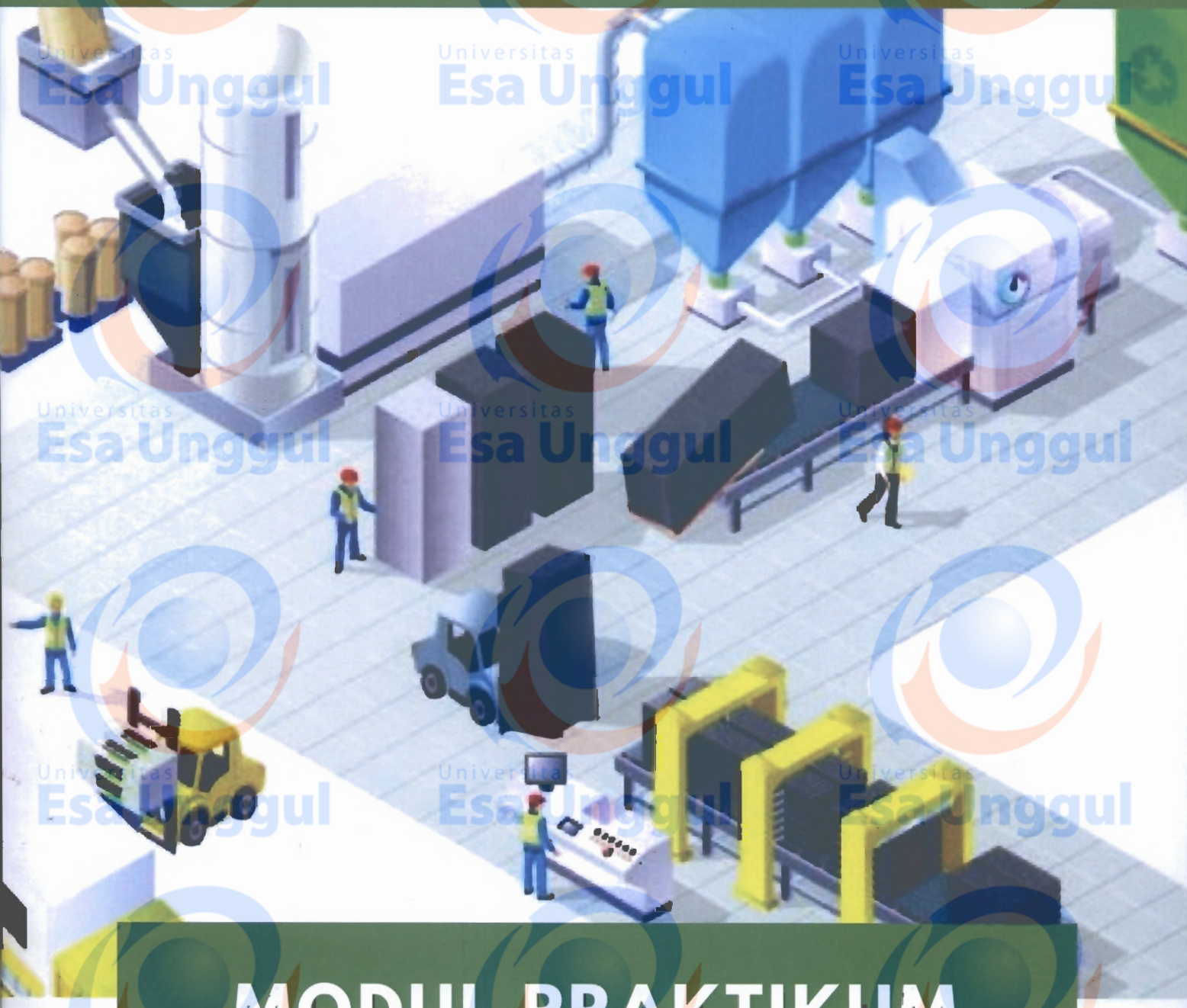
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ESA UNGGUL



MODUL PRAKTIKUM

PRODUCTION PLANNING AND INVENTORY CONTROL (PPIC) & PRODUCTION SYSTEM

LAB SISTEM PRODUKSI LANTAI 5
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

KATA PENGANTAR

Pertama–tama kami panjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberi rahmat serta Karunia-Nya atas selesainya Modul Praktikum *Production Planning and Inventory Control & Production System* edisi 2017 ini.

Modul ini disusun sebagai salah satu pedoman pelaksanaan praktikum yang berisi teori konsep disertai dengan studi kasus sebagai penerapan dari matakuliah perencanaan dan pengendalian produksi serta sistem produksi.

Dalam modul ini mungkin saja terdapat kesalahan, baik yang berupa kesalahan dalam pengetikan maupun kesalahan lainnya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan agar pembaca dapat memeriksa dengan lebih baik pada saat mempelajari modul, dan jika terdapat kesalahan maka penulis mengharapkan adanya suatu kritikan demi perbaikan modul ini agar lebih menyempurnakan modul ini.

Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa yang mempelajarinya, terutama mahasiswa Teknik Industri Universitas Esa Unggul. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu terlaksananya penyusunan modul baru.

Jakarta, Agustus 2017

Tim Asisten

1.7.2 Peta Rentang Bergerak (Moving Range Chart) 13
1.8 Langkah-Langkah Pengaplikasian Software Winqsb 14

MODUL II PERENCANAAN AGREGAT DAN DISAGREGAT

2.1 Tujuan 20
2.2 Ruang Lingkup Perencanaan Agregat 20
2.3 Langkah-Langkah Perencanaan Agregat 20
2.4 Ongkos-Ongkos Yang Terlibat 22
2.5 Agregasi 23
2.6 Metode Perencanaan Agregat Produksi 23
2.6.1 Pure Strategy 23
2.6.1.1 Perubahan Level Tenaga Kerja 23
2.6.1.2 Perubahan Level Persediaan 24
2.6.1.3 Subkontrak 24
2.6.2 Mixed Strategy 24
2.7 Disagregasi 25
2.8 Jadwal Induk Produksi 26
2.9 Langkah-Langkah Pengoperasian Winqsb 27

MODUL III ROUGH CUT CAPACITY PLANNING (RCCP)

3.1 Tujuan Praktikum RCCP 31
3.2 Landasan Teori 31
3.3 Prosedur Praktikum 37
3.4 Sistematika Praktikum 37
3.4.1 Alat Dan Bahan Praktikum 37

MODUL IV PERSEDIAAN

4.1 Tujuan Praktikum 48
4.2 Pengantar Praktikum 48
4.2.1 Landasan Teori 48
4.2.2 Tujuan Pengendalian Persediaan 48

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iii

TATA TERTIB PPRAKTIKUM PRODUCTION PLANNING

AND INVENTORY CONTROL & PRODUCTION SYSTEM vii

MODUL I PERAMALAN

1.1 Tujuan 1
1.2 Pengantar Praktikum 1
1.2.1 Ruang Lingkup Peramalan 1
1.2.2 Prosedur Peramalan 2
1.3 Kriteria Data 2
1.4 Metode Peramalan 3
1.5 Metode-Metode Peramalan 5
1.5.1 Metode Regresi Linier 5
1.5.2 Metode Regresi Kuadratis 6
1.5.3 Metode Double Exponential Smoothing
(Metode Linier Brown) 7
1.5.4 Metode Double Exponential Smoothing
(Metode Dua Parameter Dari Holt) 8
1.5.5 Metode Triple Exponential Smoothing
(Metode Tiga Parameter Dari Winter) 9
1.5.6 Metode Statistik U Dari Theil (*Theil's U*) 10
1.6 Analisa Kesalahan Peramalan 11
1.7 Verifikasi Peramalan 12
1.7.1 Tracking Signal 12

4.2.3 Fungsi Utama Persediaan 49
4.2.4 Jenis-Jenis Persediaan 50
4.2.5 Biaya-Biaya Persediaan 51
4.3 Metode Pengendalian Persediaan 54
4.4 Contoh Kasus 60
4.5 Pengendalian Persediaan Menggunakan Software Winqsb 67

MODUL V MATERIAL REQUIREMENT PLANNING(MRP)

5.1 Tujuan Praktikum 72
5.2 Landasan Teori 72
5.3 Aplikasi Penggunaan MRP 72
5.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kesulitan Dalam Penerapan MRP 74
5.5 Pembuatan MRP 77
5.6 Master Production Schedule 77
5.7 Struktur Produk 78
5.8 Inventory Master File 80
5.9 Metode Dalam MRP 81
5.10 Perhitungan MRP Dengan Software Winqsb 105

MODUL VI CAPACITY REQUIREMENT PLANNING

6.1 Tujuan 115
6.2 Pengertian CRP 115
6.3 Beberapa Definisi Yang Berkaitan Dengan Kapasitas 115
6.4 Sistem Perencanaan Kebutuhan (CRP) 116
6.4.1 Input CRP 116
6.4.2 Proses CRP 117
6.4.3 Output CRP 117
6.5 Metode Pengukuran Kapasitas 118
6.6 Keuntungan Dan Kelemahan Dari CRP 118
6.6.1 Keuntungan Dari CRP 118

6.6.2 Kelemahan Dari CRP 118
6.7 Analisis CRP 119
6.8 Studi Kasus 119

DAFTAR PUSTAKA

TATA TERTIB PPRAKTIKUM

PRODUCTION PLANNING AND INVENTORY CONTROL

& PRODUCTION SYSTEM

PERATURAN UMUM

Demi kelancaran jalannya praktikum, praktikan wajib mematuhi tata tertib yang tertera di modul praktikum:

1. Setiap praktikan wajib memiliki modul praktikum.
2. Sebelum praktikum dimulai, praktikan diwajibkan telah membaca modul yang akan dipraktikkan demi kelancaran jalannya praktikum.
3. Praktikan harus hadir 10 menit sebelum dimulainya praktikum untuk mengisi daftar hadir dan mengumpulkan Tugas Sebelum Praktikum (TSP).
4. Praktikan wajib mengikuti kuis yang berlangsung selama 15 menit sebelum praktikum dimulai. Jika ada praktikan yang datang terlambat selama kuis berlangsung, praktikan tersebut dapat mengikuti kuis tanpa perpanjangan waktu. Jika praktikan yang datang terlambat dan waktu kuis telah selesai, maka praktikan tidak dapat mengikuti kuis, namun dapat mengikuti praktik sebelum melewati batas waktu terlambat.
5. Praktikan wajib mengikuti seluruh modul yang dipraktikkan berdasarkan jadwal yang telah ditentukan.
6. Apabila ada praktikan yang berhalangan hadir pada jadwal praktikum, maka surat pemberitahuan sudah harus diterima oleh asisten sebelum praktikum berlangsung.
7. Praktikan diwajibkan memakai sepatu pada saat praktikum dan berpakaian rapi.
8. Menjaga kebersihan ruangan selama praktikum.
9. Selama praktikum, praktikan tidak diperkenankan: makan, merokok, keluar masuk laboratorium tanpa seizin asisten.

FORMAT TUGAS DAN LAPORAN

1. Format TSP
    a. TSP harus diketik rapi di kertas A4 dengan spasi 1,5.
    b. TSP diketik dengan font times new roman dengan ukuran 12.
    c. TSP harus dikumpulkan pada pertemuan awal modul sebelum praktikum dimulai.
    d. Tiap jawaban soal dicantumkan sumber (misal: buku atau link web) disertai tanggal akses (untuk sumber dari web).
    e. Tidak diperkenankan menyalin jawaban dari praktikan lain. Apabila diketahui menyalin, maka nilai TSP dikurangi.
2. Format Laporan
    a. Laporan harus diketik rapi di kertas A4 dengan spasi 1,5.
    b. Laporan diketik dengan font Times New Roman dengan ukuran 12.
    c. Laporan harus sesuai dengan sistematika penulisan, ringkas, jelas dan lengkap.
    d. Penyerahan laporan harus dikumpulkan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Laporan dijilid dengan ketentuan warna sebagai berikut:

- Modul I : warna putih
- Modul II : warna biru muda
- Modul III : warna kuning
- Modul IV : warna hijau
- Modul V : warna merah
- Modul VI : warna biru tua

MATERI PRAKTIKUM

- Modul I Peramalan
- Modul II Perencanaan Agregat dan Disagregasi
- Modul III Rough Cut Capacity Planning
- Modul IV Pengendalian Persediaan
- Modul V Material Requirement Planning
- Modul VI Capacity Requirement Planning

SISTEM PENILAIAN

- Kuis 15%
- Tugas Sebelum Praktikum 15%
- Tugas 15%
- Laporan 35%
- Presentasi 20%

SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN

Cover
Kata Pengantar
Daftar Isi
Daftar Gambar
Daftar Tabel

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah
1.2 Rumusan Masalah
1.3 Identifikasi Masalah
1.4 Pembatasan Masalah
1.5 Tujuan dan Manfaat

1.6 Sistematika Penulisan
BAB II LANDASAN TEORI
BAB III PENGOLAHAN DATA
BAB IV ANALISIS DATA
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
Daftar Pustaka
Lampiran

MODUL I

PERAMALAN

1.1 Tujuan

1. Memahami metodologi pengumpulan dan deskripsi data peramalan.
2. Memahami penggunaan beberapa model peramalan untuk mengolah data peramalan.
3. Menentukan suatu model peramalan yang sesuai untuk digunakan dimasa yang akan datang.

1.2 Pengantar Praktikum

1.2.1 Ruang Lingkup Peramalan

Yang dimaksud dengan peramalan adalah teknik yang digunakan untuk memperkirakan kondisi sistem yang akan datang. Peramalan pada dasarnya adalah suatu tafsiran, tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu peramalan dapat lebih dari pada suatu tafsiran atau dapat dikatakan bahwa peramalan adalah tafsiran ilmiah.

Tujuan utama dari peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk meramalkan permintaan dari item-item *independent demand* dimasa yang akan datang. Selanjutnya dengan mengkombinasikan dengan pelayanan pesanan yang bersifat pasti, dapat diketahui total permintaan dari suatu item atau produk agar memudahkan manajemen produksi dan *inventory* sekaligus menciptakan keuntungan bagi perusahaan. Perencanaan produksi dan *inventory*, termasuk kapasitas dan sumber daya lainnya harus mengacu pada total permintaan produk dimasa yang akan datang berdasarkan metode peramalan yang ada, sehingga tercapai suatu efektifitas dan manajemen produksi dan *inventory* dalam industri manufaktur.

Secara umum, peramalan dilakukan berdasarkan data masa lalu. Asumsi yang digunakan adalah hubungan sebab akibat yang terjadi dimasa lalu dan akan terulang pada saat ini. Dengan asumsi tersebut, pola penjualan masa lalu digunakan sebagai acuan untuk meramalkan penjualan di periode mendatang.

1.2.2 Prosedur Peramalan

Pada dasarnya terdapat sembilan langkah yang harus dierhatikan untuk menjamin efektifitas dn efisiensi dari sistem peramalan yaitu :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item *independent demand* yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah,atau panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasi hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

1.3 Kriteria Data

Menurut **Hanke** dan **Reitsch** ada empat kriteria data yang dikumpulkan untuk melakukan peramalan, yaitu :

a) Data harus dapat dipercaya dan akurat.
b) Data harus relevan.
c) Data harus konsisten.
d) Data harus memiliki rentang waktu.

Ada empat tipe pola data yang digunakan dalam peramalan, yaitu :

- Horizontal

  Pada pola horintal ini, data yang dimiliki cenderung berfluktuaksi konstan pada nilai tertentu. Kenaikan dan penuran data tidak menunjukan perubahan yang drastis. Pada data horizontal biasanya digunakan untuk peramalan jangka pendek. Metode peramalan sangat dapat dipertimbangkan/digunakan adalah Naif Methods, Simple Averaging Methods, Moving Averages, Simple Exponential Smoothing dan Box-Jenkins Methods.

- Siklis

  Data musiman yang menggambarkan pola data yang berulang secara periodic. Dan data ini dipengengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka, tetapi sulit untuk dimodelkan karena polanya dalam keadaan tidak stabil. Metode peramalan yang dapat dipertmbangkan/digunakan adalah Classical Decompotion, Econometric Models, Multiple Regression dan Box-Jenkins Methods.

