan Atmosfer	0
g. Keadaan Lingkungan yang Baik	1
3 Hambatan tak terhindarkan	0
Jumlah	7%

2. Operator 2

Perhitungan faktor penyesuaian (*rating factor*) perakitan laptop mainan untuk operator 2 yaitu sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Excellently</i> (B2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,01
Jumlah	= +0,10
<i>Rating Factor</i> operator 2	= 1 + 0,10
	= 1,10

Perhitungan kelonggaran (*allowance*) untuk operator 2 perakitan laptop mainan yaitu sebagai berikut:

1 Kebutuhan Pribadi	2
2 Menghilangkan <i>Fatigue</i> :	
a. Tenaga yang dikeluarkan	1
b. Sikap kerja	1
c. Gerakan kerja	0
d. Kelelahan mata	1
e. Keadaan Temperatur Tempat Kerja	1
f. Keadaan Atmosfer	0
g. Keadaan Lingkungan yang Baik	1
3 Hambatan tak terhindarkan	0
Jumlah	7%

3. Operator 3

Perhitungan faktor penyesuaian (*rating factor*) perakitan laptop mainan untuk operator 3 yaitu sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Excellently</i> (B2)	= +0,03
Usaha : <i>Excellently</i> (B2)	= +0,02
Kondisi : <i>Good</i> (C)	= +0,03
Konsistensi : <i>Good</i> (C)	= +0,03
<hr/>	
Jumlah	= +0,11
<i>Rating Factor</i> operator 3	= 1 + 0,11
	= 1,11

Perhitungan kelonggaran (*allowance*) untuk operator 3 perakitan laptop mainan yaitu sebagai berikut:

1	Kebutuhan Pribadi	2
2	Menghilangkan <i>Fatigue</i> :	
	a. Tenaga yang dikeluarkan	1
	b. Sikap kerja	1
	c. Gerakan kerja	0
	d. Kelelahan mata	1
	e. Keadaan Temperatur Tempat Kerja	1
	f. Keadaan Atmosfer	0
	g. Keadaan Lingkungan yang Baik	1
3	Hambatan tak terhindarkan	0
	<hr/>	
	Jumlah	7 %

4. Operator 4

Perhitungan faktor penyesuaian (*rating factor*) perakitan laptop mainan untuk operator 4 yaitu sebagai berikut:

Keterampilan : <i>Good</i> (C2)	= +0,03
Usaha : <i>Good</i> (C2)	= +0,02
Kondisi : <i>Excellently</i> (B)	= +0,04
Konsistensi : <i>Excellent</i> (B)	= +0,03
<hr/>	
Jumlah	= +0,12
<i>Rating Factor</i> operator 4	= 1 + 0,12
	= 1,12

Perhitungan kelonggaran (*allowance*) untuk operator 4 perakitan laptop mainan yaitu sebagai berikut:

Kebutuhan Pribadi	2
Menghilangkan <i>Fatigue</i> :	
a. Tenaga yang dikeluarkan	1
b. Sikap kerja	1
c. Gerakan kerja	0
d. Kelelahan mata	1
e. Keadaan Temperatur Tempat Kerja	1
f. Keadaan Atmosfer	0
g. Keadaan Lingkungan yang Baik	1
Hambatan tak terhindarkan	0
Jumlah	7 %

Rata-rata rating factor keempat operator adalah:

$$\bar{x}_{rf} = \frac{1,13+1,10+1,11+1,12}{4} = 1,115$$

Dan rata-rata *allowance* keempat operator adalah:

$$\bar{x}_{all} = \frac{(7\%+7\%+7\%+7\%)}{4} = 7\%$$

Dari hasil *rating factor* dan *allowance* dari 4 operator tersebut, maka didapatkan waktu normal dan waktu baku adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{Waktu Siklus (Ws)} \times R_f \\ &= 8,45 \times 1,115 \\ &= 9,42 \text{ detik} \\ &= 0,0026 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu baku (Wb)} &= \text{Waktu normal (Wn)} \times (1 + \text{Allowance}) \\ &= 9,42 \text{ detik} \times (1 + 0,07) \\ &= 9,42 \text{ detik} \times 1,07 \\ &= 10,079 \text{ detik} \\ &= 0,0027 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.1.2 Penentuan Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja

Berdasarkan data jumlah jam kerja efektif di tahun 2021 yang diperoleh dari bab pengumpulan data, maka selanjutnya dapat ditentukan jumlah tenaga kerja dan biaya tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses perakitan laptop mainan.

1. Penentuan Jumlah Tenaga Kerja

Penentuan jumlah tenaga kerja di tahun 2021 untuk laptop mainan didasari dari jumlah hari kerja yang efektif di tahun 2021 dimulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember. Diketahui jumlah tenaga kerja awal berjumlah 4 orang dan jam kerja perhari selama 8 jam. Penentuan jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Peramalan Permintaan dan Penentuan Jumlah Hari Kerja di Tahun 2021

Bulan	Peramalan Permintaan	Jumlah Hari Kerja Efektif
Januari	198	22
Februari	220	20
Maret	243	22
April	205	22
Mei	227	21
Juni	192	22
Juli	214	22
Agustus	223	21
September	199	22
Oktober	194	22
November	203	21
Desember	235	23
Total	2560	260

Sumber: Pengolahan Data

Maka dari data tersebut dapat dihitung jumlah kebutuhan tenaga kerja berdasarkan waktu baku pada bagian perakitan laptop mainan.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total (Wt)} &= Wb \times Y_i \\
 &= 0,0026 \times 2560 \text{ unit} \\
 &= 6,656 \text{ unit/Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kerja Efektif (JKE)} &= (\text{Total waktu kerja efektif} \times \text{jam kerja}) \\
 &= (260 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}) \\
 &= 124.800 \text{ menit} \\
 &= 2.080 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kebutuhan tenaga kerja (JKT)} = \frac{\text{Wt}}{\text{JKE}} = \frac{6,656}{2.088} = 0,0032$$

Berdasarkan perhitungan Jumlah Kebutuhan Tenaga kerja (JKT) yang telah dilakukan maka diperoleh 1 orang kebutuhan tenaga kerja usulan, sedangkan jumlah tenaga kerja awal sebesar 4 orang.

2. Penentuan Biaya Tenaga Kerja

Penentuan biaya tenaga kerja untuk penggerjaan satu unit produk laptop mainan dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut:

a. Biaya *Reguler Time* (RT)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } RT &= \frac{\text{Biaya produksi RT (Rp / hari / unit)} \times (\text{waktu standar})}{\text{jumlah jam kerja / hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 65.000 \times 0,0027 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \\
 &= \text{Rp } 21,937 \text{ unit/orang}
 \end{aligned}$$

b. Biaya *Over Time* (OT)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya OT} &= \text{biaya produksi OT} \times \text{waktu baku} \\
 &= \text{Rp } 5000 \times 0,0027 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp } 13,5 \text{ unit/orang}
 \end{aligned}$$

c. Biaya Sub kontrak

Biaya sub kontrak sebesar Rp 35.000 per unit/orang.

4.1.3 Perencanaan Agregat

1. Perhitungan dengan Jumlah Tenaga Kerja Awal

Pada perancanaan *aggregate planning* dengan jumlah tenaga kerja awal sebanyak 4 orang dan 8 jam kerja per harinya untuk menentukan kapasitas produksi perbulan ditahun 2021, maka berikut ini perhitungannya.

$$\text{Reguler time capacity} = \frac{(\text{jumlah hari kerja} \times \frac{\text{JKE}}{\text{jumlah hari kerja efektif}} \times \text{JKT})}{\text{Wb}}$$

$$\text{Overtime capacity} = \frac{(\text{jumlah hari kerja} \times \text{jam kerja lembur} \times \text{JKT})}{\text{Wb}}$$

Kapasitas sub kontrak = 100 Unit

Perhitungan untuk bulan Januari 2021:

$$\text{Regulertime Capacity} = \frac{(22 \text{ hari} \times \frac{2.080 \text{ jam}}{260 \text{ hari}} \times 4 \text{ orang})}{0,0027 \text{ jam}} = 2607 \text{ unit}$$

$$\text{Overtime Capacity} = \frac{260 \text{ hari} \times 2 \text{ jam} \times 4 \text{ orang}}{0,0027 \text{ jam}} = 7703 \text{ unit}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Penentuan Kapasitas Produksi dengan Tenaga Kerja Awal

Bulan	Jumlah Hari Kerja (hari)	Jumlah Jam Kerja Efektif (jam)	Jumlah Jam Lembur (jam)	Waktu Standar (jam/unit /org)	Jumlah Tenaga Kerja Awal (orang)	Kapasitas		
						RT (unit)	OT (unit)	SK (unit)
Januari	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
Februari	20	2080	3	0,0027	4	2370	7703	100
Maret	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
April	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
Mei	21	2080	3	0,0027	4	2488	7703	100
Juni	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
Juli	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
Agustus	21	2080	3	0,0027	4	2488	7703	100
September	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
Oktober	22	2080	3	0,0027	4	2607	7703	100
November	21	2080	3	0,0027	4	2488	7703	100
Desember	23	2080	3	0,0027	4	2725	7703	100
Total	260	24960				30814		1200

Sumber: Pengolahan Data

2. Perhitungan dengan Jumlah Tenaga Kerja Usulan

Pada proses produksi pembuatan laptop mainan jumlah unit yang dapat diproduksi setiap bulannya selama tahun 2021 dengan jumlah tenaga kerja

usulan adalah 1 orang. Maka perhitungan kapasitas produksi pada bulan Januari 2021 adalah sebagai berikut:

$$\text{Reguler time capacity} = \frac{\text{(jumlah hari kerja} \times \frac{\text{JKE}}{\text{jumlah hari kerja efektif}} \times \text{JKT})}{\text{Wb}}$$

$$\text{Overtime capacity} = \frac{\text{(jumlah hari kerja} \times \text{jam kerja lembur} \times \text{JKT})}{\text{Wb}}$$

Kapasitas subkontrak = 100 Unit

Perhitungan untuk bulan Januari 2021:

$$\text{Reguler time capacity} = \frac{(22 \text{ hari} \times \frac{2.080 \text{ jam}}{260 \text{ hari}} \times 1 \text{ orang})}{0,0027 \text{ jam}} = 6518 \text{ unit}$$

$$\text{Overtime capacity} = \frac{260 \text{ hari} \times 3 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{0,0027 \text{ jam}} = 2888 \text{ unit}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Penentuan Kapasitas Produksi dengan Tenaga Kerja Usulan

Bulan	Jumlah Hari Kerja (hari)	Jumlah Jam Kerja Efektif (jam)	Jumlah Jam Lembur (jam)	Waktu Standar (jam/unit/org)	Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Kapasitas		
						RT (unit)	OT (unit)	SK (unit)
Januari	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
Februari	20	2080	2	0.0027	1	5925	2888	100
Maret	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
April	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
Mei	21	2080	2	0.0027	1	6222	2888	100
Juni	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
Juli	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
Agustus	21	2080	2	0.0027	1	6222	2888	100
September	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
Oktober	22	2080	2	0.0027	1	6518	2888	100
November	21	2080	2	0.0027	1	6222	2888	100
Desember	23	2080	2	0.0027	1	6814	2888	100
Total	260	24960				6419		1200

Sumber: Pengolahan Data

4.1.4 Perhitungan Total Biaya Produksi

1. Total Biaya Produksi dengan Jumlah Tenaga Kerja Awal

Berdasarkan penentuan kapasitas produksi, maka dapat diperhitungkan perencanaan agregat dengan metode transportasi dengan jumlah tenaga kerja awal sebanyak 4 orang. Perhitungan total biaya produksi dengan jumlah tenaga kerja awal dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I

	Tujuan	Periode						Sumber
		1	2	3	4	5	6	
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800	
		400						
1	RT	130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	2.223,2	9758
		198						
	OT	70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	2,097,800	
	SK	100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	2,127,800	
2	RT		130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	9580
			220					
	OT		70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	
	SK		100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	
3	RT			130.400	219,300	392,000	662,600	9758
				243				
	OT			70,400	5,131	5,262	5,532	
	SK			100,400	35,131	35,262	35,532	
4	RT				130.400	219,300	392,000	9758
					205			
	OT				70,400	5,131	5,262	
	SK				100,400	35,131	35,262	

Tabel 4.4 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I

	Tujuan	Periode							
Sumber		1	2	3	4	5	6		
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800		
		400							
5	RT					130.400	219.300	1866	
						227			
	OT					70.400	5.131	7703	
	SK					100.400	35.131	100	
6	RT					130.400		1955	
						192			
	OT					70.400		7703	
	SK					100.400		100	
Permintaan		214	198	220	243	205	227	192	9713.5

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.5 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II

	Tujuan	Periode								
Sumber		7	8	9	10	11	12			
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800			
		400								
7	RT	130.400	219.300	392.000	662.600	11.176,8	2.223,2	1955	9758	
		214								
	OT	70.400	5.131	5.262	5.532	11.051.400	2.097.800	7703		
	SK	100.400	35.131	35.262	35.532	11.081.400	2.127.800	100		
8	RT		130.400	219.300	392.000	662.600	11.176,8	1866	9669	
			223							
	OT		70.400	5.131	5.262	5.532	11.051.400	7703		
	SK		100.400	35.131	35.262	35.532	11.081.400	100		

**Tabel 4.5 Perencanaan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II
(Lanjutan)**

	Tujuan	Periode							
		7	8	9	10	11	12		
Sumber		7	8	9	10	11	12		
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800		
		400							
9	RT		130.400	219,300	392,000	662,600		1955	
			199						
	OT		70,400	5,131	5,262	5,532		7703	
	SK		100,400	35,131	35,262	35,532		100	
10	RT		130.400	219,300	392,000			1955	
			194						
	OT		70,400	5,131	5,262			7703	
	SK		100,400	35,131	35,262			100	
11	RT			130.400	219,300			1866	
				203					
	OT			70,400	5,131			7703	
	SK			100,400	35,131			100	
12	RT				130.400			2044	
					235				
	OT				70,400			7703	
	SK				100,400			100	
Permintaan		195	214	223	199	194	203	253	58459

Sumber: Pengolahan Data

Jumlah produksi yang dilakukan untuk tenaga kerja awal 4 orang terlihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Perencanaan Produksi untuk Tenaga Kerja Awal 4 Orang

Periode	Jumlah Peramalan	Perencanaan Produksi
Januari	198	198
Februari	220	220

Tabel 4.6 Perencanaan Produksi untuk Tenaga Kerja Awal 4 Orang

Periode	Jumlah Peramalan	Perencanaan Produksi
Maret	243	243
April	205	205
Mei	227	227
Juni	192	192
Juli	214	214
Agustus	223	223
September	199	199
Oktober	194	194
November	203	203
Desember	235	235
Total	2202	2202

Sumber: Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan perencanaan agregat dengan metode transportasi tenaga kerja awal 4 orang, maka dapat dihitung total biaya produksi dengan jumlah tenaga kerja awal 4 orang, perhitungannya yaitu sebagai berikut:

$$TC = 198(9758) + 220(9580) + 243(9758) + 205(9758) + 227(9669) + 192(9758) + 214(9758) + 223(9669) + 199(9758) + 194(9758) + 203(9669) + 235(9847)$$

$$TC = \text{Rp. } 24.835.812$$

2. Total Biaya Produksi dengan Jumlah Tenaga Kerja Usulan

Berdasarkan penentuan kapasitas produksi, maka dapat diperhitungkan perencanaan agregat dengan metode transportasi dengan jumlah tenaga kerja usulan sebanyak 1 orang. Perhitungan total biaya produksi dengan jumlah tenaga kerja usulan dapat terlihat pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I

	Tujuan	Periode						
Sumber		1	2	3	4	5	6	
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800	
		400						
1	RT	130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	2.223,2	
		198						6518
	OT	70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	2,097,800	
								2888
	SK	100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	2,127,800	
								100
2	RT		130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	
			220					5925
	OT		70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	
								2888
	SK		100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	
								100
3	RT			130.400	219,300	392,000	662,600	
				243				6518
	OT			70,400	5,131	5,262	5,532	
								2888
	SK			100,400	35,131	35,262	35,532	
								100
4	RT				130.400	219,300	392,000	
					205			6518
	OT				70,400	5,131	5,262	
								2888
	SK				100,400	35,131	35,262	
								100
5	RT					130.400	219,300	
						227		6222
	OT					70,400	5,131	
								2888
	SK					100,400	35,131	
								100

Tabel 4.7 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian I (Lanjutan)

	Tujuan	Periode							
Sumber		1	2	3	4	5	6		
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800		
		400							
6	RT						130.400	6518	
							192		
	OT						70,400	2888	
	SK						100,400	100	
Permintaan		214	198	220	243	205	227	214	50371

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.8 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II

	Tujuan	Periode								
Sumber		7	8	9	10	11	12			
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800			
		400								
7	RT	130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	2.223,2	6518	9506	
		214								
	OT	70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	2,097,800	2888		
	SK	100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	2,127,800	100		
8	RT		130.400	219,300	392,000	662,600	11.176,8	6222	9210	
			223							
	OT		70,400	5,131	5,262	5,532	11,051,400	2888		
	SK		100,400	35,131	35,262	35,532	11,081,400	100		

**Tabel 4.8 Perencanaan Usulan Agregat dengan Metode Transportasi Bagian II
(Lanjutan)**

	Tujuan	Periode						
Sumber		7	8	9	10	11	12	
Bulan	Persediaan	65400	130.800	261.600	532.200	1.1046.400	2.092.800	
		400						
9	RT		130.400	219,300	392,000	662,600		6518 9506
			199					
	OT		70,400	5,131	5,262	5,532		
10	SK		100,400	35,131	35,262	35,532		100 9506
	RT		130.400	219,300	392,000			
		194						
11	OT		70,400	5,131	5,262		2888	9210
SK		100,400	35,131	35,262			100	
12	RT		130.400	219,300			6222	6814 9802
			203					
	OT		70,400	5,131			2888	
SK		100,400	35,131					
Permintaan	195	214	223	199	194	2203	253	56740

Sumber: Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan perencanaan agregat dengan metode transportasi tenaga kerja usulan 1 orang, maka dapat dihitung total biaya produksi dengan jumlah tenaga kerja usulan 1 orang, perhitungannya yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TC} &= 198(9506) + 220(8913) + 243(9506) + 205(9506) + 227(9322) + \\ &192(6618) + 214(9506) + 223(9210) + 199(9506) + 194(9506) + 203 \\ &(9210) + 235(9802) \end{aligned}$$

$$\text{TC} = \text{Rp. } 22.804.558$$

Total biaya produksi untuk kedua alternatif jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Total Biaya Produksi Kedua Alternatif

	Jumlah Tenaga Kerja (Orang)	Total Biaya Produksi
Awal	4	Rp. 24.835.812
Usulan	1	Rp. 22.804.558

Sumber: Pengolahan Data

Dari perhitungan total biaya produksi kedua alternatif tersebut pada perakitan produk radio, dengan jumlah tenaga kerja awal sebesar 4 orang diperoleh total biaya produksi kurang dari jumlah tenaga kerja usulan 1 orang. Oleh karena itu, tenaga kerja usulan lebih menguntungkan dibandingkan tenaga kerja awal, dikarenakan jumlah tenaga kerja yang sedikit dapat menghasilkan keuntungan yang sama dengan tenaga kerja awal.

4.1.5 Perhitungan Rough Cut Capacity Planning (RCCP)

Perhitungan ini dilakukan untuk memeriksa rencana produksi yang dikembangkan pada proses S & OP dan memastikannya dapat dicapai, orang-orang menggunakan bentuk singkat dari perancangan kapasitas.

1. Perhitungan Kapasitas Tersedia (*Capacity Available*)

Perhitungan kapasitas yang tersedia dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Capacity available} = \text{jumlah hari kerja/bulan} \times \text{hari kerja/jam} \times \text{efisiensi} \times \text{jumlah operator}$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Waktu Kerja baku}}{\text{Waktu Siklus}} \times 100\% = \frac{10,079}{29,268} \times 100\% = 0.32\%$$

Tabel 4.10 Perhitungan Kapasitas Tersedia untuk Tenaga Kerja Awal

Bulan	Jumlah hari kerja/bulan (hari)	Jumlah Jam Kerja/hari (jam)	Efisiensi	Jumlah Operator yang tersedia (orang)	Capacity Available (jam)
Januari	22	8	0.32	4	225.2
Februari	20	8	0.32	4	204.8
Maret	22	8	0.32	4	225.2
April	22	8	0.32	4	225.2
Mei	21	8	0.32	4	215.0
Juni	22	8	0.32	4	225.2
Juli	22	8	0.32	4	225.2
Agustus	21	8	0.32	4	215
September	22	8	0.32	4	225.2
Oktober	22	8	0.32	4	225.2
November	21	8	0.32	4	215
Desember	23	8	0.32	4	235.5
Total	260				2662.4

Sumber: Pengolahan Data

2. Perhitungan Kapasitas yang Dibutuhkan (*Capacity Requirement*)

Untuk menghitung kebutuhan kapasitas fasilitas produksi dengan mengalikan waktu baku (standar) penggeraan produk dengan data peramalan jumlah produk yang akan dijadwalkan. Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Capacity requirement} = (y) \times (z)$$

Dimana:

y= Jumlah permintaan hasil peramalan (unit)

z = Waktu baku (jam/unit)

Tabel 4.11 Kapasitas yang Dibutuhkan Produk Laptop Mainan

Bulan	Waktu Baku (Jam/unit) (z)	Hasil peramalan (Unit) (y)	Capacity Requirement (Jam)
Januari	0.32	198	63.3
Februari	0.32	220	70.4
Maret	0.32	243	77.7
April	0.32	205	65.6

Tabel 4.11 Kapasitas yang Dibutuhkan Produk Laptop Mainan

Bulan	Waktu Baku (Jam/unit) (z)	Hasil peramalan (Unit) (y)	Capacity Requirement (Jam)
Mei	0.32	227	72.6
Juni	0.32	192	61.4
Juli	0.32	214	68.4
Agustus	0.32	223	71.3
September	0.32	199	63.6
Oktober	0.32	194	62
November	0.32	203	64.9
Desember	0.32	235	75.2
Total		2202	816.9

Sumber: Pengolahan Data

Hasil perhitungan RCCP dengan membandingkan antar kapasitas fasilitas produksi yang tersedia dan kapasitas yang dibutuhkan pada perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut :

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan RCCP Perakitan Laptop Mainan

No	Bulan	Capacity Available (Jam)	Capacity Requirement (Jam)	Keterangan
1	Januari	225.2	63.3	Mencukupi
2	Februari	204.8	70.4	Mencukupi
3	Maret	225.2	77.7	Mencukupi
4	April	225.2	65.6	Mencukupi
5	Mei	215.0	72.6	Mencukupi
6	Juni	225.2	61.4	Mencukupi
7	Juli	225.2	68.4	Mencukupi
8	Agustus	215	71.3	Mencukupi
9	September	225.2	63.6	Mencukupi
10	Oktober	225.2	62	Mencukupi
11	Nopember	215	64.9	Mencukupi
12	Desember	235.5	75.2	Mencukupi

Sumber : Pengolahan Data

4.2 Analisis Data

Pengukuran waktu kerja dalam perakitan produk laptop mainan dengan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus

dengan menggunakan *stopwatch*. Setiap operator yang bekerja, waktu yang dibutuhkan dalam merakit sebuah laptop mainan tidaklah selalu sesuai dengan waktu siklus yang telah diukur, untuk itu dibutuhkan perhitungan waktu normal dan waktu baku dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran terhadap operator dengan metode *Westinghouse's System*, karena hal tersebut berpengaruh terhadap kecepatan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Perhitungan waktu normal dan waktu baku berdasarkan pengolahan data sebelumnya dari 4 operator diperoleh rata-rata waktu normal 29.268 detik dan waktu baku 10.079 detik/unit.

4.2.1 Analisis Perencanaan Agregat

Diperoleh jumlah kebutuhan tenaga kerja usulan 1 orang, penentuan jumlah tenaga kerja didasarkan dari data jumlah hari kerja efektif tahun 2021. Jumlah tenaga kerja awal berjumlah 4 orang dan jam kerja perhari selama 8 jam. Sedangkan biaya tenaga kerja pada pengrajan satu unit produk laptop mainan diperoleh biaya *regular time* (RT) sebesar Rp. 65.000 per unit/orang, biaya *overtime* (OT) sebesar Rp. 5.000 per unit/orang, dan biaya sub kontrak sebesar Rp. 35.000 per unit/orang.

Perencanaan agregat terlebih dahulu menentukan kapasitas produksi laptop mainan per periode 2021 pada tenaga kerja awal dan usulan, kemudian melakukan perencanaan agregat dengan menggunakan metode transportasi, dari metode ini dapat diketahui total biaya produksi yang harus dikeluarkan. Berdasarkan metode transportasi diperoleh total biaya produksi dengan menggunakan tenaga kerja awal 4 orang sebesar Rp. 24.835.812 dan untuk tenaga kerja usulan 1 orang Rp. 22.804.558.