- Musiman

  Data musiman menggambarkan pola data yang berulang tiap periode, dan untuk mengembangkan pola data musiman biasanya dihubungkan dengan pemilihan antara metode multiplicative atau additive dan kemudian memperkirakan indeks musiman dapat dijabarkan dalam faktor cuaca atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman sangat cocok untuk peramalan jangka pendek. Metode peramalan yang dipertimbangkan/digunakan adalah Classical Decompotion, Census II, Winter's Exponential Smoothing, Time Series Multiple Regression Dan Box-Jenkins Methods.

- Trend

  Pergerakan data yang menunjukan adanya suatu kecenderungan baik naik ataupun turun. Metode peramalan yang dapat dipertimbangkan/digunakan adalah *Double Moving Average, Brown's, Linier Exponential Smoothing, Holt's Linier Exponential Smoothing* dan *Linier Regression.*

1.4 Model Peramalan

Secara umum model-model peramalan dikelompokan kedalam 2 kelompok utama, yaitu:

1) Model Kualitatif

   Beberapa model peramalan yang digolongkan sebagai model kualitatif adalah sebagai berikut:

   - Dugaan manajemen (*management estimate*), dimana peramalan semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen, umumnya oleh manajemen senior. Metode ini akan cocok dalam situasi yang sangat sensitive terhadap intuisi dari satu atau sekelompok kecil orang yang

karena pengalamannya mampu memberikan opini yang kritis dan relevan. Teknik ini akan dipergunakan dalam situasi dimana tidak ada alternatif lain dari model peramalan yang dapat diterapkan. Bagaimanapun, metode ini memiliki banyak keterbatasannya, sehingga perlu dikombinasikan dengan metode peramalan yang lainnya.

- Riset pasar (*market research*), merupakan metode peramalan yang berdarkan hasil dari survey pasar yang dilakukn oleh tenaga-tenaga pemasaran produk ataw yang mewakilinya. Metode akan menjaring informasi dari pelanggan atau pelanggan potensial (konsumen) berkaitan dengan rencana pembelian mereka dimasa yang mendatang. Riset pasar tidak hanya membantu untuk peramalan, tetapi juga untuk meningkatkan desain produk dan perencaan untuk produk-pruduk baru.
- Metode kelompok terstuktur *(structured group methods)*, seperti metode Delphi, Dll. Metode Delphi merupakan teknik peramalan berdasarkan pada proses konviergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebut identitasnya. Dalam metode Delphi peranan dari fasilitator untuk memperoleh atau menyimpulkan hasil-hasil peramalan tersebut.
- Analogi historis (*historical analogy*), merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk yang dapat disamakan secara analogi. Analogi historis cenderung akan menjadi terbaik untuk penggantian produk di pasar dan apabila terdapat hubungan subtitusi langsung dari produk dalam pasar itu.

2) Metode Kuantitatif

Pada dasarnya metode kuantitif ditunjukkan terhadap produk baru, pasar baru, proses baru, proses baru perubahan sosial dari masyarakat, perubahan teknologi, atau penyesuaian terhadap ramalan-ramalan berdasarkan metode kuantitatif.

Peramalan kuantitatif dapat diterapakan bila terdapat tiga kondisi, diantaranya adalah sebagai berikut :

1) Tersedia informasi tentang masa lalu.
2) Informasi tersebut dapat dikuantitifkan dalam bentuk data numerik.
3) Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa datang.

Teknik peramalan kuantitif sangat beragam, dikembangkan dari berbagai disiplin untuk beerbagai maksud. Setiap teknik mempunyai sifat, ketepatan dan biaya tersendiri yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode tertentu. Prosedur peramalan kuantitif terletak diantara dua ekstrim rangkaian kesatuan, yaitu metode instutif, dan metode kuantitif formal yang didasarkan atas prinsip-prinsip statiska. Jenis yang pertama menggunakan pola data ekpolasi horizontal, musiman, dan pola data trend yang telah dijelaskan sebelumnya. Metode statistik formal dapat juga menyangkut ekstrapolasi, tetapi hal ini di lakukan mengikuti cara standar dengan menggunakan pendekatan sistematis yang meminimumkan kesalahan (*error*) peramalan, hal ini dapat diketahui dengan metode-metode yang ada dalam peramalan.

1.5 Metode-metode peramalan

1.5.1 Metode Regresi Linier

Salah satu bentuk peramalan yang paling sederhana adalah regresi linier. Dalam aplikasi regresi linier diaumsikan bahwa terdapat hubungan antara variabel yang ingin diramalkan (variabel dependen) dengan variabel lain (variabel independen). Selanjutnya, peramalan ini didasarkan pada asumsi bahwa pola pertumbuhan dari data historis bersifat linier (walaupun dalam kenyataannya tidak linier 100%). Pola pertumbuhan ini didekati dengan suatu model yang menggambarkan hubungan – hubungan yang terkait dengan satu keadaan. Model tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$Y'(t) = a + b\ (t)$$

Dimana Y merupakan fungsi terhadap waktu. Variabel a dan b adalah parameter yang akan ditentukan dalam perhitungan. Rumus-rumus dalam menghitung variabel a dan b adalah sebagai berikut :

$$b = \frac{N\sum_{t=1}^{N} tY(t) - \sum_{t=1}^{N} Y(t)\sum_{t=1}^{N} t}{N\sum_{t=1}^{N} t^2 - (\sum_{t=1}^{N} t)^2}$$

$$a = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} Y(t) - \frac{1}{N} b \sum_{t=1}^{N} t$$

1.5.2 Metode Regresi Kuadratis

Salah satu bentuk peramalan regresi yang lain adalah regresi kuadratis. Peramalan ini didasarkan pada asumsi bahwa pola pertumbuhan dari data historis bersifat kuadratis. Pada dasarnya peramalan jenis ini serupa dengan regresi linier, hanya saja berbeda dalam hal asumsi data historis. Pola pertumbuhan ini didekati dengan suatu model yang menggambarkan hubungan-hubungan yang terkait dalam suatu keadaan. Model tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Y'(t) = a + b.t + c.t^2$$

di mana Y merupakan fungsi terhadap waktu. Rumus-rumus dalam menghitung variabel a, b, dan c adalah sebagai berikut:

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

di mana:

$$\gamma = \left(\sum_{t=1}^{N} t^2\right)^2 - N\sum_{t=1}^{N} t^4$$

$$\delta = \sum_{t=1}^{N} t \sum_{t=1}^{N} Y(t) - N\sum_{t=1}^{N} tY(t)$$

$$\theta = \sum_{t=1}^{N} t^2 \sum_{t=1}^{N} Y(t) - N \sum_{t=1}^{N} t^2 Y(t)$$

$$\alpha = \sum_{t=1}^{N} t \sum_{t=1}^{N} t^2 - N \sum_{t=1}^{N} t^3$$

$$\beta = \left(\sum_{t=1}^{N} t \right)^2 - N \sum_{t=1}^{N} t^2$$

Setelah nilai b diperoleh maka nilai c didapatkan dari persamaan berikut:

$$c = \frac{\theta - (b)(\alpha)}{\gamma}$$

Selanjutnya, nilai a didapatkan dengan menggunakan nilai b dan nilai c yang telah diperoleh sebelumnya melalui persamaan:

$$a = \frac{\sum_{t=1}^{N} Y(t)}{N} - b \frac{\sum_{t=1}^{N} t}{N} - c \frac{\sum_{t=1}^{N} t^2}{N}$$

1.5.3 Metode Double Exponential Smoothing (Metode Linier Brown)

Dalam metode ini dikenal adanya suatu konstanta yang disebut konstanta pemulusan atau (α). Rumus – rumus untuk metode linier Brown adalah ebagai berikut :

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

Dimana :

S'_t = pemulusan eksponensial tunggal periode ke- t

S''_t = pemulusan eksponensial ganda periode ke-t

α = konstanta pemulusan

x_t = data permintaan periode ke-t

a_t = penyesuaian pemulusan eksponensial tunggal

b_t = taksiran kecenderungan antar periode

F_{t+m} = periode peramalan ke-(t+m)

m = jumlah periode ke depan yang diramalkan

1.5.4 Metode Double Exponential Smoothing (Metode Dua Parameter dari Holt)

Metode pemulusan eksponensial linier dari Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown kecuali bahwa Holt tidak menggunakan pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt didapat dengan menggunakan dua kontanta pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1):

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Dimana :

S_t = pemulusan eksponensial tunggal periode ke- t

α = konstanta pemulusan 1

γ = kontanta pemulusan 2

x_t = data permintaan periode ke-t

b_t = taksiran kecenderungan antar periode (taksiran trend periode)

F_{t+m} = periode peramalan ke-(t+m)

m = jumlah periode ke depan yang diramalkan

1.5.5 Metode Triple Exponential Smoothing (Metode Tiga Parameter dari Winter)

Metode Winter didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu satu untuk unsur stasioner, satu untuk trend, dan satu untuk musiman.Hal ini serupa dengan metode Holt, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Persamaan dasar untuk metode Winter adalah sebagai berikut:

PEMULUSAN KESELURUHAN:

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

PEMULUSAN TREND:

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

PEMULUSAN MUSIMAN:

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t+L}$$

RAMALAN:

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m}$$

Dimana :

S_t = pemulusan eksponensial tunggal periode ke- t

α = konstanta pemulusan keseluruhan

β = kontanta pemulusan musiman

γ = konstanta pemulusan trend

x_t = data permintaan periode ke-t

b_t = taksiran kecenderungan antar periode (taksiran trend periode/komponen trend)

I = faktor penyesuaian musiman

F_{t+m} = periode peramalan ke-(t+m)

m = jumlah periode ke depan yang diramalkan

1.5.6 Metode Statistik U dari Theil (*Theil'S U*)

Statistik-U yang dikembangkan oleh Theil merupakan suatu ukuran kesalahan peramalan yang mempertimbangkan ketidakseimbangan unsur kesalahan yang besar serta memberikan dasar perbandingan relative antara metode formal dengan pendekatan metode Naif, serta mengkuadratkan kesalahan yang terjadi sehingga kesalahan yang besar diberikan bobot yang lebih banyak dibandingkan kesalahan yang kecil.

Kesalahan positif yang ditimbulkan dalam menggunakan Statistik-U dari Theil sebagai ukuran ketepatan peramalan adalah mengenai interpretasi yang intuitif. Kesulitan ini akan menjadi lebih jelas dengan memeriksa perhitungan dan penggunaan statistik.

Perumusannya adalah :

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (FPE_{i+1} - APE_{i+1})^2 / (n-1)}{\sum_{t=1}^{n-1} (APE_{i+1})^2 / (n-1)}}$$

Dimana :

$FPE_{i+1} = \frac{F_{i+1} - Xi}{Xi}$, perubahan relative yang diramalkan

$APE_{i+1} = \frac{X_{i+1} - Xi}{Xi}$, perubahan relative yang sebenarnya.

Jika nilai FPE_{i+1} dan APE_{i+1} disubstitusikan ke dalam persamaan, maka :

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \frac{(F_{i+1} - X_{i+1})^2}{X_t} \Big/ (n-1)}{\sum_{t=1}^{n-1} \frac{(X_{i+1} - X_{i+1})^2}{X_t} \Big/ (n-1)}}$$

Dengan interpretasi :

- U = 1 ⇨ metoda *Naïve* sama baiknya dengan teknik ramalan yang dievaluasi.
- U < 1 ⇨ teknik peramalan yang dievaluasi lebih baik daripada metode *Naïve*. Makin kecil nilai statistik-U, makin baik teknik peramalan dibandingkan dengan metode *Naïve* secara relatif.
- U > 1 ⇨ metoda *Naïve* lebih baik dari teknik peramalan yang dievaluasi.

1.6. Analisa Kesalahan Peramalan

Beberapa metode dirancang untuk menghitung kesalahan peramalan dari hasil hasil peramalan, kebanyakan dari metode ini menghitung perbedaan rata – rata dari nilai data aktual dengan nilai hasil peramalan yang biasanya disebut dengan *error*. Jika dt merupakan data aktual untuk periode t dan d't merupakan ramalan untuk periode t juga, maka kesalahan (*Error*) didefinisikan sebagai :

$$Et = d't - dt$$

Berikut ini adalah beberapa metoda analisa kesalahan hasil peramalan :

a. Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} |Y(t) - Y'(t)|}{N}$$

b. Mean Squared Error (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{N} |Y(t) - Y'(t)|^2}{N}$$

c. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{100}{N} \frac{|Y(t) - Y'(t)|}{Y(t)}$$

d. Mean Error (ME)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} e}{N}$$

1.7. Verifikasi Peramalan

Setelah didapat metode peramalan yang terbaik yaitu metode peramalan dengan nilai kesalahan yang terkecil, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah metode peramalan yang telah dibuat tersebut telah dapat mewakili data. Jika selama proses verifikasi tersebut ditemukan keraguan validasi metode peramalan yang digunakan maka harus dicari metode lainnya yang lebih cocok.

Pemeriksaan atau verifikasi peramalan ini bertujuan untuk melihat apakah fungsi peramalan yang ada telah mewakili sistem data, sedangkan pengendalian peramalan dilakukan secara berkesinambungan untuk membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan permintaan dan jika terjadi perubahan permintaan, maka langsung dilakukan penyesuaian terhadap metode peramalan tersebut.

1.7.1 Tracking Signal

Tracking signal adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai – nilai aktual. *Tracking signal* juga melibatkan beberapa penaksiran kesalahan ukuran peramalan seperti MAD dan mengatur batasan – batasan yang ada di dalam pengukuran, sehingga ketika nilai kesalahan / *error* yang dikumulatifkan melebihi batasan yang telah ditentukan tersebut, maka peramalan tersebut perlu ditinjau kembali.

Tracking signal dihitung sebagai jumlah kesalahan peramalan (*Running sum forecast error* / **RSFE**) dibandingkan nilai MAD, secara umum dituliskan dengan :

$$\textbf{Tracking Signal} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}}$$

$$= \frac{\Sigma(\text{permintaan aktual periode i} - \text{peramalan periode i})}{\text{MAD}}$$

Suatu *tracking signal* disebut baik apabila memiliki nilai RFSE yang kecil dengan jumlah kesalahan peramalan positif hampir sama dengan kesalahan peramalan negative. Jika ada sedikit penyimpangan bukanlah merupakan suatu masalah, tetapi nilai positif dan negative dari kesalahan haruslah seimbang sehingga pusat atau titik tengah dari *tracking signal* mendekati nilai nol.

George Plossl dan **Oliver Weight** (pakar peramalan) mengusulkan untuk menggunakan batas maksimum sebesar ± 4 MAD untuk jumlah persediaan yang besar dan batas maksimum ± 8 MAD untuk jumlah persediaan yang lebih rendah, sebagai batas-batas pengendalian untuk *Tracking Signal*.

1.7.2 Peta Rentang Bergerak (*Moving Range Chart*)

Moving Range Chart digunakan untuk pengujian kestabilan sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan. Prosedur pembuatan peta *Moving Range* adalah sebagai berikut :

1. Hitung *Moving Range* Untuk setiap periode.

   $MR = |et - et\text{-}1|$ dimana : $et = d't - dt$

   dt = nilai permintaan sebenarnya pada periode ke-t

   d't = nilai hasil peramalan pada periode ke-t

2. Hitung rata – rata *Moving Range*.

   $$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1}$$ dimana : n = jumlah data = periode

3. Buat peta *Moving Range*.

   ~ sumbu Y adalah **d't – dt**.

   ~ sumbu X adalah **periode (n)**.

   ~ batas kendali **atas (UCL) dan** batas kendali bawah (LCL) adalah :

   BKA (UCL) = + 2.66 MR

   BKB (LCL) = - 2.66 MR

4. Plotkan **(d't – dt).**

   ❖ **Jika ditemukan satu** titik di luar batas kendali pada saat peramalan **diverfikasi, harus ditentukan apakah data harus diabaikan atau mencari peramalan baru. Jika dalam batas kendali,** maka diasumsikan peramalan permintaan yang **diasumsikan sudah cukup baik.**

a. Tentukan daerah di luar kendali :

~ Daerah A, yaitu daerah di luar : ± 1.77 MR

~ Daerah B, yaitu daerah di luar : ± 0.89 MR

~ Daerah C, yaitu daerah di atas dan di bawah garis tengah peta

b. Uji kondisi di luar kendali adalah :

~ Dari tiga titik berturut-turut, ada dua atau lebih titik yang berada di daerah A.