4.2.2 Analisis Rough Cut Capacity Planning (RCCP)

Berdasarkan hasil perhitungan RCCP pada perakitan laptop mainan maka langkah awal yang dilakukan adalah mencari nilai *capacity available* selanjutnya mencari nilai *capacity requirement* dan didapat hasil perhitungan RCCP dengan

membandingkan antar kapasitas fasilitas produksi yang tersedia dan kapasitas yang dibutuhkan pada perakitan laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan RCCP Perakitan Laptop Mainan

No	Bulan	Capacity Available (Jam)	Capacity Requirement (Jam)	Keterangan
1	Januari	225.2	63.3	Mencukupi
2	Februari	204.8	70.4	Mencukupi
3	Maret	225.2	77.7	Mencukupi
4	April	225.2	65.6	Mencukupi
5	Mei	215.0	72.6	Mencukupi
6	Juni	225.2	61.4	Mencukupi
7	Juli	225.2	68.4	Mencukupi
8	Agustus	215	71.3	Mencukupi
9	September	225.2	63.6	Mencukupi
10	Oktober	225.2	62	Mencukupi
11	Nopember	215	64.9	Mencukupi
12	Desember	235.5	75.2	Mencukupi

Sumber : Pengolahan Data

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan membandingkan nilai *capasity available* dengan nilai *capasity requirement* dari bulan januari hingga desember semuanya mencukupi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi, maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan waktu normal dan waktu baku berdasarkan pengolahan data sebelumnya dari 4 operator diperoleh rata-rata waktu normal 9,42 detik dan waktu baku 10,079 detik/unit.
2. Hasil perhitungan jumlah tenaga kerja yang efektif dalam perakitan laptop mainan adalah tenaga kerja awal berjumlah 4 orang dan jam kerja perhari selama 8 jam.
3. Hasil perhitungan perencanaan agregrat pada perakitan laptop mainan adalah diperoleh jumlah kebutuhan tenaga kerja usulan 1 orang, penentuan jumlah tenaga kerja didasarkan dari data jumlah hari kerja efektif tahun 2021. Jumlah tenaga kerja awal berjumlah 4 orang dan jam kerja perhari selama 8 jam. Sedangkan biaya tenaga kerja pada penggerjaan satu unit produk laptop mainan diperoleh biaya *regular time* (RT) sebesar Rp.21,937 per unit/orang, biaya *over time* (OT) sebesar Rp. 13,5 per unit/orang, dan biaya sub kontrak sebesar Rp.35.000 per unit/orang. Berdasarkan metode transportasi diperoleh total biaya produksi dengan menggunakan tenaga kerja awal 4 orang sebesar Rp. 24.835.812 dan untuk tenaga kerja usulan 1 orang Rp. 22.804.556

5. 2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat disampaikan oleh praktikan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya praktikan harus terlebih dahulu memahami teori sebelum melaksanakan praktikum.
2. Sebaiknya operator yang melakukan perakitan adalah operator yang memiliki pengetahuan dan keahlian lebih banyak tentang elektronika agar

mendapatkan pengukuran waktu yang lebih baik.

3. Dalam melakukan perhitungan atau pengolahan data, sebaiknya praktikan memahami dengan pasti metode-metode yang digunakan, serta lebih teliti agar tidak terjadi kekeliruan dalam pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.R., 1974, *Introduction to Sequencing and Scheduling*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Heizer, Jay & Barry Render.2010. Manajemen Operasi. Edisi Ketujuh Buku 1. Jakarta: Salemba Empat
- Terry, Hill..2000. *The essence of Operations Management*. Yogyakarta: Andi Tersine,
- R.J., 1998, Principles of Inventory and Materials Management, North Holland, New York.
- Sofyan, Diana Khairani, ST., M.T, 2013, *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Yogyakarta; Graha Ilmu
- Purnomo, Agus, 2010 Perencanaan Produksi Sayuran Hidroponik Pada PT. Kebun Sayur Segar (Parung Farm), Bogor, Jawa Barat
- Wibisono, Ari Bagus. 2014, Rancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Baju dan Celana Menggunakan Model Persediaan Q Probabilistik dengan Kendala Luas Gudang di PT Cipta Gemilang Sentosa

Lampiran

Data Aggregate Planning Laptop Mainan

No.	Parameter	Keterangan
1	Jam kerja/hari (jam)	8
2	Biaya Produksi RT (Rp/hari/orang)	65000
3	Biaya Produksi OT (Rp/hari/orang)	5000
4	Biaya sub kontrak (Rp/hari/orang)	35000
5	Persediaan awal (unit)	400
6	Persediaan akhir (unit)	200
7	Kapasitas <i>over time</i> (jam/tahun)	3
8	Kapasitas subkontrak (unit)	100
9	Biaya penyimpanan (Rp/unit)	60
10	Jumlah tenaga kerja awal (orang)	3
11	Biaya <i>back order</i>	20000
12	Masa <i>back order</i> (bulan)	3
13	Biaya persediaan awal (Rp/unit)	100000
14	<i>Lead time</i> (bulan)	2

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM. 170130130



**LAPORAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI
MODUL IV**
MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Praktikum
Terintegrasi Pada Jurusan Teknik Industri

Disusun oleh:
Kelompok 1

No.	Nama	NIM
1.	Syafrizal	180130063
2.	Atikah Azmi Siregar	180130092
3.	Indah Permata Sari	180130100
4.	Fahri Aulia Nugraha Rambe	180130109
5.	Agung Rahmadi	180130151

Dosen Pembimbing:
Yohana Dian Putri, ST., MT

**LABORATORIUM TERINTEGRASI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2021**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan laporan pratikum Terintegrasi, Modul IV *Material Requirement Planning (MRP)*. Shalawat beriring salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalanan-Nya.

Laporan Terintegrasi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Dalam penulisan laporan ini hingga selesai, penulis telah banyak mendapat bantuan dan arahan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Amri, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
2. Defi Irwansyah, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri dan Teknik Logistik
3. Syarifuddin, ST., MT., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Industri
4. Yohana Dian Putri, ST., MT., selaku pembimbing Pratikum Terintegrasi
5. Seluruh Asisten Terintegrasi Laboratorium Teknik Industri
6. Seluruh pihak yang tak dapat disebut satu-persatu yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Pratikum Terintegrasi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Lhokseumawe, 02 Januari 2022

Kelompok 1

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR..... v

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Praktikum	2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	3
1.4.1 Batasan Masalah	3
1.4.2 Asumsi	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 <i>Material Requirement Planning</i>	5
2.2 Pengertian <i>Material Requirement Planning</i>	5
2.2.1 Tujuan <i>Material Requirement Planning</i>	6
2.3 Kelebihan dan Kelemahan <i>Material Requirement Planning</i>	10
2.3.1 Kelebihan <i>Material Requirement Planning</i>	10
2.3.2 Kelemahan <i>Material Requirement Planning</i>	10
2.4 Input dan Ouput <i>Material Requirement Planning</i>	11
2.4.1 Input <i>Material Requirement Planning</i>	11
2.4.2 Output <i>Material Requirement Planning</i>	12
2.5 Langkah-langkah Dasar Proses <i>Material Requirement Planning</i>	13

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data	16
----------------------------	----

3.1.1 Data <i>Forecasting</i>	16
3.1.2 Data Jadwal Indk Produksi (MPS).....	16
3.1.3 Struktur Produk	17
3.1.4 <i>Bill of Material</i>	18
3.1.5 <i>Item Master Record</i>	18

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

4.1 Pengolahan Data.....	20
4.1.1 Perhitungan MRP untuk Level 0.....	20
4.1.2 Perhitungan MRP untuk Level 1	20
4.1.3 Perhitungan MRP untuk Level 2.....	22
4.1.4 Perhitungan MRP untuk Level 3	32
4.2 Analisis Data	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Hasil Peramalan Laptop Mainan Periode Januari-Desember 2021	16
3.2 Jadwal Induk Produksi (MPS) Periode Januari-Desember 2021.....	16
3.3 <i>Bill of Material</i>	18
3.4 <i>Item Master</i> Laptop Mainan	18
4.1 Perhitungan MRP Teknik <i>Lot for Lot</i> Periode.....	20
4.2 Perhitungan MRP Teknik <i>Lot for Lot</i> Periode.....	21
4.3 Perhitungan MRP Teknik <i>Lot for Lot</i> Periode.....	21
4.4 Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	22
4.5 Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	23
4.6 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	23
4.7 Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	24
4.8 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	25
4.9 Perhitungan MRP Teknik <i>Least Unit Cost</i> Periode.....	25
4.10 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	26
4.11 Perhitungan MRP <i>Part Period Balancing</i> Periode	26
4.12 Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	27
4.13 Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	27
4.14 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	28
4.15 Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	28
4.16 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	29
4.17 Perhitungan MRP Teknik <i>Least Unit Cost</i> Periode.....	29
4.18 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	30
4.19 Perhitungan MRP <i>Part Period Balancing</i> Periode	30
4.20 Perhitungan MRP Teknik <i>Lot for Lot</i> Periode.....	31
4.21 Perhitungan MRP Teknik <i>Lot for Lot</i> Periode.....	32
4.22 Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	32
4.23 Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	33
4.24 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	34

4.25	Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	34
4.26	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	35
4.27	Perhitungan MRP <i>Least Unit Cost</i> Periode	35
4.28	Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	36
4.29	Perhitungan MRP Teknik <i>Part Period Balancing</i> Periode.....	36
4.30	Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	37
4.31	Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	37
4.32	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	38
4.33	Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	38
4.34	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	39
4.35	Perhitungan MRP <i>Least Unit Cost</i> Periode	39
4.36	Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	40
4.37	Perhitungan MRP Teknik <i>Part Period Balancing</i> Periode.....	40
4.38	Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	41
4.39	Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	41
4.40	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	42
4.41	Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	42
4.42	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	43
4.43	Perhitungan MRP <i>Least Unit Cost</i> Periode	43
4.44	Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	44
4.45	Perhitungan MRP Teknik <i>Part Period Balancing</i> Periode.....	44
4.46	Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	45
4.47	Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	45
4.48	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	46
4.49	Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	46
4.50	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	47
4.51	Perhitungan MRP <i>Least Unit Cost</i> Periode	47
4.52	Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	48
4.53	Perhitungan MRP Teknik <i>Part Period Balancing</i> Periode.....	48
4.54	Perhitungan MRP Teknik <i>Economic Order Quantity</i> Periode	49
4.55	Perhitungan MRP Teknik <i>Period Order Quantity</i> Periode	49

4.56	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Total Cost</i>	50
4.57	Perhitungan MRP Teknik <i>Least Total Cost</i> Periode.....	50
4.58	Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik <i>Least Unit Cost</i>	51
4.59	Perhitungan MRP <i>Least Unit Cost</i> Periode	51
4.60	Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB	52
4.61	Perhitungan MRP Teknik <i>Part Period Balancing</i> Periode.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar

	Halaman
2.1 Metode <i>Lot Sizing</i>	14
3.1 Struktur Laptop Mainan.....	18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, persaingan dalam suatu perusahaan dibidang ekonomi semakin pesat sehingga dibutuhkan upaya-upaya untuk mampu bersaing. Suatu perusahaan dalam pandangan ekonomi makro memiliki peranan yang penting dalam perekonomian suatu negara, yaitu dalam mengambil peran sebagai penggerak roda ekonomi, sehingga akan meningkatkan total produksi sebuah negara. Sedangkan secara mikro perusahaan mempunyai kegiatan utama yaitu melakukan proses bisnis dalam rangka mendapatkan keuntungan secara ekonomi dengan beragam aktifitas, mulai dari perencanaan, proses produksi barang dan jasa, pengelolaan personalia, manajemen keuangan, proses pembelian bahan baku dan bahan kemasan dan pendistribusian hasil-hasil produksi, kegiatan-kegiatan tersebut berguna dalam pencapaian tujuan dari suatu perusahaan.

Pada dasarnya tujuan dari suatu perusahaan adalah mendapatkan keuntungan berupa uang, apapun bentuk jenis usaha yang dilakukan. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, maka perusahaan harus melaksanakan aktivitasnya dengan lancar cepat dan hemat biaya, sehingga dapat memenuhi selera konsumen dan mendapat kepercayaan yang tinggi sebagai salah satu modal yang sangat vital. Dengan adanya kepercayaan dari konsumen maka dapat dipastikan bahwa produk yang dibuat akan dimanfaatkan oleh mereka. Untuk menjamin kebutuhan kebutuhan konsumen akan produk yang diproduksi oleh perusahaan maka perusahaan perlu mengontrol persediaan yang ada agar siap menjawab kebutuhan konsumen setiap saat tepat pada waktunya, oleh karena itu perusahaan hendaklah menerapkan suatu sistem atau metode yang efektif guna merespon masalahmasalah yang ada.

Dalam melaksanakan aktivitas produksinya, setiap perusahaan baik perusahaan jasa maupun perusahaan manufaktur pasti akan memerlukan adanya *Material Requirement Planning* (MRP). Tanpa adanya persediaan, perusahaan

akan dihadapkan pada risiko besar yaitu tidak terpenuhinya permintaan produk pada waktu yang diinginkan, tetapi sebaliknya jika perusahaan memiliki persediaan yang berlebih maka akan menimbulkan adanya biaya yang disebut dengan biaya penyimpanan.