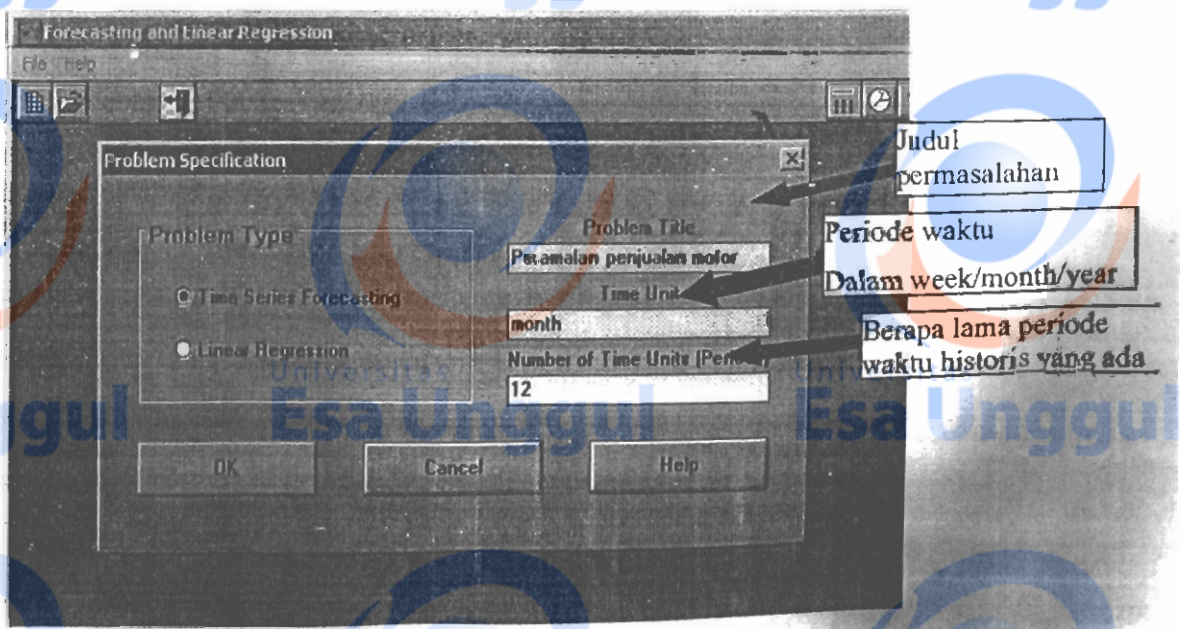
~ Dari lima titik berturut-turut, ada empat atau lebih titik yang berada di daerah B.

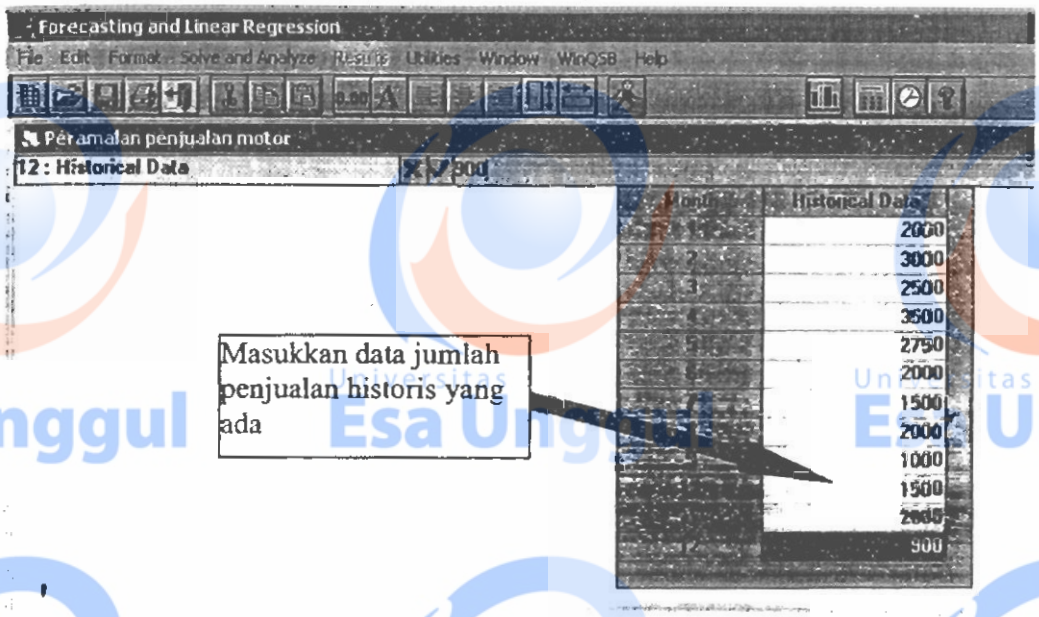
~ Ada delapan atau lebih titik berurutan pada satu sisi (di atas atau di bawah garis tengah).

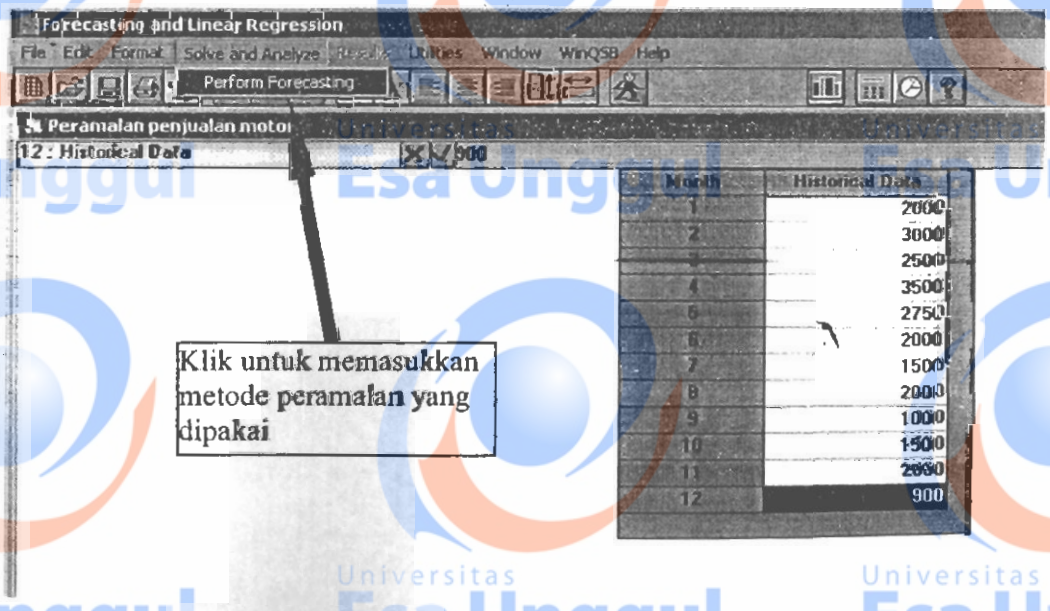
❖ Apabila terjadi kondisi di luar kendali, maka perlu diambil tindakan untuk merevisi peramalan dengan memasukkan data dan sistem yang baru atau menunggu bukti lengkap.

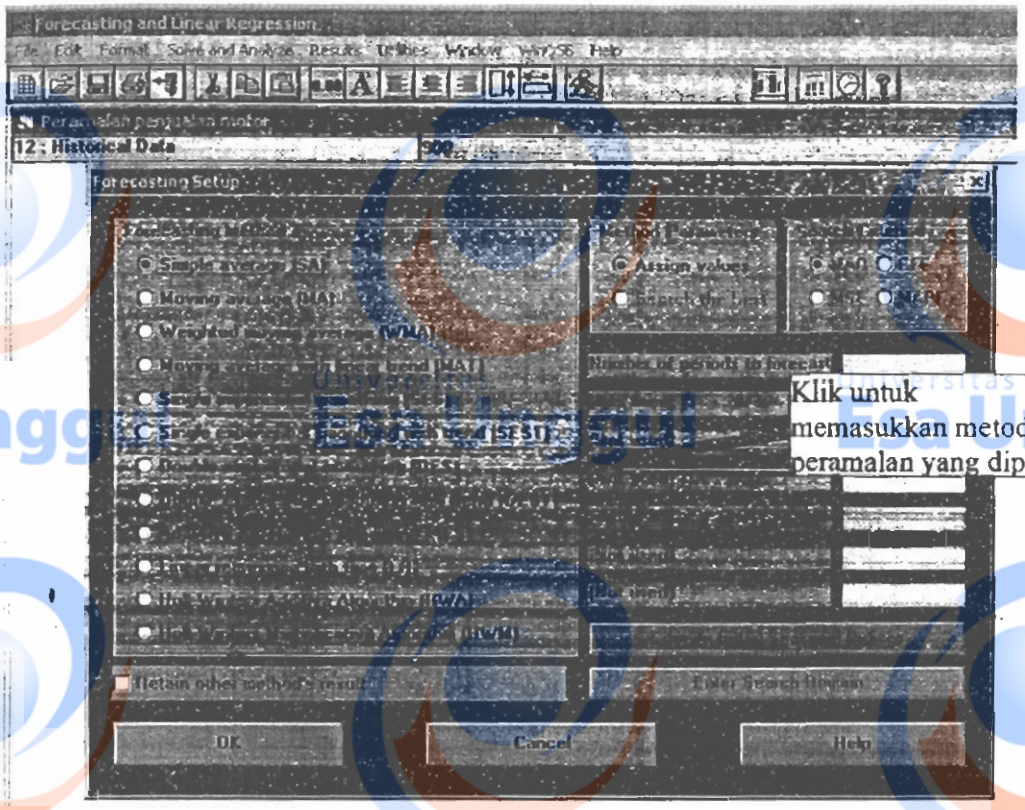
1.8 Langkah-Langkah Pengaplikasian Software WinQsb

Langkah-langkah penggunaan software WinQsb versi 2,0 untuk metode peramalan.




Forecasting and Linear Regression
File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help
Peramalan penjualan motor
12 : Historical Data
900
Month
Historical Data
1 2000
2 3000
3 2500
4 3500
5 2750
6 2000
7 1500
8 2000
9 1000
10 1500
11 2000
12 900
Masukkan data jumlah penjualan historis yang ada

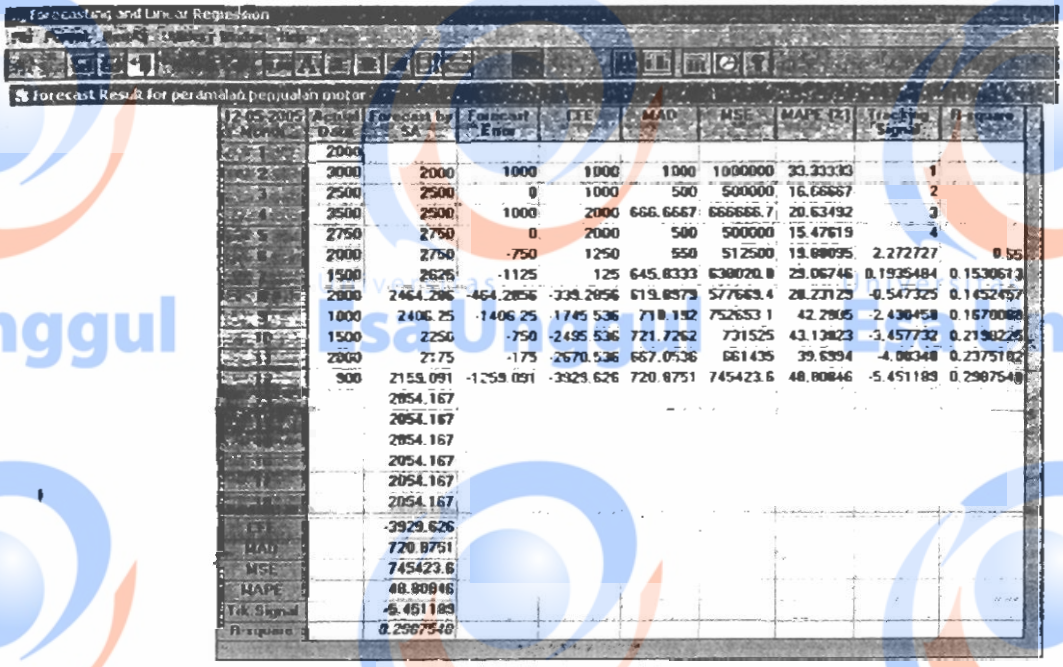

Forecasting and Linear Regression
File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help
Perform Forecasting
Peramalan penjualan motor
12 : Historical Data
900
Month
Historical Data
1 2000
2 3000
3 2500
4 3500
5 2750
6 2000
7 1500
8 2000
9 1000
10 1500
11 2000
12 900
Klik untuk memasukkan metode peramalan yang dipakai



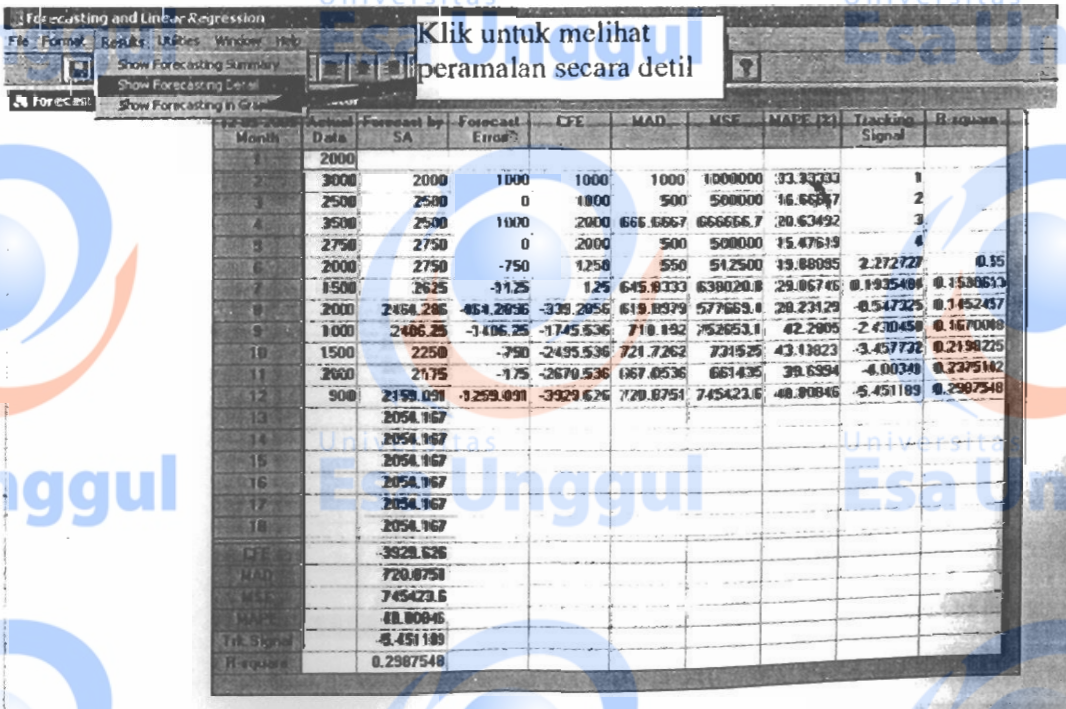
Klik untuk memasukkan metode peramalan yang dipakai

masukkan berapa periode waktu yang akan diramalkan

Contoh hasil perhitungan dari metode yang digunakan adalah seperti gambar di bawah:

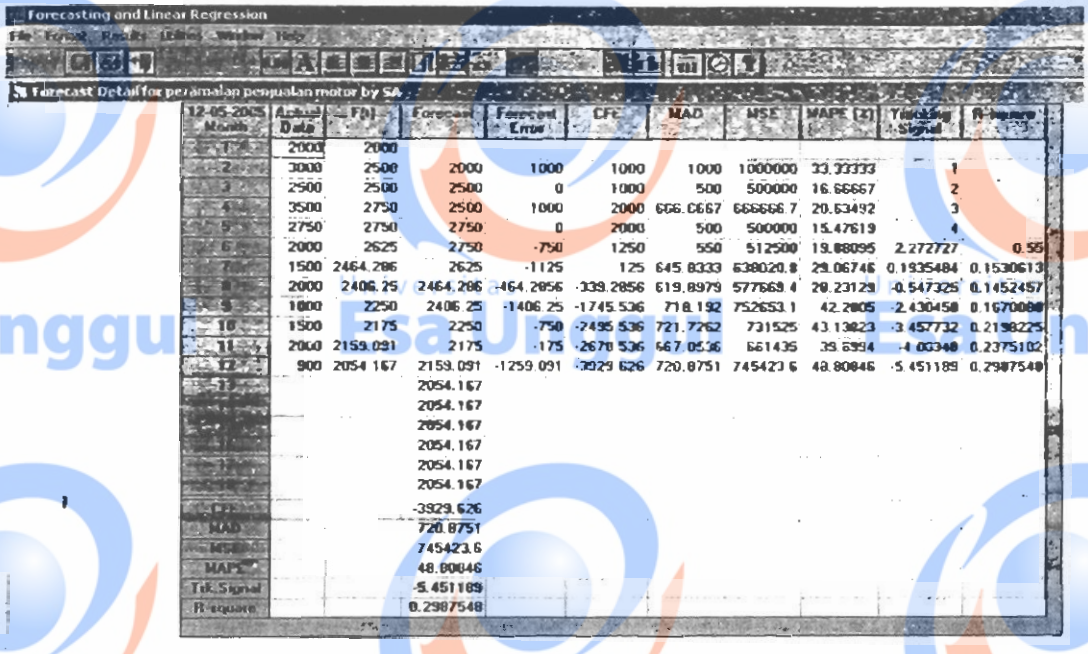


Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	3000	2000	1000	1000	1000	1000000	33.33333	1	
3	2500	2500	0	1000	500	500000	16.66667	2	
4	3500	2500	1000	2000	666.6667	666666.7	20.63492	3	
5	2750	2750	0	2000	500	500000	15.47619	4	
6	2000	2750	-750	1250	550	512500	19.88095	2.272727	0.55
7	1500	2625	-1125	125	645.8333	638020.8	29.06746	0.1935484	0.1530613
8	2000	2464.286	-464.2856	-339.2856	619.8979	577669.4	28.23129	-0.547325	0.1452457
9	1000	2406.25	-1406.25	-1745.536	710.192	752653.1	42.2805	-2.430458	0.1670068
10	1500	2250	-750	-2495.536	721.7262	731525	43.13823	-3.457732	0.2198225
11	2000	2175	-175	-2670.536	667.0536	661435	39.6394	-4.00348	0.2375182
12	900	2159.091	-1259.091	-3929.626	720.8751	745423.6	48.80846	-5.451189	0.2987548
13		2054.167							
14		2054.167							
15		2054.167							
16		2054.167							
17		2054.167							
18		2054.167							
CFE		-3929.626							
MAD		720.8751							
MSE		745423.6							
MAPE		48.80846							
Trk.Signal		-5.451189							
R-square		0.2987548							

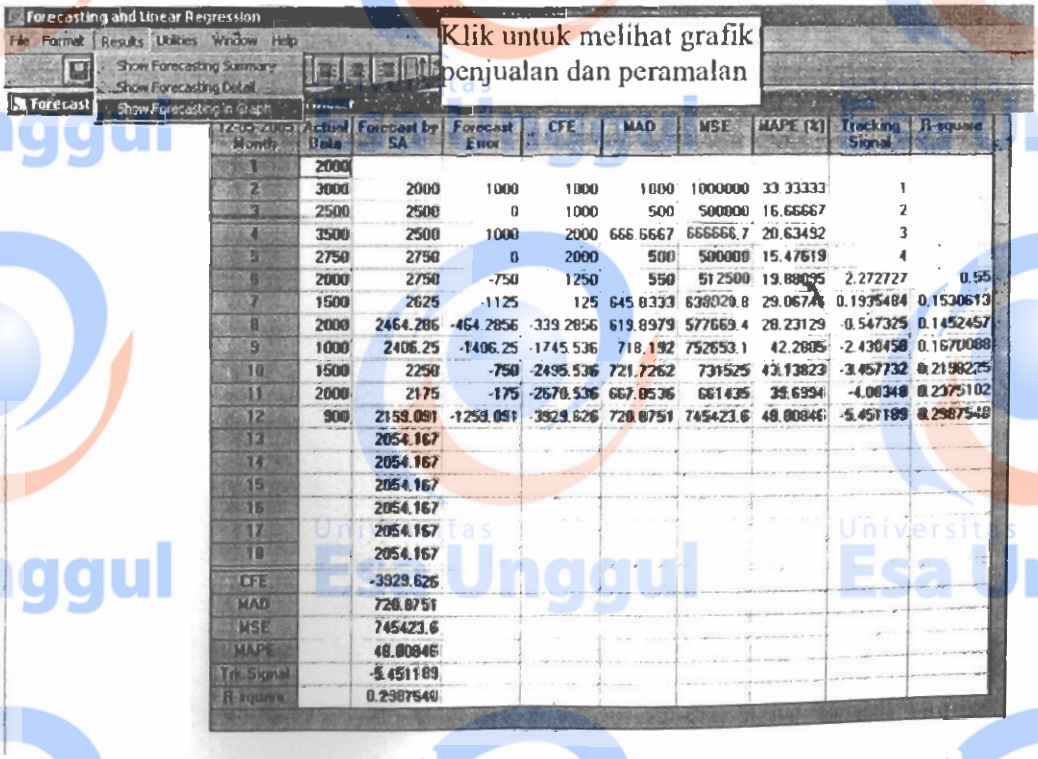


Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	3000	2000	1000	1000	1000	1000000	33.33333	1	
3	2500	2500	0	1000	500	500000	16.66667	2	
4	3500	2500	1000	2000	666.6667	666666.7	20.63492	3	
5	2750	2750	0	2000	500	500000	15.47619	4	
6	2000	2750	-750	1250	550	512500	19.88095	2.272727	0.55
7	1500	2625	-1125	125	645.8333	638020.8	29.06746	0.1935484	0.1530613
8	2000	2464.286	-464.2856	-339.2856	619.8979	577669.4	28.23129	-0.547325	0.1452457
9	1000	2406.25	-1406.25	-1745.536	710.192	752653.1	42.2805	-2.430458	0.1670068
10	1500	2250	-750	-2495.536	721.7262	731525	43.13823	-3.457732	0.2198225
11	2000	2175	-175	-2670.536	667.0536	661435	39.6394	-4.00348	0.2375182
12	900	2159.091	-1259.091	-3929.626	720.8751	745423.6	48.80846	-5.451189	0.2987548
13		2054.167							
14		2054.167							
15		2054.167							
16		2054.167							
17		2054.167							
18		2054.167							
CFE		-3929.626							
MAD		720.8751							
MSE		745423.6							
MAPE		48.80846							
Trk.Signal		-5.451189							
R-square		0.2987548							

Contoh hasil perhitungan peramalan secara detail, seperti terdapat dalam gambar dibawah :

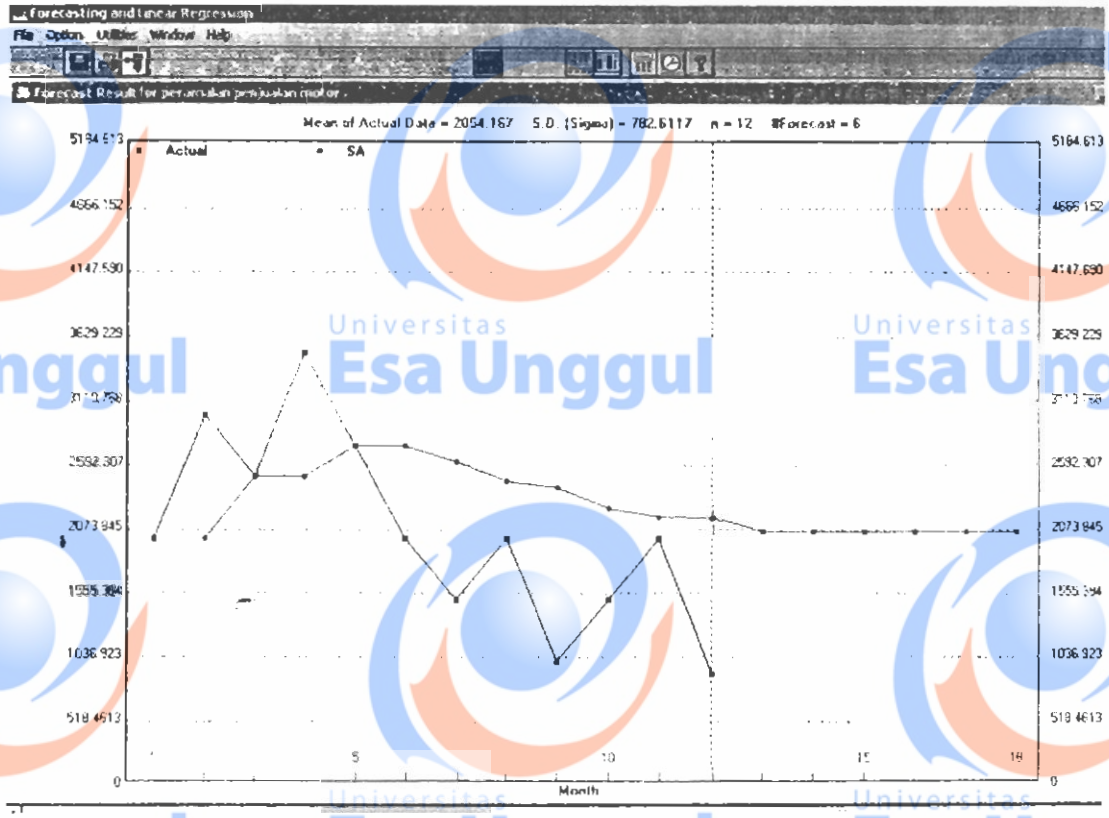


Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	3000	2000	1000	1000	1000	1000000	33.33333	1	
3	2500	2500	0	1000	500	500000	16.66667	2	
4	3500	2500	1000	2000	666.6667	666666.7	20.63492	3	
5	2750	2750	0	2000	500	500000	15.47619	4	
6	2000	2625	-750	1250	550	512500	19.88095	2.272727	0.55
7	1500	2464.286	-1125	125	645.8333	638020.8	29.06746	0.1935484	0.1530613
8	2000	2406.25	-464.2856	-339.2856	619.8979	577669.4	28.23129	-0.547325	0.1452457
9	1000	2250	-1406.25	-1745.536	718.192	752653.1	42.2805	-2.430458	0.1670088
10	1500	2175	-750	-2495.536	721.7262	731525	43.13823	-3.457732	0.2198225
11	2000	2159.091	-175	-2670.536	667.0536	661435	39.6994	-4.00348	0.2375102
12	900	2054.167	-1259.091	-3929.626	720.8751	745423.6	48.80846	-5.451189	0.2987548
13		2054.167							
14		2054.167							
15		2054.167							
16		2054.167							
17		2054.167							
18		2054.167							
CFE		-3929.626							
MAD		720.8751							
MSE		745423.6							
MAPE		48.80846							
Trk. Signal		-5.451189							
R-square		0.2987548							



Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	3000	2000	1000	1000	1000	1000000	33.33333	1	
3	2500	2500	0	1000	500	500000	16.66667	2	
4	3500	2500	1000	2000	666.6667	666666.7	20.63492	3	
5	2750	2750	0	2000	500	500000	15.47619	4	
6	2000	2750	-750	1250	550	512500	19.88095	2.272727	0.55
7	1500	2625	-1125	125	645.8333	638020.8	29.06746	0.1935484	0.1530613
8	2000	2464.286	-464.2856	-339.2856	619.8979	577669.4	28.23129	-0.547325	0.1452457
9	1000	2406.25	-1406.25	-1745.536	718.192	752653.1	42.2805	-2.430458	0.1670088
10	1500	2250	-750	-2495.536	721.7262	731525	43.13823	-3.457732	0.2198225
11	2000	2175	-175	-2670.536	667.0536	661435	39.6994	-4.00348	0.2375102
12	900	2159.091	-1259.091	-3929.626	720.8751	745423.6	48.80846	-5.451189	0.2987548
13		2054.167							
14		2054.167							
15		2054.167							
16		2054.167							
17		2054.167							
18		2054.167							
CFE		-3929.626							
MAD		720.8751							
MSE		745423.6							
MAPE		48.80846							
Trk. Signal		-5.451189							
R-square		0.2987548							

Contoh grafik dari hasil perhitungan diatas, seperti terdapat dalam gambar dibawah :



MODUL II

PERENCANAAN AGREGAT DAN DISAGREGAT

2.1. Tujuan

1) Untuk merencanakan kebutuhan produksi bulanan atau triwulan bagi kelompok-kelompok sebagaimana yang telah diperkirakan dalam peramalan permintaan.
2) Untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan dengan biaya yang minimum.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat dibuat untuk menyesuaikan kemampuan produksi dalam menghadapi permintaan pasar yang tidak pasti dengan mengoptimumkan penggunaan tenaga kerja dan peralatan produksi yang tersedia sehingga ongkos total produksi dapat ditekan seminim mungkin. Jika pesanan yang diterima bersifat tetap dalam waktu yang relatif panjang, maka perencanaan produksi tidak akan mengalami kesulitan dalam menetapkan rencana produksi bulanan. Perencanaan agregat tersebut menyatakan bahwa perencanaan dibuat pada tingkat kasar untuk memenuhi total kebutuhan semua produk yang akan dihasilkan dengtan menggunakan sumber daya yang ada. Dalam sistem manufaktur, faktor-faktor yamg mempertimbangkan dalam membuat perencanaan agregat adalah semua sumber daya yang ada berupa kapasitas mesin yang tersedia, jumlah tenaga kerja yang ada, tingkat persediaan yang ditentukan, dan penjadwalan. Secara umum, pola permintaan dapat dipengaruhi oleh empat komponen, yaitu kecenderungan (trend), siklus bisnis, musiman, dan random. Komponen kecenderungan (trend) menyatakan kenaikan dan penurunan rata – rata permintaan untuk jangka waktu yang sangat panjang. Komponen siklus bisnis mengindikasikan penyimpangan yang cukup besar dari permintaan terhadap kecenderungan yang disebabkan aktivitas bisnis yang bervariasi. Pengaruh musiman juga dapat menaikan atau menurunkan tingkat permintaan. Komponen terakhir adalah faktor random yang bisa dianggap sebagai noise dari pada permintaan.

2.3 Langkah-langkah Perencanaan Agregat

Ada enam langkah yang harus dilakukan dalam merencanakan produksi, agregat, yakni:

1. Tentukan periode waktu perencanaan dan bagi ke dalam periode waktu yang diinginkan. Jika perusahaan memproduksi berbagai jenis produk untuk jasa, buat agregasi berdasarkan kelompok produk atau tipe. Biaanya perusahaan memiliki horizon waktu perencanaan agregat dalam 12 sampai 18 bulan. Revisi perencanaan biasanya dilakukan beberapa kali dalam periode tersebut, misalnya setiap 3 bulan
2. Tentukan dari hasil ramalan estiasi permintaan dalam jangka waktu perencanaan dan terjemahkan permintaan ke dalam bentuk sumber yang dibutuhkan
3. Untuk setiap periode, bandingkan kapasitas yang tersedia saat ini dengan produksi yang dibutuhkan. Perhatikan perkiraan biaya dalam setiap alternative. Biasanya akan ada ketidakseimbangan antara jumlah kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas yang tersedia dalam satu atau lebih periode perencanaan

   Ada beberapa cara yang adapat digunakan perusahaan untuk menyeimbangkan kapasitas. Dan masing-masing alternative memiliki keunutngan dan kerugian.