Salah satu cara untuk mengendalikan persediaan adalah dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP). MRP merupakan teknik pendekatan yang bertujuan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan cara menjadwalkan kebutuhan akan material dan komponen untuk membantu perusahaan dalam mengatasi kebutuhan minimum dari komponen-komponen yang kebutuhannya dependen dan menjamin tercapainya produksi akhir.

Berdasarkan pernyataan tersebut maka terlihat betapa pentingnya perancangan kebutuhan material bagi sebuah perusahaan produk laptop mainan yang akan datang agar suatu perencanaan lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada modul *Material Requirement Planning* (MRP) ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan metode alternatif teknik lot sizing yang terbaik pada tiap level dalam rangka menjaga kelancaran produksi dan meningkatkan efisiensi terhadap pengendalian persediaan bahan baku pada produk laptop mainan ?
2. Bagaimana menentukan kinerja metode alternatif teknik lot sizing dibandingkan dengan kebijakan yang dilakukan oleh perusahaan dalam hal penghematan biaya persediaan bahan baku ?

1.3 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana menentukan metode alternatif teknik *lot sizing* yang terbaik dalam rangka menjaga kelancaran produksi dan meningkatkan efisiensi terhadap pengendalian persediaan bahan baku pada produk laptop mainan..

2. Untuk mengetahui kinerja metode alternatif teknik lot sizing dibandingkan dengan kebijakan yang dilakukan oleh perusahaan dalam hal penghematan biaya persediaan bahan baku.

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

1.4.1 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada modul *Material Requirement Planning* ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk pengolahan data berupa data persedian material/bahan baku pada tahun 2021.
2. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik *lot sizing*.

1.4.2 Asumsi

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penulisan laporan ini, yaitu:

1. Mengurangi pemborosan terhadap persediaan yang telah ada.
2. Praktikan dalam keadaan sehat.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan ini mengacu pada format yang telah ditentukan terdiri dari 5 bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I terbagi menjadi lima sub bab yaitu latar belakang, tujuan praktikum, perumusan masalah, batasan dan asumsi, dan sistematika laporan praktikum.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori-teori yang berasal dari buku pegangan dan referensi lainnya sebagai bahan untuk mendukung isi modul praktikum.

BAB III PENGUMPULAN DATA

Berisi pengumpulan data yang akan diolah agar dapat memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami. Data yang dikumpulkan dapat

merupakan data langsung (data primer) maupun data yang didapat dari pihak lain (data sekunder).

BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Berisi tentang pengolahan data dengan menggunakan metode-metode tertentu untuk melakukan peramalan dimasa yang akan datang dan penguraian analisa dan evaluasi berdasarkan dari pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang hasil kesimpulan yang diperoleh setelah melaksanakan praktikum dan saran-saran yang dapat diberikan untuk mendukung penyusunan laporan di masa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Material Requirement Planning*

Material Requirement Planning muncul pada tahun 60-an oleh Oliver Weight yang berasosiasi dengan Joseph Oirlicky, yang pertama kali diterapkan di *Toyota Company* Jepang. Salah satu cara untuk mengendalikan persediaan adalah dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP). MRP merupakan teknik pendekatan yang bertujuan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan cara menjadwalkan kebutuhan akan material dan komponen untuk membantu perusahaan dalam mengatasi kebutuhan minimum dari komponen-komponen yang kebutuhannya dependen dan menjamin tercapainya produksi akhir (Herry P. Chandra cs, 2001).

Fungsi sistem MRP meliputi pengendalian persediaan, tagihan pengolahan material dan penjadwalan dasar. MRP membantu organisasi untuk mempertahankan tingkat persediaan rendah (optimal). Hal ini digunakan untuk merencanakan manufaktur, pembelian dan memberikan kegiatan.

Suatu perusahaan yang memproduksi barang, apapun produk mereka, akan menghadapi masalah praktis yang sama sehari-hari bahwa pelanggan menginginkan produk akan tersedia dalam waktu yang lebih singkat dari yang dibutuhkan untuk membuat mereka ini berarti bahwa beberapa tingkat perencanaan diperlukan.

Perusahaan perlu untuk mengontrol jenis dan jumlah bahan yang mereka beli, merencanakan produk mana yang akan diproduksi dan jumlah barang yang harus diproduksi serta memastikan bahwa mereka mampu memenuhi permintaan pelanggan saat ini dan masa depan, semua dengan biaya serendah mungkin.

2.2 Pengertian *Material Requirement Planning (MRP)*

Perencanaan kebutuhan material (MRP) dapat didefinisikan sebagai suatu teknik atau prosedur yang sistematis untuk menentukan kuantitas serta waktu

dalam proses perencanaan dan pengendalian item barang (komponen) yang tergantung pada item-item tingkat (level) yang lebih tinggi (*dependent demand*) (Zulian Yamit 2006).

Material Requirement Planning (MRP) adalah metode penjadwalan untuk *purchased planned orders* dan *manufactured planned orders*, kemudian diajukan untuk analisis lanjutan berkenaan dengan persediaan kapasitas dan keseimbangan menggunakan perencanaan kebutuhan kapasitas. Sistem MRP mengkoordinasikan pemasaran, *manufacturing*, pembelian, rekayasa melalui pengadopsian rencana produksi serta melalui penggunaan satu *database* terintegrasi guna merencanakan, dan memperbaharui aktivitas dalam sistem industri modern secara keseluruhan Menurut Gasperz (2004).

Salah satu alasan mengapa MRP digunakan secara cepat dan meluas sebagai teknik manajemen produksi, yaitu karena MRP menggunakan kemampuan komputer untuk menyimpan dan mengelola data yang berguna dalam menjalankan kegiatan perusahaan. MRP dapat mengkoordinasikan kegiatan dari berbagai fungsi dalam perusahaan manufaktur, seperti teknik, produksi, dan pengadaan. Oleh karena itu, hal yang menarik dari MRP tidak hanya fungsinya sebagai penunjang dalam pengambilan keputusan, melainkan keseluruhan peranannya dalam kegiatan perusahaan.

MRP sangat bermanfaat bagi perencanaan kebutuhan material untuk komponen yang jumlah kebutuhannya dipengaruhi oleh komponen lain (*dependent demand*). MRP memberikan peningkatan efisiensi karena jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat direncanakan dengan lebih baik, karena ada keterpaduan dalam kegiatan yang didasarkan pada jadwal induk. Moto dari MRP adalah memperoleh material yang tepat, dari sumber yang tepat, untuk penempatan yang tepat, dan pada waktu yang tepat(Gaspersz 2004).

2.2.1 Tujuan *Material Requirement Planning*

Secara umum, sistem MRP dimaksudkan untuk mencapai tujuan antara lain untuk meminimalkan persediaan dengan menentukan berapa banyak dan

kapan suatu komponen diperlukan disesuaikan dengan Jadwal Induk Produksi (JIP) (Herjanto 1999).

Dengan menggunakan komponen ini, pengadaan (pembelian) atas komponen yang diperlukan untuk suatu rencana produksi dapat dilakukan sebatas yang diperlukan saja sehingga dapat meminimalkan biaya persediaan. Mengurangi resiko karena keterlambatan produksi atau pengiriman MRP mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah dan waktunya dengan memperhatikan waktu tenggang produksi maupun pengadaan atau pembelian komponen, sehingga memperkecil resiko tidak tersedianya bahan yang akan diproses yang mengakibatkan terganggunya rencana produksi. Meningkatkan efisiensi MRP juga mendorong peningkatan efisiensi karena jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat direncanakan lebih baik sesuai dengan Jadwal Induk Produksi (JIP).

Dengan demikian terdapat beberapa hal yang merupakan tujuan MRP (*Material Requirements Planning*) (Thesis UPI, 2012) yaitu sebagai berikut:

1. Meminimalkan persediaan, MRP menentukan berapa banyak dan kapan suatu komponen diperlukan disesuaikan dengan jadwal induk produksi.
2. Mengurangi risiko karena keterlambatan produksi atau pengiriman. MRP mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah dan waktunya.
3. Jadwal produksi diharapkan dapat dipenuhi sesuai dengan rencana, sehingga komitmen terhadap pengiriman barang dapat dilakukan secara lebih nyata.
4. MRP mendorong peningkatan efisiensi karena jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat direncanakan lebih baik sesuai dengan jadwal induk produksi.

Agar MRP dapat dibuat dengan baik, MRP memerlukan beberapa input utama yang harus terpenuhi. Input utama itu merupakan komponen dasar MRP yang terdiri dari:

1. *Master Production Schedule (MPS)*

Merupakan suatu pernyataan definitif tentang produk akhir (*end item*) apa yang direncanakan perusahaan untuk diproduksi, berapa kuantitas yang dibutuhkan, pada waktu kapan dibutuhkan, dan bilamana produk itu akan diproduksi. MPS disusun berkaitan dengan pemasaran, rencana distribusi, perencanaan produksi, dan perencanaan kapasitas.

2. *Bill of Material (BOM)*

Meliputi daftar barang atau material yang diperlukan bagi perakitan, pencampuran, dan pembuatan produk akhir. BOM (*Bill of Material*) dibuat untuk menentukan barang mana yang harus dibeli dan barang mana yang harus dibuat.

3. Struktur Produk

Merupakan gambaran tentang langkah-langkah atau proses pembuatan produk, mulai dari bahan baku hingga produk akhir.

4. Catatan Persediaan

Sistem MRP harus memiliki dan menjaga suatu data persediaan yang *up to date* untuk setiap komponen barang. Data ini harus menyediakan informasi yang akurat tentang ketersediaan komponen dan seluruh transaksi persediaan, baik yang sudah terjadi maupun yang sedang direncanakan. Pada dasarnya sistem MRP menghasilkan tiga jenis keluaran (*output*), dimana biasanya keluaran atau hasil dari sistem MRP ini berupa laporan-laporan. Laporan ini biasanya berfungsi untuk memberikan informasi, laporan-laporan tersebut, yaitu (Gasperz, 2004).

a. *MRP Primary Report*

Merupakan laporan utama MRP yang sering disebut secara singkat sebagai laporan MRP.

b. *MRP Action Report*

Sering disebut juga sebagai MRP *Exception Report* yang memberikan informasi kepada perencana tentang item yang perlu mendapat perhatian segera, dan merekomendasikan tindakan-tindakan yang perlu diambil.

c. MRP Pegging Report

Untuk memudahkan menelusuri sumber dari kebutuhan kotor untuk suatu item. Menggunakan *Pegging Reports*, perencana menentukan kebutuhan-kebutuhan yang diakibatkan oleh adanya pesanan.

Ukuran Lot merupakan suatu proses menentukan ukuran atau jumlah pemesanan, dimana pemesanan ini sudah harus tersedia di awal periode produksi. Ukuran jumlah barang yang dipesan (*lot size*) akan berhubungan dengan biaya pemesanan (*set up*) ataupun biaya penyimpanan barang. Semakin rendah ukuran lot, berarti semakin sering melakukan pemesanan barang, akan menurunkan biaya penyimpanan, tetapi menambah biaya pemesanan. Sebaliknya, semakin tinggi ukuran lot akan mengurangi frekuensi pemesanan, tetapi mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan. Mencari ukuran lot yang tepat yang dapat meminimalkan biaya total persediaan. Terdapat beberapa metode dalam menentukan ukuran lot (*lot size*), yaitu antar lain metode *Lot for Lot* (LFL), *Part Period Balancing* (PPB), *Economic Order Quantity* (EOQ), dan *Period Order Quantity* (POQ).

Metode *Lot for Lot* atau teknik penetapan ukuran lot dilakukan atas dasar pesanan diskrit, selain itu metode persediaan minimal berdasarkan pada ide menyediakan persediaan (memproduksi) sesuai dengan yang diperlukan saja, jumlah persediaan diusahakan seminimal mungkin. Jika pesanan dapat dilakukan dalam jumlah beberapa saja, pesanan sesuai dengan jumlah yang sesungguhnya diperlukan (*Lot for Lot*) menghasilkan tidak adanya persediaan. Metode ini mengandung resiko yang tinggi. Apabila terjadi keterlambatan dalam pengiriman barang, mengakibatkan terhentinya produksi jika persediaan itu berupa bahan baku, atau tidak terpenuhinya permintaan pelanggan apabila persediaan itu berupa barang jadi. Namun, bagi perusahaan tertentu seperti yang menjual barang-barang yang tidak tahan lama (*perishable products*), metode ini merupakan satu-satunya pilihan yang terbaik (Zulian 2003).