   - Penyesuaian tingkat tenaga kerja. Kadang-kadang merekrut dan memberhentikan pekerja dapat menjadi cara yang efektif. Namun jika terlalu sering, kita akan menerima kesulitan dalam mendapatkan pekerja yang berkualtas dengan gaji yang kompetitif
   - Merencanakan waktu lembur. Menggunakan waktu lembur dapat membuat perusahaan menghindari perekrutan tenaga kerja yang biasanya diberhentikan ketika jumlah produksi sedikit. Namun terlalu banyak waktu lembur akan cepat menimbulakan kelelahan dan menurunkan kualitas produk
   - Memperpanjang hari kerja. Beberapa perusahaan menerima pekerjanya untuk bekerja lebih lama harus semakin sibuk (*busy season*) sebagai pengganti untuk jam kerja lebih pendek selama musim sepi (*slow season*)
   - Pemakaian bersama (*share capacity*). Jika sebuah perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan, ia dapat mengadakan subkontrak dengan pesaing local (*local competitive*)
   - Persediaan antisipasi. Persediaan dapat diakumulasikan dalam musim ysng sepi (*off season*) untuk memenuhi permintaan pada musim sibuk (*peak season*)
   - Mengizinkan pelanggan menunggu (*backlog*). Pelanggan dapat menyetujui untuk menunggu dalam waktu yang tidak selalu lama atau ditempatkan dalam

daftar tunggu (*waiting list*). Hal ini sering terjadi dalam industry pelayanan (di rumah sakit, dokter gigi). Iika industry telah memiliki saingan, hal ini akan mengurangi order dan pelanggan di masa yang akan dating

- Perjanjian subkontrak dengan perusahaan lain. Hal ini dilakukan dengan cara membayar perusahaan lain untuk membuat produk yang diminta oleh pelanggan. Perjanjian subkontrak ini dapat lebih mengunutngkan (daripada harus kehilangan pelanggan)
- *Stockouts*. Perusahaan dapat memilih untuk tidak dapat memenuhi permintaan. Hal ini terjadi pada sekolah, restoran dan tempat rekreasi bergengsi. Namun, sekali lagi hal ini tergantung dengan kondisi pesaing (*competitor*), apakah perusahaan ini akan mengurangi permintaan di masa yang akan datang

4. Pilih metode perencaan agregat yang digunakan

   Ada beberapa alternative metode perencanaan agregat yang dapat dipilih oleh perusahaan baik dengan jumlah tenaga kerja yang tetap maupun yang berubah-ubah.

5. Kembangkan perencanaan agregat dengan menggunakan optimasi atau teknik heuristic.

   Jika metode perencanaan agregat telah dipilih, perencanaan agregat dapat dikemabangkan. Tajuan akhirnya adalah untuk mendapatkan perencanaan produksi yang memberikan biaya produksi terendah.

2.4 Ongkos-Ongkos Yang Terlibat

Ongkos-ongkos yang terlibat dalam perencanaan agregat adalah:

- HIRING COST (ongkos penambahan tenaga kerja). Penambahan tenaga kerja menimbulkan ongkos-ongkos untuk iklan, proses seleksi dan training. Ongkos training merupakan onkos yang besar apabila tenaga kerja yang direkrut adalah tenaga kerja yang belum pengalaman.
- FIRING COST (ongkos pemberhentian tenaga kerja). Pemberhentian tenaga kerja biasanya terjadi karena semakin rendahnya permintaan akan produk yang dihasilkan, sehingga tingkat produksi menurun dengan drastis
- OVERTIME COST AND UNDERTIME COST (ongkos lembur dan ongkos menganggur). Penggunaan waktu lembur bertujuan untuk meningkatkan output

produksi, tetapi konsekwensinya perusahaan untuk mengeluarkan ongkos tambahan lembur yang biasanya 150% dari ongkos kerja reguler.

- INVENTORY COST AND BACKORDER COST (ongkos persediaan dan ongkos kehabisan persediaan). Persediaan mempunyai fungsi mengantisipasi timbulnya kenaikan permintaan pada saat – saat tertentu.

2.5 Agregasi

Tujuan dari perencanaan agregasi adalah untuk memproduktifkan utilisasi dari sumber-sumber tenaga kerja dam mesin. Agregat berarti bahwa perencanaan dilakukan pada tingkat keseluruhan dimana level produk tersebut menggunakan sumber daya atau fasilitas yang sama.

Beberapa pilihan dalam melakukan agregasi adalah :

- Melakukan proses manufaktur lebih dari kebutuhan pada periode dimana terdapat demand yang rendah dan tetap memproduksi pada tingkat rata-rata pada waktu lain.
- Menyewa dan memberhentikan tenaga kerja pada waktu dimana proses manufaktur diperlukan atau tidak diperlukan.

Beberapa metode pendekatan dalam melakukan agregasi adalah :

1. pendekatan grafis atau tabel
2. pendekatan empiris
3. pendekatan optimasi
4. pendekatan parameterik.

2.6 Metode Perencaan Agregat Produksi

2.6.1 Pure Strategy

2.6.1.1 Perubahan Level Tenaga Kerja

Perusahaan dapat menambah jumlah jam kerja jika diperlukan dan mengubah tenaga kerja dengan melakukan perekrutan tenaga kerja (*hire*) atau melakukan pemutusan hubungan kerja (*lire*) dengan tujuan untuk menyamakan tingkat produksi dengan jumlah permintaan setiap periodenya. Dengan demikian perusahaan akan melakukan produksi sesuai dengan permintaan untuk menghindari jumlah sediaan.

2.6.1.2 Perubahan Level Persediaan

Dalam metode ini perusahaan berusaha untuk menghindari kegiatan *hire* dan *fire*. Untuk itu dilakukan penyamaan jumlah produksi berdasarkan rata-rata permintaan dan menutupi kekurangan produksi dengan persediaan yang berasal dari produksi periode terdahulu.

2.6.1.3 Subkontrak

Alternatif lain yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan selain mengubah tenaga kerja atau mengubah jumlah persediaan adalah dengan melakukan subkontrak kepada perusahaan lainnya jika tingkat produksi tidak mencukupi jumlah permintaan. Asumsi yang digunakan pada metode subkontrak ialah bahwa pihak sunkontrak dapat memenuhi berapapun permintaan dari perusahaan kita.

Secara garis besar, metode *pure strategy* dibagi lagi ke dalam 2 metode, yaitu:

1. Metode *Chase*

   Dalam metode ini, permintaan produksi setiap periodenya harus terpenuhi dengan memperkerjakan/memecat tenaga kerja jika diperlukan. Keburukan dari strategi ini adalah jika pekerja tahu bahwa pekerjaannya sudah hamper selesai maka dia akan cenderung untuk melambatkan pekerjaannya karena takut skan dipecat segera setelah pekerjaannya selesai.

2. Metode *Levelling*

   Metode ini menjaga jumlah tenaga kerja yang stabil pada jumlah kemampuan produksi yang konstan. Kelebihan dan kekurangan produksi adalah resiko yang diatasi dengan tingkat persediaan yang berfluktuasi.

2.6.2 *Mixed Strategy*

Dilihat dari hasil yang diberikan oleh metode –metode dalam *pure strategy*, maka setiap metode memiliki dampak negated bagi perusahaan. Untuk itu perusahaan dapat menggabungkan dua atau lebih metode yang ada pada *Pure Strategy* guna meminimasi efek negatif yang ditimbulkan. Gabungan dua atau lebih metode ini disebut sebagai *Mixed Strategy*.

2.7 Disagregasi

Perencanaan disagregat merupakan langkah selanjutnya setelah perencanaan agregat, tujuan dari perencanaan disagregat ini adalah untuk memecah satuan produk agregat ke dalam setiap item produk serta mengetahui item-item suatu produk apa saja yang akan diproduksi setiap periodenya dan berapa jumlah setiap item dari suatu produk tersebut akan diproduksi. Disagregasi akan dilakukan dengan pendekatan *Reguler Knapsack Method*.

Dalam rencana agregasi memperhitungkan ukuran tenaga kerja dan kuantitas produk secara keseluruhan. Agar lebih berguna, rencana harus dijabarkan dalam kuantitas produk untuk masing-masing individu produk. Proses penjabaran atau disagregasi ini akan menghasilkan jadwal induk yang selanjutnya menjadi input bagi MRP.

Langkah-langkah melakukan disagregasi item ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *expected quantity* yaitu perediaan awal dikurangi permintaan ($I_{ij,t-1}$ - D_{ij}). Jika expected quantity bernilai negatif, berarti item itu harus diproduksi, karena jumlah persediaan yang ada tidak mencukupi permintaan
2. Menentukan nilai N, yaitu ± banyaknya ulangan permintaan yang akan dipenuhi oleh jumlah produksi ditambah persediaan yang ada sekarang ini, dengan syarat:

$$Y_i^* \leq \sum_{\forall j \in i} K_{ij} \left(\sum_{n-1}^{N} D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt-1} \right)$$

Y_i^* adalah jumlah produk yang diproduksi dari perencanaan agregat terbaik.

Untuk perubahan level tenaga kerja : Y_i^* = Demand dalam satuan agregat

Untuk perubahan level persediaan : Y_i^* = Produksi dalam satuan agregat

Untuk subcontracting : Y_i^* = Produksi dalam satuan agregat

Untuk Mixed Strategy : $Y_i^* = \frac{Waktu\ regular + Waktu\ overtime}{Waktu\ siklus}$. {Round Normal}

SS_{ij}=0 jika perusahaan tidak mempunyai *safety stock*

3. Menghitung nilai E(*Excess Demand*) atau kelebihan permintaan/kebutuhan dengan rumus:

$$E_i = \sum_{\forall j \in i} K_{ij} \left(\sum_{n-1}^{N} D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt-1} \right) - Y_i^*$$

4. Menetukan jumlah produksi untuk masing-masing item dengan rumus:

$$Y_i^* = \sum_{n-1}^{N} D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt-1} - (E_i D_{ij} / \sum_{\forall j \in i} K_{ij} D_{ijn})$$

Catatan:

- *Next Pre-ending Inventory* ≈ Kuantitas Produksi – [Expected Quantity].
  Jika nilainya negatif (-) atau ≤ 0 maka *Next Pre-ending Inventory* = 0
  Jika nilainya positif (+) maka nilai tersebut dituliskan saja langsung
- Kuantitas produksi nilainya harus bulat, apabila tidak bulat maka dibulatkan normal.

2.8 Jadwal Induk Produksi

Jadwal induk produksi atau master produktion schedule (MPS) merupakan penjabaran rencana produksi family produk (hasil PP) menjadi produk individu. MPS biasanya disusun dan direvisi setiap bulan. Beberapa karakteristik MPS antara lain :

- Merupakan pernyataan mengenai sesuatu yang akan diproduksi.
- Sebelumnya dinyatakan sebagai produk family dalam PP.
- Merupakan suatu peramalan dengan mempertimbangkan ketersediaan material dan kapasitas backlog serta tujuan dan kebijakan manajemen.
- Memberikan arah bagi sistem perencanaan kebutuhan material.

Tujuan dari MPS adalah mewujudkan perencanaan agregat menjadi suatu perencanaan terpisah untuk masing – masing item individu. Selain itu MPS juga dapat mengevaluasi jadwal – jadwal alternatif dalam hal kebutuhan kapasitas, menyediakan input untuk sistem MRP dan membantu manjer produksi untuk menghasilkan prioritas – prioritas untuk penjadwalan produksi.

Aktivitas- aktivitas pada perencanaan MPS adalah :

1. Perencanaan MPS
   - Memilih item dengan pemilihan level struktur dari Bill Of Material (BOM) yang direpresentasikan menjadi penjadwalan item.
   - Menorganisasi MPS berdasrkan kelompok produk.
   - Menentukan horison perencanaan dan satuan periode waktu.

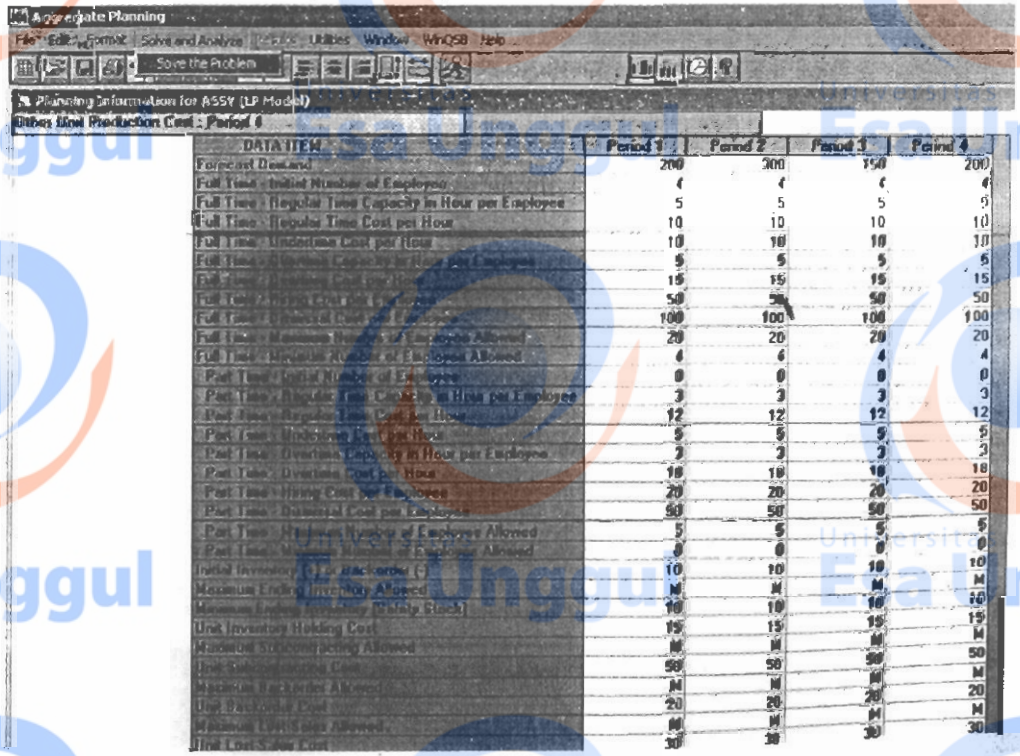
2. Pembuatan MPS
   - Mengumpulkan informasi yang diperlukan termasuk peramalan, backlog, dan inventory on hand.
   - Menyiapkan gambaran kasar dari MPS.
   - Memberikan kapasitas secara kasar dengan Rough Cut Capacity Planning (RCCP).
   - Untuk mendapatkan jadwal yang layak, dapat dilakukan penambahan kapasitas atau pengurangan rencana produksi.
3. Pengendalian MPS
   - Memberikan produksi aktual dan membandingkan dengan rencana produksi untuk menentukan apakah proses perencanaan MPS telah berhasil baik.
   - Menghitung projected on hand untuk menentukan apakah rencana produksi mencakup pemenuhan order di masa mendatang.
   - Menggunakan hasil dari aktivitas sebelumnya untuk menentukan apakah MPS atau kapasitas yang tersedia harus di revisi

2.9 Langkah – langkah pengoperasian Win QSB

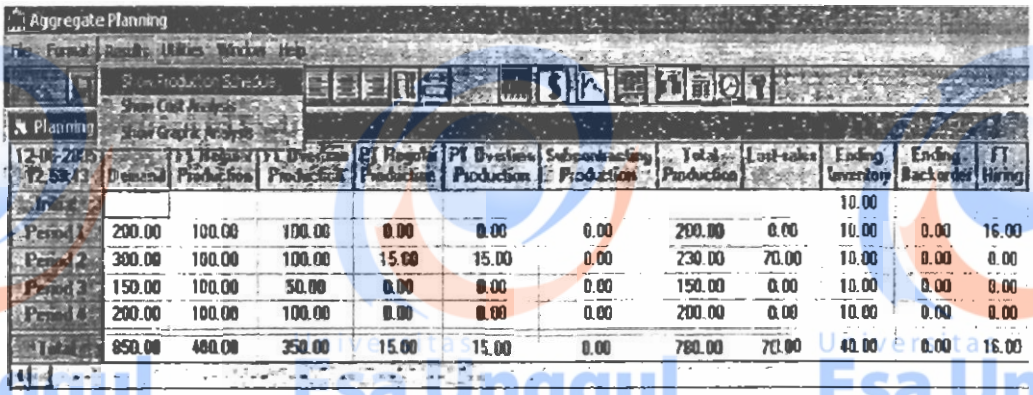
1. Klik Start kemudian all programs, pilih WinQSB, klik AP
2. Arahkan pointer ke file kemudian pilih *"new problem"* klik

3. Pada *problem type* pilih *"General LP Mode"* kemudian isi task yang ada, setelah selesai klik "OK"

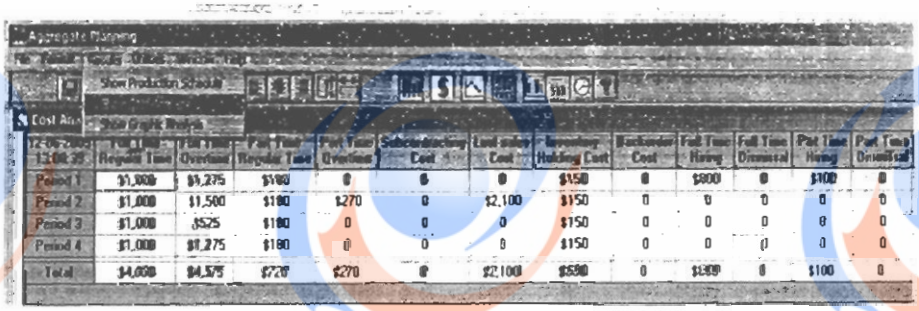
4. Isi kolom = kolom tasks sesuai dengan jumlah tasks yang telah ditentukan, dilanjutkan klik "*solve and analyze*" pilih "*solve the problem*" klik



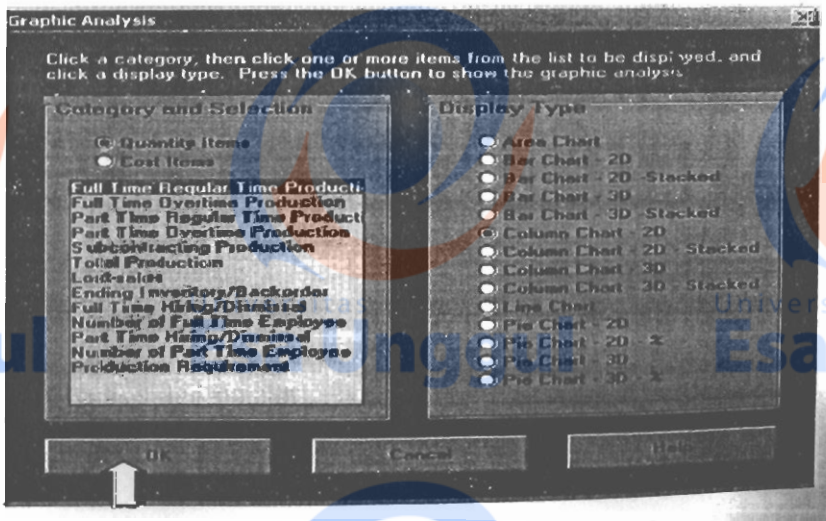
5. Keluar table "*show line Production Schedule*"



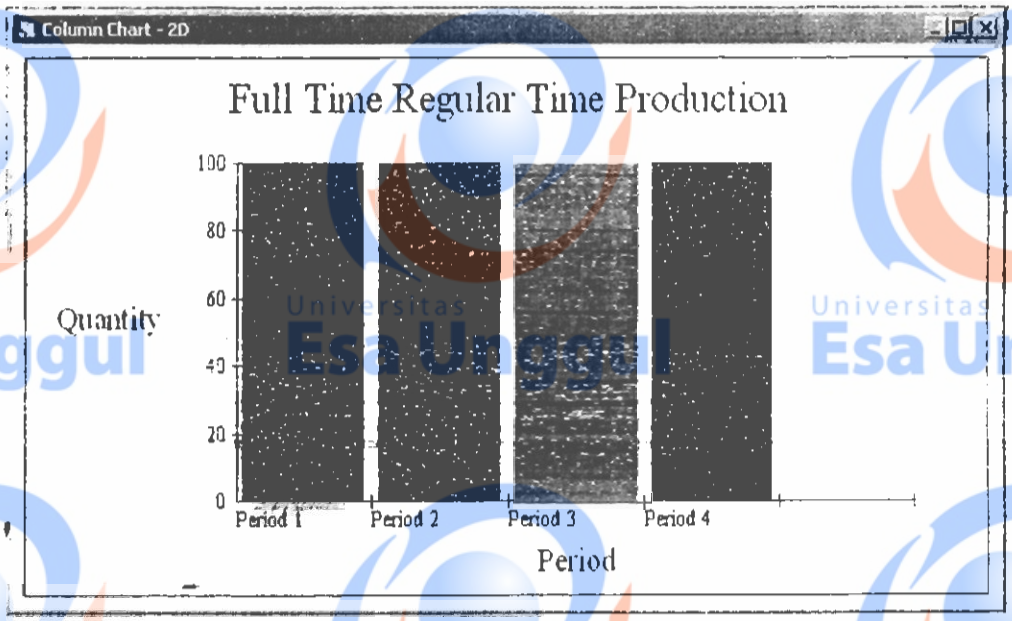
6. Untuk melihat solusi yang lain klik "*Result*", pilih *"Show Cost Analysis"*.



7. Sama seperti langkah ke-6 klik "*Result*", pilih *"Show Graphic Analysis"* klik. Kemudian pilih seperti table di bawah ini. "OK"



8. Muncul column chart 2D



MODUL III

ROUGH CUT CAPACITY PLANNING

(RCCP)

3.1 Tujuan Praktikum RCCP

1. Dapat memahami ketersediaan kapasitas untuk melakukan *MPS* (*Master Production Schedule*) dengan menggunakan metode :
   - *CPOF* (*Capacity Planning Using Overall Factors*)
   - *BOL* (*Bill Of Labor*)
   - *RP* (*Resource Profile*)
2. Dapat memahami waktu *set-up* yang akan dibutuhkan untuk melakukan suatu proses produksi.
3. Dapat memahami kelayalakan *MPS* (*Master Production Schedule*).

3.2 Landasan Teori

RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*) Merupakan metode untuk mengukur kapasitas *work center*, sehingga dapat diketahui apakah suatu jadwal produksi memerlukan kerja lembur, *subcontract*, dll untuk memenuhi permintaan tepat waktu.

RCCP digunakan untuk menguji kelayakan kapasitas dari suatu rencana jadwal induk produksi (*MPS*) sebelum *MPS* ditetapkan. Sehingga dapat diketahui apakah kapasitas yang tersedia mampu untuk memenuhi rencana produksi yang tertuang dalam *MPS* atau tidak, dan dapat diambil tindakan atau jalan keluar apabila tidak sesuai dengan *MPS* sebelum waktu produksi tiba.

Ada 3 teknik yang digunakan dalam *RCCP* yaitu :

1. Capacity Planning using Overall Factors

Metode ini menggunakan proporsi historis dalam perhitungan kapasitasnya. Input yang diperlukan antara lain yaitu MPS, waktu total pabrik yang diperlukan untuk memproduksi satu part tertentu dan proporsi histories.

Untuk pengolahan data dengan menggunakan teknik CPOF ini diperlukan beberapa input atau masukan data, diantaranya:

1. Rencana produksi yang diperoleh dari MPS
2. Waktu total pabrik yang diperlukan untuk memproduksi suatu part tertentu
3. Proprosi historis

Proses pengolahan data untuk mengetahui kapasitas total yang dibutuhkan untuk memproduksi MPS per periode adalah perkalian MPS dengan *standard house of labor* sedangkan untuk kapasitas untuk masing-masing *work center* adalah perkalian proporsi historis *work center* dengan kapasitas total diperlukan. Contoh pengolahan data sebagai berikut :

- Waktu produksi untuk tiap-tiap proses atau pusat kerja dan total waktu secara keseluruhan proses.

Tabel 3.1. Contoh Tabel Waktu Produksi Metode CPOF

WC	Waktu
1	A
2	B
3	C
....	D
Waktu total	A+B+C+D

- Rencana produksi atau MPS.

Tabel 3.2. Contoh Tabel Data MPS Metode CPOF

Periode	1	2	3	.....
MPS	E	F	G	.....

- RCCP dengan CPOF *Approach*.

Tabel 3.3. Tabel Pengolahan Data Metode CPOF

WC	Proporsi Historis	Periode 1	Periode 2	.....	Total Waktu (jam)
1	H	M			
2	I	N			
3	J	O			
....	....	....			
Total Waktu		K	L	...	

Proporsi historis merupakan persentase antara waktu yang digunakan pada pusat kerja tersebut dengan total waktu seluruh proses yang dilalui.

Misal :

$$\text{Proporsi historis untuk WC 1(H)} = \frac{Waktu\ Pada\ WC\ 1}{Waktu\ Total\ \text{Pr}oses}$$

$$= \frac{A}{(A+B+C+D)}$$

Total waktu untuk tiap-tiap periode merupakan hasil perkalian antara jumlah yang direncanakan untuk produksi atau MPS pada periode tersebut dengan total waktu keseluruhan.

Misal :

Waktu total periode 1(K) = MPS Periode 1* Waktu Total Proses

= E*(A+B+C+D)

Kapasitas yang diperlukan untuk masing-masing periode pada tiap-tiap pusat kerja / proses merupakan hasil perkalian antara kapasitas total waktu dengan proporsi historis pada tiap-tiap pusat kerja.

Misal :

Kapasitas yang dibutuhkan pada pusat kerja dan periode 1

= Waktu Total Kapasitas Periode 1* Proporsi Historis Periode 1

= K*H

Sedangkan total waktu untuk kapsitas dalam jam adalah seluruh kebutuhan kapasitas untuk memproduksi seluruh MPS dalam periode keseluruhan, misal untuk satu tahun.

2. *Bill Of Labor Approach*

Metode ini menggunakan waktu standar setiap produk. Seperti pada pengolahan data dengan teknik CPOF penerapan RCCP dengan menggunakan teknik *bill of labor approach* memerlukan beberapa input atau masukan data yang tidak jauh beda, seperti :

- Rencana produksi dari MPS
- Waktu untuk tiap-tiap pusat kerja atau tiap proses

- *Bill of labor* untuk proses pembuatan produk tersebut

Dengan metode ini, jumlah yang direncanakan untuk produksi pada MPS periode tertentu langsung dikalikan dengan waktu untuk proses yang harus dilalui proses tersebut sesuai dengan standar waktu untuk masing-masing proses, berikut contoh pengolahan datanya :

- *Bill of labor* untuk produk x.

Tabel 3.4. Contoh Tabel Waktu Produksi Metode BOL Approach

Process	Time
1	A
2	B
3	C
4	D
Total plant time	A+B+C+D

- Rencana produksi atau MPS.

Tabel 3.5. Contoh Tabel Data MPS Metode BOL Approach

Periode	1	2	3	4
MPS	E	F	G	H

Dari data diatas kemudian disusun dalam bentuk matriks dan diperoleh :

Bill of labor : Matriks (4*1)

MPS : Matriks (1*4)

Sehingga RCCP *Bill of labor* : Matriks (4*4) ≈ BOL*MPS

- RCCP dengan menggunakan teknik *Bill Of Labor Approach*.

Tabel 3.6. Tabel Pengolahan Data Metode BOL Approach

WC	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Total
1	I				
2	J				
3	K				
4	L				
Total	M				

Dimana I merupakan hasil perkalian antara waktu proses pada WC 1 dengan MPS pada periode 1, jadi I=A*E, untuk J,K,L dan seterusnya menggunakan cara yang sama tergantung pada pusat kerja dan periode MPS.

3. *Resource Profile*

Metode ini ialah yang paling mendetail, karena memperhitungkan lead time untuk tiap work center. Teknik RCCP ini selain membutuhkan *input* data seperti teknik-teknik diatas, teknik ini juga membutuhkan *input due date* untuk tiap-tiap pusat kerja atau proses .

Due date merupakan waktu dimana suatu pekerjaan harus selesai. Berikut contoh pengolahan data dengan menggunakan *resource profile approach* :

- Due date untuk masing-masing work centre atau proses dapat dilihat dalam tabel 3.7.

Tabel 3.7. Tabel Waktu Proses Dan Due Date Metode RP Approach

WC	Periode (Bulan) Sebelum *Due Date*		
	2	1	0
1	A		
2		B	
3		C	
4			D

- Rencana produksi atau MPS, rencana produksi dapat dibuat dalam beberapa periode kedepan.

Tabel 3.8. Contoh Tabel Data MPS Metode RP Approach

Periode	1	2	3	4
MPS	E	F	G	H

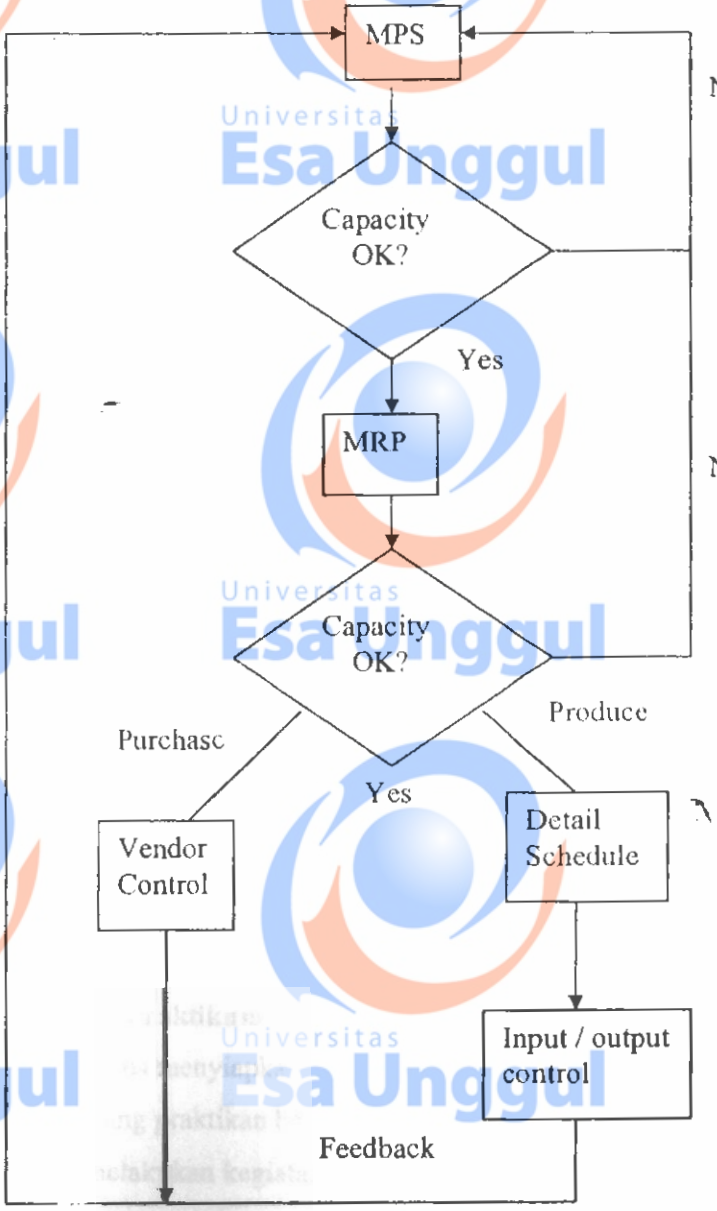
- RCCP dengan *Resource Profile Approach*.

Tabel 3.9. Tabel Pengolahan Data Metode *RP Approach*

WC	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Total
1	K	L	M	N	K+L+M+N
2					
3					
4					

Pada WC 1 karena periode sebelum *due date* terdapat pada periode dua maka kapasitas yang dibutuhkan pada periode 3 dan 4 kosong karena MPS untuk kedua periode tersebut telah diproduksi pada dua periode sebelumnya.