2.3 Kelebihan dan Kelemahan *Material Requirement Planning*

2.3.1 Kelebihan *Material Requirement Planning*

Kelebihan MRP antara lain sebagai berikut :

1. Kemampuan memberi harga lebih kompetitif.
2. Mengurangi harga penjualan.
3. Mengurangi inventori.
4. Pelayanan pelanggan yang lebih baik.
5. Respon terhadap permintaan pasar lebih baik.
6. Kemampuan mengubah jadwal induk.
7. Mengurangi biaya setup.
8. Mengurangi waktu menganggur.
9. Memberi catatan kemajuan sehingga manager dapat merencanakan order sebelum pesanan aktual dirilis.
10. Memberitahu kapan memperlambat akan sebaik mempercepat.
11. Menunda atau membatalkan pesanan.
12. Mengubah kuantitas pesanan.
13. Memajukan atau menunda batas waktu pesanan.
14. Membantu perencanaan kapasitas.

2.3.2 Kelemahan *Material Requirement Planning*

Problem utama penggunaan sistem MRP adalah integritas data. Jika terdapat data salah pada data persediaan, *bill of material* atau *master schedule* kemudian juga akan menghasilkan data salah. Problem utama lainnya adalah MRP systems membutuhkan data spesifik berapa lama perusahaan menggunakan berbagai komponen dalam memproduksi produk tertentu (asumsi semua variabel). Desain sistem ini juga mengasumsikan bahwa "*Lead time*" dalam proses *in manufacturing* sama untuk setiap item produk yang dibuat(Assauri 2004).

Proses manufaktur yang dimiliki perusahaan mungkin berbeda diberbagai tempat. Hal ini berakibat terjadinya daftar pesanan yang berbeda karena perbedaan jarak yang jauh. *The overall ERP system* dapat digunakan untuk mengorganisasi sediaan dan kebutuhan menurut individu perusahaanya dan

memungkinkan terjadinya komunikasi antar perusahaan sehingga dapat mendistribusikan setiap komponen pada kebutuhan perusahaan.

Hal ini mengindikasikan bahwa sebuah sistem *enterprise* perlu diterapkan sebelum menerapkan sistem MRP. ERP system dibutuhkan untuk menghitung secara reguler dengan benar bagaimana kebutuhan item sebenarnya yang harus disediakan untuk proses produksi.

MRP tidak mengitung jumlah kapasitas produksi. Meskipun demikian, dalam jumlah yang besar perlu diterapkan suatu sistem dalam tingkatan lebih lanjut, yaitu MRP II. MRP II adalah sistem yang mengintegrasikan aspek keuangan. Sistem ini mencakup perencanaan kapasitas.

Kegagalan dalam mengaplikasikan sistem MRP biasanya disebabkan oleh kurangnya komitmen top manajemen, Kesalahan memandang MRP hanyalah software yang hanya butuh digunakan secara tepat, integrasi MRP JIT yang tidak tepat, Membutuhkan pengoperasian yang akurat, dan Terlalu kaku.

2.4 *Input dan Output Material Requirement Planning*

2.4.1 *Input Material Requirement Planning*

Input yang dibutuhkan dalam konsep MRP, yaitu sebagai berikut (Mulyani, Sri. 2007):

1. Jadwal Induk Produksi (*Master Production Schedule*), merupakan ringkasan jadwal produksi produk jadi untuk periode mendatang yang dirancang berdasarkan pesanan pelanggan atau peramalan permintaan. JIP berisi perencanaan secara mendetail mengenai jumlah produksi yang dibutuhkan untuk setiap produk akhir beserta periode waktunya untuk suatu jangka perencanaan dengan memperhatikan kapasitas yang tersedia. Sistem MRP mengasumsikan bahwa pesanan yang dicatat dalam JIP adalah pasti, walaupun hanya merupakan peramalan.
2. Status Persediaan (*Inventory Master File atau Inventory Status Record*), merupakan catatan keadaan persediaan yang menggambarkan status semua item yang ada dalam persediaan yang berkaitan dengan :

- a. Jumlah persediaan yang dimiliki pada setiap periode (*on hand inventory*).

- b. Jumlah barang yang sedang dipesan dan kapan pesanan tersebut akan datang (*on order inventory*).

- c. *Lead time* dari setiap bahan.

3. Struktur Produk (*Bill Of Material*)

Merupakan kaitan antara produk dengan komponen penyusunnya yang memberikan informasi mengenai daftar komponen, campuran bahan dan bahan baku yang diperlukan untuk membuat produk. BOM juga memberikan deskripsi, penjelasan dan kuantitas dari setiap bahan baku yang diperlukan untuk membuat satu unit produk.

2.4.2 *Output Material Requirement Planning*

Output MRP sekaligus juga mencerminkan kemampuan dan ciri dari MRP adalah sebagai berikut :

1. *Planned Order Schedule* (Jadwal Pesanan Terencana) penentuan jumlah kebutuhan material serta waktu pemesanannya untuk masa yang akan datang.
2. *Order Release Report* (Laporan Pengeluaran Pesanan) berguna bagi pembeli yang akan digunakan untuk bernegoisasi dengan pemasok dan berguna juga bagi manajer manufaktur yang akan digunakan untuk mengontrol proses produksi.
3. *Changes to Planning Orders* (Perubahan terhadap pesanan yang telah direncanakan) yang merefleksikan pembatalan pesanan, pengurangan pesanan dan pengubahan jumlah pesanan.
4. *Performance Report* (Laporan Penampilan), suatu tampilan yang menunjukkan sejauh mana sistem bekerja, kaitannya dengan kekosongan stok dan ukuran yang lain.

2.5 Langkah-langkah Dasar Proses *Material Requirement Planning*

Ada empat tahap dalam proses perencanaan kebutuhan material, tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Netting* (Perhitungan kebutuhan bersih)

Netting adalah proses perhitungan kebutuhan bersih yang besarnya merupakan selisih antara kebutuhan kotor dengan keadaan persediaan.

2. *Lotting* (Penentuan ukuran pemesanan)

Lotting adalah menentukan besarnya pesanan setiap individu berdasarkan pada hasil perhitungan *netting*.

3. *Offsetting* (Penetapan besarnya waktu ancang-ancang)

Offsetting bertujuan untuk menentukan saat yang tepat untuk melaksanakan rencana pemesanan dalam memenuhi kebutuhan bersih yang diinginkan *Lead time*.

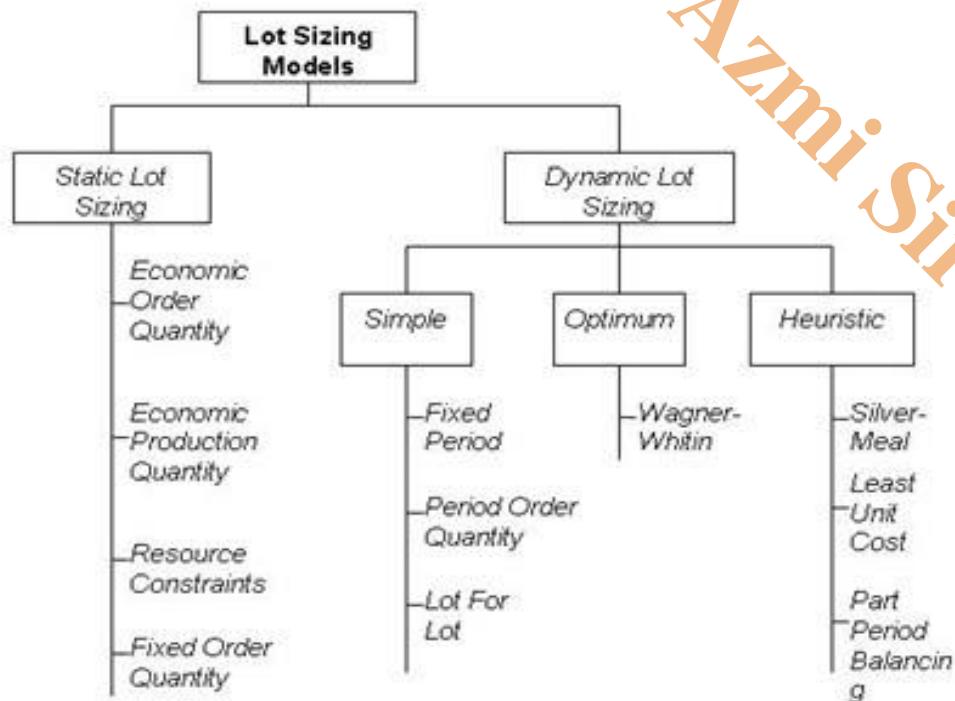
4. *Exploding* (Perhitungan selanjutnya untuk level di bawahnya)

Exploding adalah proses perhitungan kebutuhan kotor untuk tingkat level dibawahnya, berdasarkan pada rencana pemesanan.

2.6 Teknik *Lot Sizing*

Penentuan ukuran lot dalam MRP merupakan masalah yang komplek dan sulit. *Lot size* diartikan sebagai kuantitas yang dinyatakan dalam penerimaan pesanan dan penyerahan pesanan dalam *schedule* MRP. Untuk komponen yang diproduksi di dalam pabrik, *lot size* merupakan jumlah produksi, untuk komponen yang dibeli. *Lot size* berarti jumlah yang dipesan dari *supplier*. Dengan demikian *Lot size* secara umum merupakan pemenuhan kebutuhan komponen untuk satu atau lebih periode (Assauri 2004).

Sebenarnya ada banyak metode *lot sizing* yang dapat digunakan. Metode-metode tersebut dikelompokkan berdasarkan karakteristik sifat *lot sizing* yang diinginkan apakah statis atau dinamis. Secara singkat pengelompokan tersebut dapat dilihat pada bagan berikut (Nasution 2003):



Gambar 2.1 Metode Lot Sizing

Kebijakan persediaan dikembangkan untuk menentukan kapan dilakukan penggantian kembali (*replenishment*) persediaan dan berapa banyak harus dipesan dalam sekali pemesanan. Keputusan tentang ukuran lot dan saat produksi sangat penting karena menyangkut penggunaan tenaga kerja dan peralatan yang ekonomis. Teknik *lot sizing* merupakan ukuran *lot sizing* (kuantitas pesanan) untuk memenuhi kebutuhan bersih satu atau beberapa periode sekaligus. Dalam penerapan metode MRP penentuan ukuran pesanan (lot) yang digunakan merupakan faktor yang terpenting. Pemilihan teknik *lot sizing* yang akan digunakan mempengaruhi ke efektifan sistem MRP secara keseluruhan. Didalam pemilihan keputusan teknik *lot sizing* yang digunakan, hal yang dipertimbangkan adalah biaya-biaya yang terjadi akibat adanya persediaan (biaya persediaan), yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*).

Sampai saat ini ada sepuluh teknik *lot sizing* yang menggunakan pendekatan *level by level* yang dapat digunakan, yaitu sebagai berikut (Nasution 2003):

1. Jumlah pesanan tetap atau *Fixed Order Quantity* (FOQ).
2. Jumlah pesanan ekonomi atau *Economic Order Quantity* (EOQ)
3. Lot untuk lot atau *Lot for Lot* (LFL).
4. Kebutuhan periode tetap atau Fixed Period Requirements (FPR).
5. Jumlah pesanan periode atau *Period Order Quantity* (POQ).
6. Ongkos unit terkecil atau Least Unit Cost (LUC).
7. Ongkos total terkecil atau Least Total Cost (LTC).
8. Keseimbangan suatu periode atau *Part Period Balancing* (PBB).
9. Metode *Silver Meal* (SM).
10. Algoritma Wagner Whittin (AWW).