Jadi jumlah kapasitasnya sangat tergantung pada periode *due date* untuk tiap proses tersebut.



Gambar 3.1 ***Bagan Closed Loop MRP***

Seperti terlihat dalam bagan, RCCP diperlukan untuk menguji kelayakan MPS sebelum berubah menjadi MRP. Selanjutnya CRP diperlukan untuk menguji MRP.

Pada dasarnya terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan *RCCP*, yaitu :

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari *MPS*.

   Contoh MPS :

MPS Item	PERIODE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Clipboard	86	93	119	100	100	100	100	100
Lapboard	0	50	0	50	0	50	0	50
Lap desk	75	120	47	20	17	10	0	0
Pencil case	125	125	125	125	125	125	125	125

2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead time*).
3. Menentukan *bill of resources*.
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan.

3.3 Prosedur Paktikum

Garis besar pelaksanaan praktikum adalah sebagai berikut :

1. Praktikan melakukan simulasi fisik mengenai *RCCP* dengan menggunakan metode *BOL* (*Bil Of Labor*) untuk mendapatkan data yang akan diolah dalam laporan.
2. Praktikan membandingkan metode yang digunakan dengan metode *CPOF* (*Capacity Planning Using Overall Factors*) dan *RP* (*Recource Profile*) untuk mendapatkan metode yang lebih baik.

3.4 Sistematika Praktikum

Proses Simulasi Praktikum

1. Praktikan harus menyiapkan bahan-bahan yang telah ditentukan.
2. Masing-masing praktikan berada pada tiap *Work Center* (*WC*).
3. Praktikan melakukan kegiatan berdasarkan Peta Proses Operasi dan Struktur Produk / *BOM* (*Bil of Material*) yang telah tersedia.

3.4.1 Alat Dan Bahan Praktikum

1. Obeng Plus kecil

2. Alat tulis
3. Komponen-komponen steker yang belum dirakit
4. Stopwatch
5. Tabel MRP

Gambar 3.2 Gambar *Work Station*

Keterangan (Gambar 3.2)

WC 1 : Merakit bodi 1 dengan kedua jack.

WC 2 : Merakit plat ke bodi.

WC 3 : Memasang dua baut yang menggabungkan antara bodi 1, jack dan plat.

WC 4 : Memasang bodi 2 sebagai penutup bodi.

WC 5 : Memasang baut sebagai *finishing* dari proses perakitan steker.

Studi Kasus :

Sebuah perusahaan pembuat steker mendapatkan order pembuatan steker sebanyak 5 buah/jam. Dengan perincian data-data sebagai berikut :

1. **Work Center 1**
   Kegiatan : Merakit bodi 1 dengan kedua jack.
   Set up time : berdasarkan kegiatan
   Run time : berdasarkan kegiatan
2. **Work Center 2**
   Kegiatan : Merakit plat ke bodi.
   Set up time : berdasarkan kegiatan
   Run time : berdasarkan kegiatan
3. **Work Center 3**
   Kegiatan : Memasang 2 baut yang menggabungkan antara bodi 1,jack dan plat.
   Set up time : berdasarkan kegiatan
   Run time : berdasarkan kegiatan

4. **Work Center 4**

   Kegiatan : Memasang bodi 2 sebagai penutup bodi.

   Set up time : berdasarkan kegiatan

   Run time : berdasarkan kegiatan

5. **Work Center 5**

   Kegiatan : Memasang baut sebagai *finishing* dari proses perakitan steker.

   Set up time : berdasarkan kegiatan

   Run time : berdasarkan kegiatan

Dari studi kasus tersebut, maka :

- Hitung berapa jumlah kapasitas yang dibutuhkan ?
- Analisa apakah rencana produksi overstated atau tidak !
- Berikan solusinya !

Pengolahan Data :

Diketahui waktu proses produk steker adalah sebagai berikut:

	Steker				
Work Center	1	2	3	4	5
WC 1	11,65	9,09	8,82	9,86	6,43
WC 2	19,76	15,22	19,48	18,71	12,83
WC 3	1:36,22	54,34	48,55	1:12,77	1:12,92
WC 4	2,96	16,5	2,02	2,67	1,7
WC 5	16,8	17,1	15,53	23,94	25,38

Tabel MPS (Master Production Schedule) untuk tiap bulan adalah sebagai berikut:

J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
12500	13600	14000	9800	8900	10500	7900	10500	16000	4600	18500	21300

Waktu Pengerjaan

	Steker						Waktu Proses Rata-rata	
Work Center	1	2	3	4	5	Total	Detik	Jam
WC 1	11.65	9.09	8.82	9.86	6.43	45.85	9.17	0.0026
WC 2	19.76	15.22	19.48	18.71	12.83	86	17.2	0.0048
WC 3	96.22	54.34	48.55	72.77	72.92	344.8	68.96	0.0192
WC 4	2.96	16.5	2.02	2.67	1.7	25.85	5.17	0.0014
WC 5	16.8	17.1	15.53	23.94	25.38	98.75	19.75	0.0055

Metode Yang Digunakan :

Capacity Planning using Overall Factors (CPOF)

Tabel Proporsi Historis

Work Center	Waktu Pengerjaan (jam)	Proporsi Historis
WC 1	0.0026	0.08
WC 2	0.0048	0.14
WC 3	0.0192	0.57
WC 4	0.0014	0.04
WC 5	0.0055	0.16
Total		1

$$\text{Proporsi Historis} = \frac{WaktuPengerjaanWCt}{TotalWaktu\ Pengerjaan}$$

Tabel Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	PH	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D	Total Hour
1	0,08	33.5	36.45	37.52	26.26	23.85	28.14	21.17	28.14	42.88	12.33	49.58	57.08	396.9
2	0,14	58.63	63.78	65.66	45.96	41.74	49.25	37.05	49.25	75.04	21.57	86.77	99.9	694.6
3	0,57	238.69	259.69	267.33	187.13	169.95	200.5	150.85	200.5	305.52	87.84	353.26	406.72	2827.98
4	0,04	16.75	18.22	18.76	13.13	11.93	14.07	10.59	14.07	21.44	6.16	24.79	28.54	198.45
5	0,16	67	72.9	75.04	52.53	47.70	56.28	42.34	56.28	85.76	24.66	99.16	114.17	793.82
Total	1	418.75	455.6	469	328.3	298.15	351.75	264.65	351.75	536	154.1	619.75	713.55	4911.75

Tabel Kapasitas Yang Tersedia

Bulan Januari

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
2	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
3	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
4	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
5	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4

Bulan Februari

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	24	960	85%	90%	734.4
2	5	1	8	24	960	85%	90%	734.4
3	5	1	8	24	960	85%	90%	734.4
4	5	1	8	24	960	85%	90%	734.4
5	5	1	8	24	960	85%	90%	734.4

Bulan Maret

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	26	1080	85%	90%	795.6
2	5	1	8	26	1080	85%	90%	795.6
3	5	1	8	26	1080	85%	90%	795.6
4	5	1	8	26	1080	85%	90%	795.6
5	5	1	8	26	1080	85%	90%	795.6

Bulan April

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	23	880	85%	90%	673.2
2	5	1	8	23	880	85%	90%	673.2
3	5	1	8	23	880	85%	90%	673.2
4	5	1	8	23	880	85%	90%	673.2
5	5	1	8	23	880	85%	90%	673.2

Bulan Mei

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	25	1040	85%	90%	765
2	5	1	8	25	1040	85%	90%	765
3	5	1	8	25	1040	85%	90%	765
4	5	1	8	25	1040	85%	90%	765
5	5	1	8	25	1040	85%	90%	765

Bulan Juni

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	26	1000	85%	90%	795.6
2	5	1	8	26	1000	85%	90%	795.6
3	5	1	8	26	1000	85%	90%	795.6
4	5	1	8	26	1000	85%	90%	795.6
5	5	1	8	26	1000	85%	90%	795.6

Bulan Juli

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
2	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
3	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
4	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
5	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6

Bulan Agustus

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
2	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
3	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
4	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
5	5	1	8	25	1000	85%	90%	765

Bulan September

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
2	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
3	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
4	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
5	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6

Bulan Oktober

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
2	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
3	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
4	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4
5	5	1	8	24	920	85%	90%	734.4

Bulan November

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
2	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
3	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
4	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6
5	5	1	8	26	1040	85%	90%	795.6

Bulan Desember

WC	M	S	H	W	T	U	E	AC
1	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
2	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
3	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
4	5	1	8	25	1000	85%	90%	765
5	5	1	8	25	1000	85%	90%	765

Keterangan:

M = Mesin

H = Jam Kerja PerHari

W = Jumlah hari kerja tiap bulan

T = Waktu yang tersedia = M * S * H * W

U = Utilisasi

E = Efisiensi

AC = Available Capacity = T * U * E

Tabel Rekapitulasi Kapasitas Yang Tersedia

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	734.4	734.4	795.6	673.2	765	795.6	795.6	765	795.6	734.4	795.6	765
2	734.4	734.4	795.6	673.2	765	795.6	795.6	765	795.6	734.4	795.6	765
3	734.4	734.4	795.6	673.2	765	795.6	795.6	765	795.6	734.4	795.6	765
4	734.4	734.4	795.6	673.2	765	795.6	795.6	765	795.6	734.4	795.6	765
5	734.4	734.4	795.6	673.2	765	795.6	795.6	765	795.6	734.4	795.6	765

Tabel Kapasitas Tersedia Vs Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	670,3	697,95	788,68	677,54	771,75	736,86	774,43	736,86	752,72	691,47	746,02	707,92
2	645,17	670,62	760,54	657,84	753,86	715,75	758,55	715,75	720,56	682,23	708,83	665,1
3	465,11	474,71	558,87	516,67	625,65	564,5	644,75	564,5	490,08	615,96	442,34	358,28
4	687,05	716,18	807,44	690,67	783,67	750,93	785,01	750,93	774,16	697,64	770,81	736,46
5	636,8	661,5	751,16	651,27	747,9	708,72	753,26	708,72	709,84	679,14	696,44	650,83

Bill Of Labor Approach (BOL)

Tabel Waktu Pengerjaan

Work Center	Waktu Pengerjaan (Detik)	Waktu Pengerjaan (jam)
WC 1	9,17	0,0026
WC 2	17,2	0,0048
WC 3	68,96	0,0192
WC 4	5,17	0,0014
WC 5	19,75	0,0055

Tabel Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D	Total Hour
1	32,5	35,36	36,4	25,48	23.14	27,3	20,54	27,3	41,6	11,96	48,1	55,38	385,06
2	60	65,28	67,2	47,04	42,72	50,4	37,92	50,4	76,8	22,08	88,8	102,24	710,88
3	240	261,12	268,8	188,16	170,88	201,6	151,68	201,6	307,2	88,32	355,2	408,96	2843,52
4	17,5	19,04	19,6	13,72	12,46	14,7	11,06	14,7	22,4	6,44	25,9	29,82	207,34
5	68,75	74,8	77	53,9	48,95	57,75	43,45	57,75	88	25,3	101,75	117,15	814,55
Total													4961,35

Tabel Rekapitulasi Kapasitas Yang Tersedia

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	703,8	734,4	826,2	703,8	795,6	765	795,6	765	795,6	703,8	795,6	765
2	703,8	734,4	826,2	703,8	795,6	765	795,6	765	795,6	703,8	795,6	765
3	703,8	734,4	826,2	703,8	795,6	765	795,6	765	795,6	703,8	795,6	765
4	703,8	734,4	826,2	703,8	795,6	765	795,6	765	795,6	703,8	795,6	765
5	703,8	734,4	826,2	703,8	795,6	765	795,6	765	795,6	703,8	795,6	765

Tabel Kapasitas Tersedia Vs Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	671,3	699,04	789,8	678,32	772,46	737,7	775,06	737,7	754	691,84	747,5	709,62
2	643,8	669,12	759	656,76	752,88	714,6	757,68	714,6	718,8	681,72	706,8	662,76
3	463,8	473,28	557,4	515,64	624,72	563,4	643,92	563,4	488,4	615,48	440,4	356,04
4	686,3	715,36	806,6	690,08	783,14	750,3	784,54	750,3	773,2	697,36	769,7	735,18
5	635,05	659,6	749,2	649,9	746,65	707,25	752,15	707,25	754	691,84	747,5	709,62

Resource Profile (RF)

Aliran Work Center

				J	F	M	A	ME	JN	JL	A	S	O	N	D
1	2	3	4	5											
	1	2	3	4	5										
		1	2	3	4	5									
			1	2	3	4	5								
				1	2	3	4	5							
					1	2	3	4	5						
						1	2	3	4	5					
							1	2	3	4	5				
								1	2	3	4	5			
									1	2	3	4	5		
										1	2	3	4	5	
											1	2	3	4	5

Tabel Waktu Aliran Work Center

WC	T	4	3	2	1	0
1	0,0026	0.0026	0	0	0	0
2	0,0048	0	0.0048	0	0	0
3	0,0192	0	0	0.0192	0	0
4	0,0014	0	0	0	0.0014	0
5	0,0055	0	0	0	0	0.0055

Tabel MPS (Master Production Schedule) untuk tiap bulan adalah sebagai berikut :

J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
12500	13600	14000	9800	8900	10500	7900	10500	16000	4600	18500	21300

Tabel Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D	Total Hour
1	23.14	27.3	20.54	27.3	41.6	11.96	48.1	55.38	0	0	0	0	255.52
2	47.04	42.72	50.4	37.92	50.4	76.8	22.08	88.8	102.24	0	0	0	518.4
3	268.8	188.16	170.88	201.6	151.68	201.6	307.2	88.32	355.2	408.96	0	0	2342.4
4	19.04	19.6	13.72	12.46	14.7	11.06	14.7	22.4	6.44	25.9	29.82	0	189.84
5	68.75	74.8	77	53.9	48.95	57.75	43.45	57.75	88	25.3	101.75	117.15	814.55

Tabel Rekapitulasi Kapasitas Yang Tersedia

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	703,8	734.4	826.2	703,8	795.6	765	795.6	765	795.6	703,8	795.6	765
2	703,8	734.4	826.2	703,8	795.6	765	795.6	765	795.6	703,8	795.6	765
3	703,8	734.4	826.2	703,8	795.6	765	795.6	765	795.6	703,8	795.6	765
4	703,8	734.4	826.2	703,8	795.6	765	795.6	765	795.6	703,8	795.6	765
5	703,8	734.4	826.2	703,8	795.6	765	795.6	765	795.6	703,8	795.6	765

Tabel Kapasitas Tersedia Vs Kapasitas Yang Dibutuhkan

WC	J	F	M	A	ME	JN	JL	AG	S	O	N	D
1	803.06	707.1	805.66	768.3	784.6	783.64	778.1	770.82	795.6	826.2	795.6	826.2
2	779.16	691.68	775.8	757.68	375.8	718.8	804.12	737.4	693.36	826.2	795.6	826.2
3	557.4	546.24	655.32	594	674.52	594	519	727.88	440.2	417.24	795.6	826.2
4	807.16	714.8	812.48	783.14	811.5	784.54	811.5	803.8	789.16	800.3	765.78	826.2
5	757.45	659.6	749.2	741.7	777.25	727.85	782.75	768.45	707.6	800.9	693.85	709.05

MODUL IV

PERSEDIAAN

4.1 Tujuan Praktikum

1. Praktikan dapat menentukan material-material kritis yang harus menjadi prioritas pada pengendalian persediaan.
2. Praktikan dapat melakukan pengendalian persediaan dengan metode-metode persediaan.

4.2 Pengantar Praktikum

4.2.1 Landasan Teori

- **Definisi dan Pengertian Persediaan**

Persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada periode mendatang. Persediaan dapat berbentuk bahan baku yang disimpan untuk diproses, komponen yang diproses, barang dalam proses pada proses manufaktur, dan barang jadi yang disimpan untuk dijual.