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data *Forecasting*

Data hasil peramalan penjualan laptop mainan untuk periode Januari-Desember 2021 dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil Peramalan Laptop Mainan Periode Januari-Desember 2021

Periode	Unit
Januari	222
Februari	188
Maret	219
April	219
Mei	188
Juni	245
Juli	240
Agustus	240
September	240
Oktober	211
November	188
Desember	208
Total	2608

Sumber: Pengolahan Data

3.1.2 Data Jadwal Induk Produksi (MPS)

Berdasarkan data *aggregate planning* diketahui Jadwal Induk Produksi (MPS) untuk produk laptop mainan periode Januari-Desember 2021 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Jadwal Induk Produksi (MPS) Periode Januari-Desember 2021

Periode	Perencanaan Produksi
Januari	198,205
Februari	220,626
Maret	243,537
April	205,950
Mei	227,882

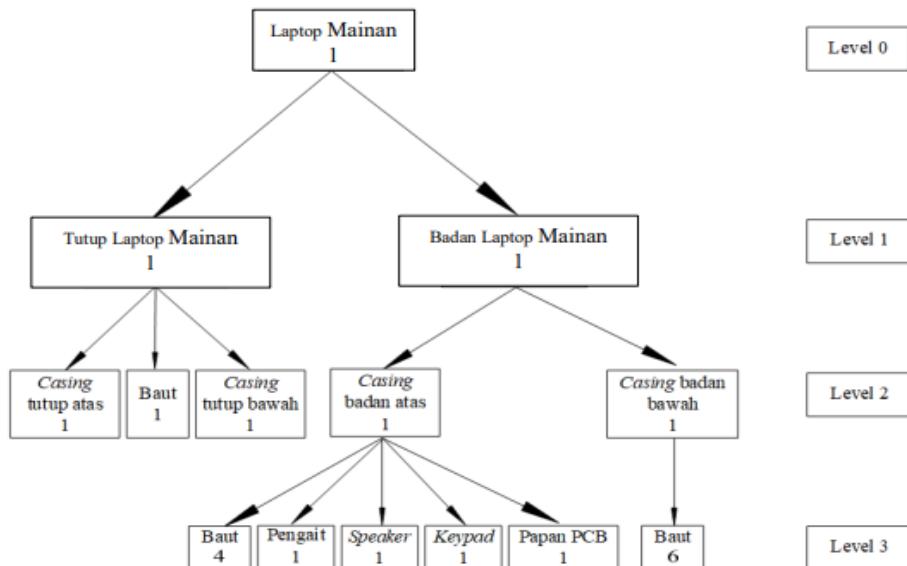
**Tabel 3.2 Jadwal Induk Produksi (MPS) Periode Januari-Desember 2021
(Lanjutan)**

Periode	Perencanaan Produksi
Juni	192,742
Juli	214,551
Agustus	223,724
September	199,428
Oktober	194,454
November	203,749
Desember	235,220
Total	2560,029

Sumber: Pengolahan Data

3.1.3 Struktur Produk

Struktur produk adalah gambaran material, terdiri dari sub produk atau informasi tentang hubungan antara komponen-komponen dalam suatu produk *assembling*. Struktur produk laptop mainan dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Struktur Laptop Mainan

3.1.4 Bill of Material

Bill of material adalah gambaran material yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. *Bill of material* produk laptop mainan dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Bill Of Material

Level	Kode Part	Keterangan	Jumlah
0	A ₁	Laptop mainan	1
1	B ₁	Tutup laptop mainan	1
	B ₂	Badan laptop mainan	1
2	C ₁	<i>Casing</i> tutup atas	1
	C ₂	<i>Casing</i> tutup bawah	1
	C ₃	<i>Casing</i> badan atas	1
	C ₄	<i>Casing</i> badan bawah	1
3	D ₁	Papan PCB	1
	D ₂	<i>Keypad</i>	1
	D ₃	<i>Speaker</i>	1
	D ₄	Baut	11
	D ₅	Pengait	2

Sumber: Data Pengamatan

3.1.5 Item Master Record

Item Master Record menunjukkan status semua *item* yang ada dalam persediaan atau gudang. Data *Item Master Record* dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4 Item Master Laptop Mainan

No	Kode Part	Keterangan	Lot Sizing	Ongkos Pesan (Rp/Pesanan)	Ongkos Simpan (Rp/Unit per Bulan)	Lead Time (Bulan)	Harga Satuan
1	A ₁	Laptop mainan	LFL	12000	60	2	65.000
2	B ₁	Tutup laptop mainan	LFL	12000	60	2	6.000
3	B ₂	Badan laptop mainan	LFL	12000	60	2	40.000

Tabel 3.4 Item Master Laptop Mainan (Lanjutan)

No	Kode Part	Keterangan	Lot Sizing	Ongkos Pesan (Rp/Pesanan)	Ongkos Simpan (Rp/Unit per Bulan)	Lead Time (Bulan)	Harga Satuan
4	C ₁	<i>Casing</i> tutup atas	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	3.000
5	C ₂	<i>Casing</i> tutup bawah	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	5.000
6	C ₃	<i>Casing</i> badan atas	LFL	12000	60	2	30.000
7	C ₄	<i>Casing</i> badan bawah	LFL	12000	60	2	15.000
8	D ₁	Papan PCB	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	20.000
9	D ₂	<i>Keypad</i>	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	5.000
10	D ₃	<i>Speaker</i>	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	5.000
11	D ₄	Baut	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	1.000
12	D ₅	Pengait	LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB	12000	60	2	500

Sumber: Data Pengamatan

BAB IV

PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengolahan Data

Berikut ini dilakukan perhitungan untuk Level 0, Level 1, Level 2 dan Level 3 dari struktur produk laptop mainan.

4.1.1 Perhitungan MRP untuk Level 0

Pada Level ini, teknik yang digunakan adalah teknik *Lot For Lot* (LFL). Perhitungan MRP teknik *Lot For Lot* dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:
Diketahui :

Nama Part	: Laptop Mainan (A1)
Teknik Ukuran Lot	: <i>Lot For Lot</i>
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-
<i>Lead Time</i>	: 2

Tabel 4.1 Perhitungan MRP Teknik *Lot for Lot* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		198	221	244	206	228	193	215	224	199	194	204	235
SR		198	314										
POH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PoRec		198	221	244	206	228	193	215	224	199	194	204	235
PoRel		244	206	228	193	215	224	199	194	204	235		

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{array}{lll} \text{Ongkos pesan} & = 12 \times \text{Rp.}12.000,- & = \text{Rp.}144.000,- \\ \text{Ongkos simpan} & = 0 \times \text{Rp.}60,- & = \text{Rp. } 0,- \\ \text{Total ongkos} & & = \text{Rp.}144.000,- \end{array}$$

4.1.2 Perhitungan MRP untuk Level 1

Pada Level ini, teknik yang digunakan adalah teknik *Lot For Lot* (LFL). Perhitungan MRP teknik *Lot For Lot* dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:
Diketahui :

a. **Nama Part** : Tutup Laptop Mainan (B1)

Teknik Ukuran Lot : *Lot For Lot*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.2 Perhitungan MRP Teknik *Lot for Lot* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		244	206	228	193	215	224	199	194	204	235		
SR	244												
POH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PoRec		244	206	228	193	215	224	199	194	204	235		
PoRel		228	193	215	224	199	194	204	235				

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan = $10 \times \text{Rp.}12.000,-$ = Rp. 120.000,-

Ongkos simpan = $0 \times \text{Rp.}3.000,-$ = _____ 0,-

Total ongkos = Rp. 120.000,-

b. **Nama Part** : Badan Laptop mainan (B2)

Teknik Ukuran Lot : *Lot For Lot*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.3 Perhitungan MRP Teknik *Lot for Lot* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		244	206	228	193	215	224	199	194	204	235		
SR													
POH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PoRec		244	206	228	193	215	224	199	194	204	235		
PoRel		228	193	215	224	199	194	204	235				

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan = $10 \times \text{Rp.}12.000,-$ = Rp. 120.000,-

Ongkos simpan = $0 \times \text{Rp.}60 , -$ = _____ 0,-

Total ongkos = Rp. 120.000,-

4.1.3 Perhitungan MRP untuk Level 2

Pada Level ini, teknik yang digunakan adalah teknik *Economic Order Quantity* (EOQ), *Least Total Cost* (LTC), *Least Unit Cost* (LUC), *Period Order Quantity* (POQ), *Part Period Balancing* (PPB)

Diketahui :

- a. Nama Part : **Casing Tutup Atas (C1)**
- Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*
- Ongkos Pesan : Rp.12.000,-
- Ongkos Simpan : Rp.60,-
- Lead Time* : 2
- Asumsi : Jumlah Permintaan = 19.240 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.12000.2.561}{60}} = 2.774$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		2.774											
POH	0	2.546	2.353	2.138	1.914	1.715	1.521	1.317	1.082				
PoRec		2.774											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan = 1 x Rp.12.000,- = Rp. 12.000,-

Ongkos simpan = 14.586 x Rp.60,- = Rp 875.160.

Total ongkos = Rp. 887.160,-

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 19.240 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.12000.19240}{60}} = 2.774$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{EOQ}} = \sqrt{\frac{19.240}{2.774}} = 2,6$$

$$POQ = \sqrt{\frac{8}{2,6}} = 1,75 \approx 2$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		421											
POH		193	0	224	0	194	0	235	0				
PoRec		421		439		403		439					
PoRel		439		403		439							

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 4 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 48.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 846 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 50.760,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 98.760,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Least Total Cost (LTC)*

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.6 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*

0	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	228	0	0	0
2	193	1	$193 \times 60 \times 1 = 11.580$	11.580

Tabel 4.6 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*
(Lanjutan)

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
3	215	0	0	0
4	224	0	0	0
5	199	1	$199 \times 60 \times 1 = 11.940$	11.940
6	194	0	0	0
7	204	0	0	0
8	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.6 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada periode 5, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 3 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk laptop mainan teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.7 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		421											
POH		193	0	224	0	194	0	235	0				
PoRec		421		439		403		439					
PoRel		439		403		439							

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 4 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 48.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 846 \times \text{Rp. } 60,- = \text{Rp } 50.760,-$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 98.760,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Least Unit Cost*

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.8 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	228	12.000	0	12.000	52,63
1-2	421	12.000	(193 x60) = 11.580	23.580	56,0
2	193	12.000	0	12.000	62,17
2-3	408	12.000	(215 x60) = 12.900	24.900	61,03
2-4	632	12.000	(215 x60) + (224 x120) = 39.780	51.780	81,93
4	224	12.000	0	12.000	53,57
4-5	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
5	199	12.000	0	12.000	62,17
5-6	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
5-7	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
7	204	12.000	0	12.000	58,82
7-8	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
8	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.8 ongkos per unit terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.9 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	408										
POH		0	215	0	0	194	0	0	0				
PoRec		228	408		224	393		204	235				
PoRel			224	393		204	235						

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 409 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 24.540,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 96.540,-$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12.000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.10 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	228	0	0	0
2	193	0	0	0
3	215	0	0	0
4	224	0	0	0
5	199	0	0	0
6	194	0	0	0
7	204	0	0	0
8	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.11 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	193										
POH	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
PoRec		228	193	215	224	199	194	204	235				
PoRel		215	224	199	194	204	235						

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 8 \times \text{Rp.}12.000,- = \text{Rp.}96.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp.}60,- = \underline{\text{Rp.}0,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 96.000,-$$

b. Nama Part : Casing Tutup Bawah (C2)

Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 19.240 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} = \sqrt{\frac{2.12000.19.240}{60}} = 2.774$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4.12 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		2.774											
POH	0	2.546	2.353	2.138	1.914	1.715	1.521	1.317	1.082				
PoRec		2.774											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 1 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 14.586 \times \text{Rp.} 60,- = \text{Rp. } 875.160.$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 887.160,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 19.240 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.12000.19240}{60}} = 2.774$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{\text{EOQ}}} = \sqrt{\frac{19.240}{2.774}} = 2,6$$

$$\text{POQ} = \sqrt{\frac{8}{2,6}} = 1,75 \approx 2$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		421											
POH		193	0	224	0	194	0	235	0				

Tabel 4.13 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode (Lanjutan)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PoRec		421		439		403		439					
PoRel		439		403		439							

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 4 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 48.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 846 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 50.760,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 98.760,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Least Total Cost* (LTC)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.14 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*

0	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	228	0	0	0
2	193	1	$193 \times 60 \times 1 = 11.580$	11.580
3	215	0	0	0
4	224	0	0	0
5	199	1	$199 \times 60 \times 1 = 11.940$	11.940
6	194	0	0	0
7	204	0	0	0
8	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.14 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada priode 5, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk priode 3 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk laptop mainan teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		421											
POH		193	0	224	0	194	0	235	0				
PoRec		421		439		403		439					

Tabel 4.15 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost Period* (Lanjutan)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PoRel		439		403		439							

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{aligned}
 \text{Ongkos pesan} &= 4 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 48.000,- \\
 \text{Ongkos simpan} &= 846 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 50.760,-} \\
 \text{Total ongkos} &= \text{Rp } 98.760,- \\
 \text{Teknik Ukuran Lot} &: \text{Least Unit Cost} \\
 \text{Ongkos Pesan} &: \text{Rp. } 12.000,- \\
 \text{Ongkos Simpan} &: \text{Rp. } 60,- \\
 \text{Lead Time} &: 2
 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	228	12.000	0	12000	52,63
1-2	421	12.000	(193 x 60) = 11.580	23.580	56,0
2	193	12.000	0	12000	62,17
2-3	408	12.000	(215 x 60) = 12.900	24.900	61,03
2-4	632	12.000	(215 x 60) + (224 x 120) = 39.780	51.780	81,93
4	224	12.000	0	12.000	53,57
4-5	423	12.000	(199 x 60) = 11.940	23.940	56,59
5	199	12.000	0	12.000	62,17
5-6	393	12.000	(194 x 60) = 11.640	23.640	60,15
5-7	597	12.000	(194 x 60) + (204 x 120) =	48.120	80,60
7	204	12.000	0	12.000	58,82
7-8	439	12.000	(235 x 60) = 14.100	26.100	59,45
8	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.16 ongkos per unit terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.17 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost Period*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	408										
POH		0	215	0	0	194	0	0	0				

Tabel 4.17 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost Periode* (Lanjutan)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PoRec		228	408		224	393		204	235				
PoRel			224	393		204	235						

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 409 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 24.540,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 96.540,-$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12.000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.18 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	228	0	0	0
2	193	0	0	0
3	215	0	0	0
4	224	0	0	0
5	199	0	0	0
6	194	0	0	0
7	204	0	0	0
8	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.19 Perhitungan MRP *Part Period Balancing* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	193										
POH	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
PoRec		228	193	215	224	199	194	204	235				
PoRel		215	224	199	194	204	235						

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 8 x Rp.12.000,-	= Rp.96.000,-
Ongkos simpan	= 0 x Rp.60,-	= Rp. 0,-
Total ongkos		= Rp 96.000,-

Pada Level ini, teknik yang digunakan adalah teknik *Lot For Lot* (LFL).

Perhitungan MRP teknik *Lot For Lot* dapat dilihat sebagai berikut:

Diketahui:

- c. **Nama Part** : *Casing Badan Atas* (C3)
- Teknik Ukuran Lot : *Lot For Lot*
- Ongkos Pesan : Rp.12.000,-
- Ongkos Simpan : Rp.60,-
- Lead Time* : 2

Tabel 4.20 Perhitungan MRP Teknik *Lot For Lot* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	193										
POH	0												
PoRec		228	193	215	224	199	194	204	235				
PoRel		215	224	199	194	204	235						

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 8 x Rp.12.000,-	= Rp. 96.000 ,-
Ongkos simpan	= 0 x Rp.60,-	= Rp 0
Total ongkos		= Rp. 96.000 ,-

- d. **Nama Part** : *Casing badan bawah* (C4)

- Teknik Ukuran Lot : *Lot For Lot*
- Ongkos Pesan : Rp.12.000,-
- Ongkos Simpan : Rp.60,-
- Lead Time* : 2
- Asumsi : Jumlah Permintaan = 19.240 unit/tahun
- Teknik Ukuran Lot : *Lot For Lot*
- Ongkos Pesan : Rp.12.000,-
- Ongkos Simpan : Rp.60,-
- Lead Time* : 2

Tabel 4.21 Perhitungan MRP teknik *Lot For Lot* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		228	193	215	224	199	194	204	235				
SR		228	193										
POH	0												
PoRec		228	193	215	224	199	194	204	235				
PoRel		215	224	199	194	204	235						

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{aligned}
 \text{Ongkos pesan} &= 8 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 96.000,- \\
 \text{Ongkos simpan} &= 0 \times \text{Rp. } 60,- = \text{Rp. } 0 \\
 \text{Total ongkos} &= \text{Rp. } 96.000,-
 \end{aligned}$$

4.1.4 Perhitungan MRP untuk Level 3

Pada Level ini, teknik yang digunakan adalah teknik *Least Total Cost* (LTC), *Least Unit Cost* (LUC), *Economic Order Quantity* (EOQ), *Period Order Quantity* (POQ), *Part Period Balancing* (PPB)

a. **Nama Part : Papan PCB (D1)**

Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.12000.18.320}{60}} = 1.914$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.22 sebagai berikut:

Tabel 4.22 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		1.914											
POH	0	1.699	1.475	1.276	1.082	878	643						

Tabel 4.22 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode (Lanjutan)

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
PoRec		1.914											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 1 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 7.053 \times \text{Rp. } 60,- = \text{Rp. } 423.180$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 435.180,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.26000.18.320}{60}} = 1.914$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{\text{EOQ}}} = \sqrt{\frac{18.320}{1.914}} = 9,5$$

$$\text{POQ} = \sqrt{\frac{6}{9,5}} = 0,79 \approx 1$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.23 sebagai berikut:

Tabel 4.23 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH	0	0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp. } 60,- = \text{Rp. } 0,-$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 72.000,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Least Total Cost* (LTC)
 Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-
 Ongkos Simpan : Rp. 60,-
Lead Time : 2

Tabel 4.24 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	1	$199 \times 60 \times 1 = 11.940$	11.940
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.24 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada periode 3, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 4 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk part pisau teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.25 berikut:

Tabel 4.25 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	215	224	199	194	204	235							
SR	215	423											
POH	0	199	0	0	0	0							
PoRec	215	423		194	204	235							
PoRel		194	204	235									

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 5 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 60.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 199 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp. } 11.940,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 71.940,-$$

Diketahui :

Teknik Ukuran Lot : *Least Unit Cost*

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.26 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	215	12.000	0	12.000	55,81
1-2	439	12.000	(224 x60) = 13.440	25.440	57,94
2	224	12.000	0	12.000	53,57
2-3	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
3	199	12.000	0	12.000	62,17
3-4	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
3-5	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
5	204	12.000	0	12.000	58,82
5-6	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
6	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.26, ongkos pesan terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.27 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	0	215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH		0	0	194	0	0	0						
PoRec		215	224	393		204	235						
PoRel		393		204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 5 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp.} 60.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 194 \times \text{Rp.} 60,- = \underline{\text{Rp.} 11.640,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp.} 71.640 ,-$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.28 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	0	0	0
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.29 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215											
POH		0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp.}12.000,- = \text{Rp.}72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp.}60,- = \underline{\text{Rp.}0,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp.}72.000,-$$

e. Nama Part : Keypad (D2)

Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} = \sqrt{\frac{2.12000.18.320}{60}} = 1.914$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.30 sebagai berikut:

Tabel 4.30 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		1.914											
POH	0	1.699	1.475	1.276	1.082	878	643						
PoRec		1.914											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 1 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 7.053 \times \text{Rp.} 60,- = \text{Rp. } 423.180$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 435.180,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.26000.18.320}{60}} = 1.914$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{\text{EOQ}}} = \sqrt{\frac{18.320}{1.914}} = 9,5$$

$$\text{POQ} = \sqrt{\frac{6}{9,5}} = 0,79 \approx 1$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.31 sebagai berikut:

Tabel 4.31 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH	0	0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 72.000,-$$

Ongkos simpan	= 0 x Rp.60,-	= Rp 0,-
Total ongkos		= Rp 72.000,-
Teknik Ukuran Lot	: Least Total Cost (LTC)	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	
Lead Time	: 2	

Tabel 4.32 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik Least Total Cost

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	1	199 x 60 x 1 = 11.940	11.940
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.32 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada priode 3, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk priode 4 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk part pisau teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.33 berikut:

Tabel 4.33 Perhitungan MRP teknik Least Total Cost Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	423										
POH		0	199	0	0	0	0						
PoRec		215	423		194	204	235						
PoRel			194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 5 x Rp.12.000,-	= Rp.60.000,-
Ongkos simpan	= 199 x Rp.60,-	= Rp 11.940,-
Total ongkos		= Rp 71.940,-

Diketahui :

- Teknik Ukuran Lot : *Least Unit Cost*
 Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-
 Ongkos Simpan : Rp. 60,-
 Lead Time : 2

Tabel 4.34 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	215	12.000	0	12.000	55,81
1-2	439	12.000	(224 x60) = 13.440	25.440	57,94
2	224	12.000	0	12000	53,57
2-3	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
3	199	12.000	0	12.000	62,17
3-4	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
3-5	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
5	204	12.000	0	12.000	58,82
5-6	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
6	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.34, ongkos pesan terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.35 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	0	215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH		0	0	194	0	0	0						
PoRec		215	224	393		204	235						
PoRel		393		204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{aligned}
 \text{Ongkos pesan} &= 5 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp.} 60.000,- \\
 \text{Ongkos simpan} &= 194 \times \text{Rp.} 60,- = \underline{\text{Rp.} 11.640,-} \\
 \text{Total ongkos} &= \text{Rp.} 71.640,-
 \end{aligned}$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Atikah Azmi Siregar

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.36 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	0	0	0
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.37 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215											
POH		0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp.}12.000,- = \text{Rp.}72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp.}60,- = \underline{\text{Rp.}0,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp.}72.000,-$$

f. **Nama Part** : Speaker (D3)

Teknik Ukuran Lot : Economic Order Quantity

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.12000.18.320}{60}} = 1.914$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.38 sebagai berikut:

Tabel 4.38 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		1.914											
POH	0	1.699	1.475	1.276	1.082	878	643						
PoRec		1.914											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\begin{aligned} \text{Ongkos pesan} &= 1 \times \text{Rp.} 12.000,- & = \text{Rp. } 12.000,- \\ \text{Ongkos simpan} &= 7.053 \times \text{Rp.} 60,- & = \text{Rp. } 423.180 \\ \text{Total ongkos} & & = \text{Rp. } 435.180 \end{aligned}$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.26000.18.320}{60}} = 1.914$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{EOQ}} = \sqrt{\frac{18.320}{1.914}} = 9,5$$

$$POQ = \sqrt{\frac{6}{9,5}} = 0,79 \approx 1$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.39 sebagai berikut:

Tabel 4.39 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH	0	0	0	0	0	0	0						

PoRec		215	224	199	194	204	235					
PoRel		199	194	204	235							

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp } 72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp. } 60,- = \underline{\text{Rp } 0,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp } 72.000,-$$

Teknik Ukuran Lot : *Least Total Cost (LTC)*

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Tabel 4.40 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	1	$199 \times 60 \times 1 = 11.940$	11.940
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.40 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada priode 3, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk priode 4 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk part pisau teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.41 berikut:

Tabel 4.41 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	423										
POH		0	199	0	0	0	0						
PoRec		215	423		194	204	235						
PoRel			194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 5 \times \text{Rp. } 12.000,- = \text{Rp. } 60.000,-$$

Ongkos simpan	= 199 x Rp.60,-	= Rp 11.940,-
Total ongkos		= Rp 71.940,-
Teknik Ukuran Lot	: Least Unit Cost	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	
Lead Time	: 2	

Tabel 4.42 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik Least Unit Cost

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	215	12.000	0	12.000	55,81
1-2	439	12.000	(224 x60) = 13.440	25.440	57,94
2	224	12.000	0	12000	53,57
2-3	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
3	199	12.000	0	12.000	62,17
3-4	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
3-5	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
5	204	12.000	0	12.000	58,82
5-6	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
6	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3.30, ongkos pesan terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.43 Perhitungan MRP teknik Least Unit Cost Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	0	215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH		0	0	194	0	0	0						
PoRec		215	224	393		204	235						
PoRel		393		204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 5 x Rp.12.000,-	= Rp. 60.000,-
Ongkos simpan	= 194 x Rp.60,-	= Rp. 11.640,-
Total ongkos		= Rp. 71.640 , -

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.44 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	0	0	0
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.45 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215											
POH		0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan = 6 x Rp.12.000,- = Rp.72.000,-

Ongkos simpan = 0 x Rp.60,- = Rp. 0,-

Total ongkos = Rp 72.000,-

g. Nama Part : Baut (D4)

Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} = \sqrt{\frac{2.12000.18.320}{60}} = 1.914$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.46 sebagai berikut:

Tabel 4.46 Perhitungan MRP Teknik *Economic Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		1.914											
POH	0	1.699	1.475	1.276	1.082	878	643						
PoRec		1.914											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 1 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 7.053 \times \text{Rp.} 60,- = \text{Rp. } 423.180$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 435.180$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.26000.18.320}{60}} = 1.914$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{\text{EOQ}}} = \sqrt{\frac{18.320}{1.914}} = 9,5$$

$$\text{POQ} = \sqrt{\frac{6}{9,5}} = 0,79 \approx 1$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.47 sebagai berikut:

Tabel 4.47 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH	0	0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 6 x Rp. 12.000,-	= Rp 72.000,-
Ongkos simpan	= 0 x Rp.60,-	= Rp 0,-
Total ongkos		= Rp 72.000,-
Teknik Ukuran Lot	: Least Total Cost (LTC)	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	
Lead Time	: 2	

Tabel 4.48 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik Least Total Cost

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	1	199 x 60 x 1 = 11.940	11.940
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.48 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada priode 3, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk priode 4 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk part pisau teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.49 berikut:

Tabel 4.49 Perhitungan MRP Teknik Least Total Cost Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	423										
POH		0	199	0	0	0	0						
PoRec		215	423		194	204	235						
PoRel			194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 5 x Rp.12.000,-	= Rp.60.000,-
Ongkos simpan	= 199 x Rp.60,-	= Rp 11.940,-
Total ongkos		= Rp 71.940,-
Teknik Ukuran Lot	: Least Unit Cost	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	

Lead Time : 2

Tabel 4.50 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	215	12.000	0	12.000	55,81
1-2	439	12.000	(224 x60) = 13.440	25.440	57,94
2	224	12.000	0	12.000	53,57
2-3	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
3	199	12.000	0	12.000	62,17
3-4	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
3-5	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
5	204	12.000	0	12.000	58,82
5-6	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
6	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.50, ongkos pesan terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.51 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	0	215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH		0	0	194	0	0	0						
PoRec		215	224	393		204	235						
PoRel		393		204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 5 \times \text{Rp.}12.000,- = \text{Rp.} 60.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 194 \times \text{Rp.}60,- = \underline{\text{Rp.} 11.640,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp.} 71.640 , -$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.52 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	0	0	0
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.53 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215											
POH	0	0	0	0	0	0							
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 6 \times \text{Rp.}12.000,- = \text{Rp.}72.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0 \times \text{Rp.}60,- = \underline{\text{Rp. } 0,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 72.000,-$$

h. Nama Part : Pengait (D5)

Teknik Ukuran Lot : *Economic Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp.60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan EOQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} = \sqrt{\frac{2.12000.18.320}{60}} = 1.914$$

Perhitungan MRP teknik *Economic Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.54 sebagai berikut:

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		1.914											
POH	0	1.699	1.475	1.276	1.082	878	643						
PoRec		1.914											
PoRel													

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 1 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 7.053 \times \text{Rp.} 60,- = \text{Rp. } 423.180$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp. } 435.180$$

Teknik Ukuran Lot : *Period Order Quantity*

Ongkos Pesan : Rp.12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Asumsi : Jumlah Permintaan = 18.320 unit/tahun

Perhitungan POQ adalah sebagai berikut:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2A\lambda}{60}} = \sqrt{\frac{2.26000.18.320}{60}} = 1.914$$

$$N = \sqrt{\frac{\lambda}{\text{EOQ}}} = \sqrt{\frac{18.320}{1.914}} = 9,5$$

$$\text{POQ} = \sqrt{\frac{6}{9,5}} = 0,79 \approx 1$$

Perhitungan MRP teknik *Period Order Quantity* dapat dilihat pada Tabel 4.55 sebagai berikut:

Tabel 4.55 Perhitungan MRP Teknik *Period Order Quantity* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH	0	0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 6 x Rp. 12.000,-	= Rp 72.000,-
Ongkos simpan	= 0 x Rp.60,-	= Rp 0,-
Total ongkos		= Rp 72.000,-
Teknik Ukuran Lot	: <i>Least Total Cost (LTC)</i>	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	
<i>Lead Time</i>	: 2	

Tabel 4.56 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Total Cost*

	Jumlah Order	Periode Simpan	Ongkos Periode Simpan	Kumulatif Ongkos
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	1	199 x 60 x 1 = 11.940	11.940
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.56 diatas, kumulatif ongkos yang mendekati ongkos pesan terlihat pada priode 3, yaitu 11.940, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk priode 4 demikian seterusnya, sehingga pemesanan dilakukan perhitungan MRP untuk part pisau teknik LCT dapat dilihat pada tabel 4.57 berikut:

Tabel 4.57 Perhitungan MRP Teknik *Least Total Cost* Periode

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215	423										
POH		0	199	0	0	0	0						
PoRec		215	423		194	204	235						
PoRel			194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan	= 5 x Rp.12.000,-	= Rp.60.000,-
Ongkos simpan	= 199 x Rp.60,-	= Rp 11.940,-
Total ongkos		= Rp 71.940,-
Teknik Ukuran Lot	: <i>Least Unit Cost</i>	
Ongkos Pesan	: Rp. 12.000,-	
Ongkos Simpan	: Rp. 60,-	

Lead Time : 2

Tabel 4.58 Perhitungan Ongkos Terkecil dengan Teknik *Least Unit Cost*

Periode	Jumlah Order	Ongkos Pesan	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos per Unit
1	215	12.000	0	12.000	55,81
1-2	439	12.000	(224 x60) = 13.440	25.440	57,94
2	224	12.000	0	12.000	53,57
2-3	423	12.000	(199 x60) = 11.940	23.940	56,59
3	199	12.000	0	12.000	62,17
3-4	393	12.000	(194 x60) = 11.640	23.640	60,15
3-5	597	12.000	(194 x60) + (204 x120) =	48.120	80,60
5	204	12.000	0	12.000	58,82
5-6	439	12.000	(235 x60) = 14.100	26.100	59,45
6	235	12.000	0	12.000	21,06

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.58, ongkos pesan terlihat pada periode 1, yaitu 12.000, sehingga perhitungan dihentikan dan dimulai lagi untuk periode 2 demikian seterusnya.

Tabel 4.59 Perhitungan MRP Teknik *Least Unit Cost* Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	0	215	224	199	194	204	235						
SR		215	224										
POH		0	0	194	0	0	0						
PoRec		215	224	393		204	235						
PoRel		393		204	235								

Sumber: Pengolahan Data

$$\text{Ongkos pesan} = 5 \times \text{Rp.} 12.000,- = \text{Rp.} 60.000,-$$

$$\text{Ongkos simpan} = 194 \times \text{Rp.} 60,- = \underline{\text{Rp.} 11.640,-}$$

$$\text{Total ongkos} = \text{Rp.} 71.640 ,-$$

Teknik Ukuran Lot : Penyeimbangan Periode (*Part Period Balancing*)

Ongkos Pesan : Rp. 12.000,-

Ongkos Simpan : Rp. 60,-

Lead Time : 2

Perhitungan EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{A}{h} = \frac{12000}{60} = 200 \text{ part/periode}$$

Tabel 4.60 Perhitungan Kumulatif Ongkos dengan Teknik PPB.

Periode	Jumlah Order	Periode Simpan	Bagian Periode Simpan	Kumulatif Bagian
1	215	0	0	0
2	224	0	0	0
3	199	0	0	0
4	194	0	0	0
5	204	0	0	0
6	235	0	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.61 Perhitungan MRP Part Period Balancing Periode

	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		215	224	199	194	204	235						
SR		215											
POH		0	0	0	0	0	0						
PoRec		215	224	199	194	204	235						
PoRel		199	194	204	235								

Sumber: Pengolahan Data

Ongkos pesan = 6 x Rp.12.000,- = Rp.72.000,-

Ongkos simpan = 0 x Rp.60,- = Rp. 0,-

Total ongkos = Rp 72.000,-

4.2 Analisis Data

Penyusunan perencanaan kebutuhan material pada produk Laptop mainan dilakukan pada setiap level yang ada pada masing-masing struktur produk Alfalink. Dalam penyusunan perencanaan kebutuhan material Alfalink terdiri dari 3 level. Pada perhitungan MRP, level 0 dan level 1 perhitungannya menggunakan metode LFL. Sementara pada level 2 terdapat 2 komponen yang menggunakan metode LFL dan 2 komponen lainnya menggunakan 5 metode yaitu LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB. Pada level 3 menggunakan perhitungan MRP dilakukan dengan 5 metode yaitu LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB. Dari hasil perhitungan MRP yang dilakukan pada level 2 menggunakan metode LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB dapat

disimpulkan bahwa, metode yang paling baik digunakan adalah metode POQ, LTC dan PPB dikarenakan memberikan pemilihan ongkos unit terkecil selama periode berurutan dengan total ongkos Rp 98.760. Sementara hasil perhitungan MRP yang dilakukan pada level 3 menggunakan metode LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB dapat disimpulkan bahwa, metode yang paling baik digunakan adalah metode POQ, LTC dan PPB dikarenakan memberikan pemilihan ongkos unit terkecil selama periode berurutan dengan total ongkos Rp 72.000. Hal ini disebabkan dengan biaya ongkos unit yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan evaluasi yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan MRP yang dilakukan menggunakan metode LTC, LUC, EOQ, POQ, PPB, dan LFL dapat disimpulkan bahwa, metode yang paling baik digunakan pada level 1 adalah metode LFL dikarenakan memberikan pemilihan ongkos unit terkecil selama periode dengan total ongkos yaitu Rp.120.000,-. Kemudian pada level 2 dapat disimpulkan bahwa metode yang paling baik digunakan adalah metode POQ dikarenakan memberikan pemilihan ongkos unit terkecil selama periode dengan total ongkos Rp.98.760,-. Sementara hasil perhitungan yang dilakukan pada level 3 dapat disimpulkan bahwa, metode yang paling baik digunakan adalah metode LTC dikarenakan memberikan pemilihan ongkos unit terkecil selama periode dengan total ongkos sebesar Rp.71.940,-.
2. Dari penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa analisa perencanaan kebutuhan material lebih baik digunakan dari pada metode yang digunakan sebelumnya karena hal berikut:
 - a. Sistem informasi pengolahan data pesanan dan *inventory control* dapat mempermudah pegawai untuk menghindari kesalahan-kesalahan dalam pencatatan transaksi dan meningkatkan kinerja dan efisiensi waktu.
 - b. Sistem dapat memberikan informasi mengenai berapa banyak kebutuhan bahan baku yang harus disiapkan atau dipesan sehingga proses produk bisa berjalan lancar dan memenuhi laju permintaan pelanggan.

- c. Memudahkan pegawai mengelola pesanan pelanggan dengan cepat dan tidak memerlukan lagi *from order* yang masih konvensional karena data disimpan pada satu tempat.

5.2 Saran

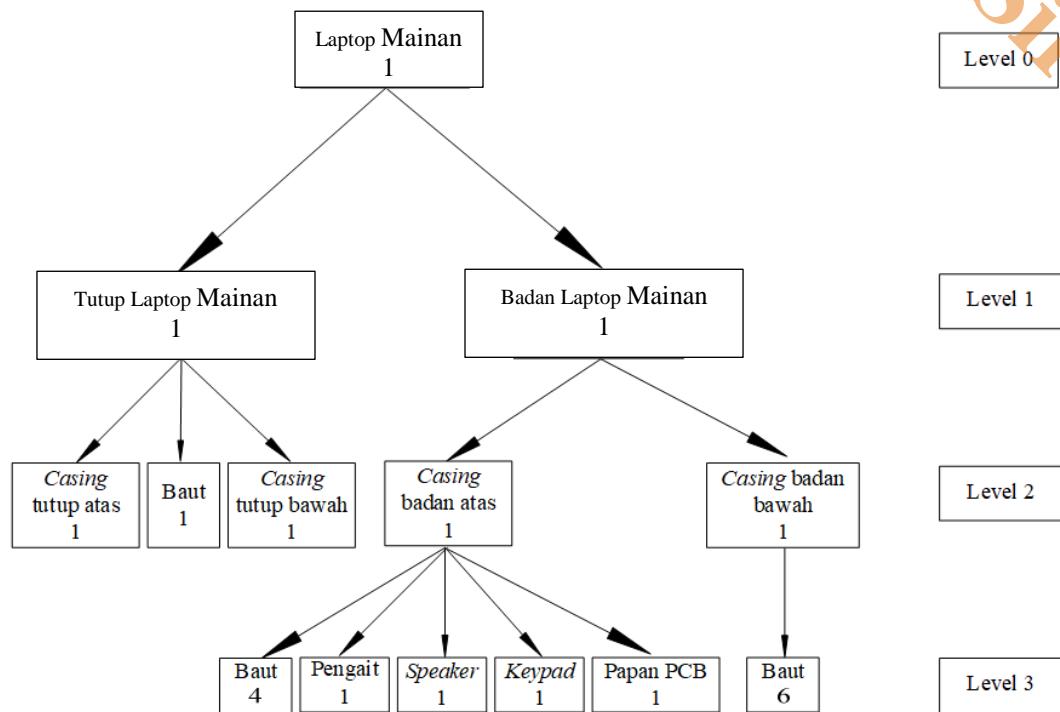
1. Banyak-banyak mencari referensi agar saat mengerjakan laporan lebih terarah dan lebih luas pengetahuannya mengenai *aggregate planning*.
2. Lebih teliti lagi dalam Pengukuran waktu penggerjaan produk agar diperoleh data yang tidak rancu.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan. 2004. *Manajemen Pemasaran*. jakarta: rajawali press.
- Chandra, herry P. 2001. *Material Requirement Planning*. jakarta: Erlangga.
- Gaspersz, Vincent. 2004. *Production Planning and Inventory Control*. edisi ke e. Jakarta: gramedia.
- Herjanto, Eddy. 1999. *Manajemen Produksi Dan Operas*. edisi kedu. jakarta: grasindo.
- Nasution, Arman Hakim. 2003. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. edisi pert. yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zulian, Yamit. 2003. *Manajemen Persediaan*. Ekonesia Ekonesia Kampus Fakultas Ekonomi UII Yogyakarta.
- Zulian Yamit, Drs. Msi. 2006. *Manajemen Persediaa*. yogyakarta: Ekonesia Kampus Fakultas Ekonomi UII Yogyakarta.

Lampiran

Bill Of Material Laptop Mainan



Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

Muhammad Hanafi Sinaga
NIM.170130130