Sistem persediaan adalah serangkaian prosedur dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan harus melakukan pemesanan, dan berapa jumlah yang harus dipesan. Sistem ini bertujuan menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya dalam kuantitas dan waktu yang tepat. Atau dengan kata lain, sistem dan model persediaan bertujuan untuk meminimumkan biaya total melalui penentuan jumlah dan waktu pemesanan yang dilakukan secara optimal.

4.2.2 Tujuan Pengendalian Persediaan

Tujuan pengawasan persediaan secara terperinci dapat dinyatakan sebagai usaha untuk :

1. Menjaga jangan sampai perusahaan kehabisan persediaan sehingga dapat mengakibatkan terhentinya kegiatan produksi.

2. Menjaga agar supaya pembelian persediaan oleh perusahaan tidak terlalu besar atau berlebih - lebihan, sehingga biaya-biaya yang timbul dari persediaan tidak terlalu besar.
3. Menjaga agar pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari karena ini akan berakibat biaya pemesanan menjadi besar.

Kekurangan persediaan bahan baku akan terjadi apabila penggunaan dalam proses lebih besar dari perkiraan sebelumnya atau pesanan tidak datang tepat pada waktunya. Kelebihan persediaan bahan baku akan meningkatkan biaya penyimpanan dan pemeliharaan persediaan.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pengendalian persediaan bahan baku adalah :

1. Perkiraan pemakaian bahan baku (perkiraan jumlah persediaan bahan baku yang dibutuhkan).
2. Harga bahan baku sebagai dasar perhitungan dana perusahaan yang digunakan untuk persediaan bahan baku.
3. Waktu ancang (*lead time* bahan baku) yang merupakan waktu yang diperlukan antara saat pemesanan dengan kedatangan.

4.2.3 Fungsi Utama Persediaan

Persediaan mempunyai beberapa fungsi utama antara lain yaitu:

1. Menghilangkan resiko keterlambatkan datangnya barang atau barang-barang yang dibutuhkan perusahaan.
2. Menghilangkan resiko dari material yang dipesan tidak sesuai dan harus dikembalikan.
3. Mempertahankan stabilitas operasi perusahaan.
4. Menjamin kelancaran arus produksi.
5. Mencapai penggunaan mesin optimal.
6. Membuat pengadaan atau produksi tidak perlu sesuai dengan penggunaan atau penjualan.
7. Menghindari terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan.
8. Meminimalkan biaya persediaan.
9. Sebagai pengurang inflasi.

Selain fungsi utama di atas ada beberapa fungsi persediaan yang berkaitan dengan efisiensi operasional, yaitu:

1. **Fungsi *Decoupling***

   Fungsi Persediaan *decouples* ini memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa tergantung pada supplier. Jumlah permintaan konsumen terkadang sulit diramalkan dan bersifat fluktuatif. Persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diperkirakan atau diramalkan disebut *fluctuation stock*.

2. **Fungsi *Economic Lot Sizing***

   Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi dan membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit. Penentuan *lot size* perlu mempertimbangkan potongan pembelian, biaya pengangkutan per unit, dsb, karena perusahaan melakukan pembelian dalam kuantitas yang lebih besar, dibandingkan dengan biaya-biaya yang timbul karena besarnya persediaan.

3. **Fungsi Antisipasi**

   Perusahaan sering menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman. Oleh karena itu, perusahaan memerlukan persediaan ekstra yang sering disebut persediaan pengaman (*Safety Stock*).

4.2.4 Jenis-jenis persediaan

Jenis-jenis persediaan berdasarkan jenis dan posisi pada proses produksi:

1. ***Persediaan bahan mentah (Raw Material)***, yaitu persediaan barang-barang berwujud yang digunakan dalam proses produksi. Bahan mentah dapat diperoleh dari alam, membeli dari *supplier* maupun dibuat sendiri oleh perusahaan.
2. ***Persediaan komponen-komponen rakitan (Purchased Components)***, yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. ***Persediaan bahan pendukung (Supplies)***, yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.

4. ***Persediaan barang dalam proses (Work In Process)***, yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. ***Persediaan barang jadi (Finish Goods)***, yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual atau dikirim kepada *customer*.

Disamping berdasarkan jenis, persediaan juga dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. ***Batch Stock* atau *Lot Size Inventory***, yaitu persediaan yang diadakan karena kita membeli atau membuat produk dalam jumlah yang lebih besar daripada jumlah yang dibutuhkan saat itu. Hal ini dapat disebabkan karena:
   a. Memperoleh potongan harga pada saat pembelian.
   b. Memperoleh efisiensi produksi karena adanya operasi produksi yang lebih lama.
   c. Adanya penghematan dalam biaya angkut.
2. ***Fluctuation Stock***, yaitu persediaan yang diadakan untuk menghadapi penggunaan atau penjualan permintaan yang meningkat serta dimaksudkan pula untuk menjaga kemungkinan sukarnya diperoleh material, sehingga produksi tetap dapat berjalan dengan baik.

4.2.5 Biaya-biaya persediaan

Dalam pembuatan setiap keputusan yang akan mempengaruhi jumlah persediaan, biaya-biaya variabel, berikut ini adalah biaya-biaya yang harus dipertimbangkan.

1. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan (*holding cost*) terdiri atas biaya-biaya yang berkaitan secara langsung dengan kuantitas persediaan.

Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar jika kuantitas bahan yang dipesan semakin banyak, atau rata-rata persediaan semakin tinggi. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan adalah:

a. Biaya Fasilitas-fasilitas Penyimpanan

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya fasilitas penyimpanan. Bila fasilitas disewakan maka biayanya merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai fasilitas sendiri maka biayanya merupakan biaya depresiasi

b. Biaya Modal

Penumpukan barang digudang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos (*expense*) yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya memiliki persediaan diukur sebagai persentase nilai persediaan untuk periode waktu tertentu.

c. Biaya Kerusakan dan Penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena hilang. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai persentasenya.

d. Biaya Kadaluwarsa

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model seperti barang-barang elektronik. Biaya kadaluwarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e. Biaya Asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga terhadap hal-hal yang tidak diinginkan misalnya kebakaran. Besarnya biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f. Biaya Administrsi dan Pemindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk administrasi yang dibutuhkan dalam pengadaan barang, baik pada saat pemesanan, penerimaan, penyimpanan, dan pemindahan, termasuk upah buruh dan biaya *material handling*.

2. Biaya Pengadaan Material (Procurement Cost)

Biaya pengadaan dibagi menjadi dua jenis tergantung dari cara perusahaan dalam melakukan pengadaan material, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila material diperoleh dari perusahaan lain (*supplier*) dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila material yang diperoleh diproduksi sendiri.

a. Biaya Pemesanan (*ordering cost*)

Biaya pemesanan adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk mendatangkan barang dari dari luar. Biaya-biaya yang termasuk biaya pemesanan yaitu biaya penentuan *supplier*, pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan dan biaya penerimaan.

b. Biaya pembuatan (*setup cost*)

Biaya pembuatan adalah biaya yang dikeluarkan dalam persiapan untuk melakukan produksi produk. Biaya-biaya ini meliputi biaya-biaya yang timbul karena mesin menganggur, biaya persiapan tenaga kerja serta biaya penrencanaan dan penjadwalan.

3. Biaya kekurangan persediaan (shortage cost)

Biaya ini timbul jika terjadi persediaan yang tidak mencukupi permintaan atau kebutuhan material. Keadaan ini akan mengganggu jalannya proses produksi produk, sehingga perusahaan dapat kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan dan konsumen akibat keterlambatan. Biaya-biaya yang termasuk biaya kekurangan persediaan adalah kehilangan penjualan, kehilangan pelanggan, biaya pemesanan khusus serta biaya akibat terganggunya proses produksi.

4.3 Metode Pengendalian Persediaan

1. Klasifikasi ABC

Sistem persediaan akan menghadapi sejumlah kecil barang tetapi mempunyai nilai investasi rupiah dalam persediaan yang tinggi melalui identifikasi persediaan barang-barang

secara individual, manajemen dapat lebih efektif mengalokasikan sumber daya - sumber dayanya untuk mengendalikan barang yang relatif sedikit dengan nilai tertinggi yang memerlukan perhatian lebih besar. Konsep hukum pareto dapat diterapkan untuk memecahkan persoalan ini.

Klasifikasi ABC diperkenalkan oleh Hf Dickie pada tahun 1950-an. klasifikasi ABC merupakan aplikasi persediaan yang menggunakan prinsip pareto yaitu : *the critical few and the trivial many*. Idenya untuk memfokuskan pengendalian persediaan kepada item (jenis) persediaan yang bernilai tinggi (*critical*) dari pada yang bernilai rendah (*trivial*). Klasifikasi ABC membagi persediaan dalam tiga kelas berdasarkan atas nilai persediaan. Dengan mengetahui kelas-kelas itu, dapat diketahui item persediaan tertentu yang harus mendapat perhatian lebih intensif dibanding item yang lain. Yang dimaksud dengan nilai dalam klasifikasi ABC bukan harga persediaan per unit, melainkan volume persediaan yang dibutuhkan dalam satu periode (biasanya satu tahun) dikalikan dengan harga per unit. Jadi nilai investasi adalah jumlah nilai seluruh item pada satu periode, atau dikenal dengan istilah volume tahunan rupiah.

Fungsi klasifikasi ABC untuk manajemen persediaan, yaitu :

1. Mengklasifikasi/mengelompokan hal-hal penting yang berhubungan dengan persediaan.
2. Menentukan perbedaan pada pengendalian manajemen dengan membuat kelompok klasifikasi tingkat pengendalian yang setaraf dengan cara meranking beberapa klasifikasi.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kriteria klasifikasi ABC, meliputi:

1. Perkiraan pemakaian *item*.
2. Harga satuan.
3. Kelangkaan dari pemakaian material dalam hal produksi.
4. Ketersediaan sumber daya, tenaga kerja, dan fasilitas untuk produksi.
5. Waktu ancang.
6. Kebutuhan tempat menyimpan item.
7. Resiko pencurian dan tindak kriminal lainnya.
8. Biaya *stock out*.

Dengan klasifikasi ABC, Persediaan yang terdapat dalam suatu perusahaan dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kelas yaitu :

1. Kelas A

   Merupakan barang-barang dalam jumlah unit berkisar 15 – 20% (jumlah barangnya rendah), tetapi mempunyai nilai rupiah 60 – 90% (jumlah harganya tinggi) dari investasi tahunan/bulanan total dalam persediaan.

2. Kelas B

   Merupakan barang-barang dalam jumlah unit berkisar 30-40 % (jumlah barangnya sedang), tetapi mempunyai nilai rupiah 10 – 30 % (jumlah harganya rendah) dari investasi tahunan/bulanan dari persediaan.

3. Kelas C

   Merupakan barang-barang dengan jumlah unit berkisar 40-60 % (Jumlah barangnya tinggi), tetapi mempunyai nilai rupiah 10-20% (jumlah harganya rendah) dari investasi tahunan/bulanan dari persediaan.

Nilai persentase diatas tidak mutlak, namun tergantung dari kebijakan perusahaan. Demikian pula jumlah kelas, tidak terbatas pada tiga kelas tetapi dapat dilakukan untuk lebih dari tiga kelas atau kurang.

Tabel 4.1 Pengendalian Persediaan masing-masing kelas dalam Analisis ABC

Kelas A	Kelas B	Kelas C
1. Pengendalian ketat	1. Pengendalian Moderat	1. Pengendalian longgar
2. Penyimpanan secara baik laporan-laporan penerimaan dan penggunaan barang	2. Penyimpanan secara baik laporan-laporan penerimaan dan penggunaan barang	2. Bila *supply* mencapai titik pemesanan kembali, pesanan segera dilakukan
3 Berdasarkan pada perhitungan-perhitungan kebutuhan	3. Berdasarkan perhitungan pemakaian di waktu yang lalu atau daftar permintaan	3. Pengecekan sedikit dilakukan, dengan membandingkan terhadap kebutuhan
4. Pengecekan secara ketat revisi schedule	4. Serangkaian pengecekan perubahan-perubahan kebutuhan	4. Monitoring tidak perlu atau sedikit dilakukan
5. Monitoring terus-menerus	5. Monitoring untuk kemungkinan kekurangan persediaan	5. Persediaan pengaman jumlah besar (2-6 bulan atau lebih)
6. Persediaan pengaman tidak ada atau rendah (1-2 minggu)	6. Persediaan pengaman moderat (Sampai 2 atau 3 bulan)	

1. **Metode Economic Order Quantity**

Metode EOQ ialah model dasar yang diturunkan dari kondisi ideal. Penerapan EOQ dalam suatu perusahaan disebut sebagai teknik jumlah pemesanan dan waktu pemesanan yang tetap. Dalam kebijaksanaan persediaan pesanan tetap, pemesanan bahan baku dilakukan dalam jumlah yang tetap. Pemesanan dilakukan pada saat tingkat persediaan diperhitungkan akan mencapai tingkat persediaan pengaman dalam lead time. Sementara itu dalam kebijaksanaan persediaan periode pesanan tetap, jumlah barang yang dipesan tergantung pada tingkat persediaan pada saat pemesanan dan tingkat persediaan maksimum yang yang diinginkan; sementara pesanan dilakukan dalam jangka waktu yang tetap.

Pengendalian persediaan dapat diselesaikan dengan metode EOQ jika memiliki syarat sebagai berikut:

a. Hanya satu atau dua item produk yang diperhitungkan.
b. Permintaan setiap periode diketahui.
c. Tingkat produksi barang yang dipesan berlimpah.
d. *Lead time* bersifat konstan.
e. Setiap pesanan diterima dalam sekali pesanan dapat langsung digunakan.
f. Tidak ada pesanan ulang (*back order*) karena kehabisan persediaan (*shortage*).
g. Tidak ada diskon untuk jumlah pembelian yang banyak.

Istilah-istilah pada metode EOQ:

- ***Lead Time***

Lead time atau waktu tunggu dihitung berdasarkan waktu yang di perlukan pada saat persiapan membuat pesanan sampai dengan pesanan tersebut datang. (Riyanto,1984).

- ***Reorder Point*** **(ROP)**

ROP adalah saat titik dimana harus diadakan pesanan bagi sedemikian rupa sehingga kedatangan material yang di pesan adalah tepat pada waktu dimana persediaan di atas *safety stock* sama dengan nol.

- ***Total Incremental Cost*** **(TIC)**

TIC adalah biaya total yang harus dikeluarkan oleh perusahaan sekali melakukan pesanan bahan baku sampai bahan baku tersebut masuk gudang dan siap diproduksi. (Assuari,1999).

Metode EOQ memiliki rumus-rumus sebagai berikut:

$$C = BiayaMaterial + BiayaPengadaanPersediaan + BiayaPenyiapanPesanan$$

$$C = RP + H\frac{Q}{2} + C\frac{R}{Q}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

dengan:

R = permintaan tahunan

P = biaya unit satuan material

H = biaya pengadaan persediaan per unit per tahun

C = biaya penyiapan satu kali pemesanan

Grafik Model EOQ

$$B = RL$$

$$T = \frac{Qo}{R}$$

$$M = \frac{1}{T}$$

2. Quantity Discount

Langkah-langkah dalam metode ini adalah:

1. Mulai dengan biaya satuan per unit terkecil, hitung EOQ pada tiap biaya per unit sampai EOQ yang valid diperoleh.
2. Hitung biaya tahunan untuk EOQ valid dan seluruh kuantitas *price break* yang lebih besar dari EOQ valid.
3. Kuantitas pemesanan dengan biaya minimum adalah kuantitas pada saat biaya total terendah diperoleh pada langkah di atas.

Prosedur pada metode ini adalah sebagai berikut:

1. Hitung Qo_i untuk tiap tingkat biaya per unit material.
2. Tentukan Qo_i yang valid.
3. HItung biaya total untuk masing-masing Qo_i valid.
4. Pilih Qo_i valid dengan biaya minimum dengan:

$$Q_{oi} = \sqrt{\frac{2R\left[C + \sum_{Z=1}^{1}(U_2 - \mathrm{I})(P_{Z-1} - P_Z)\right]}{PiF}}$$

3. EMQ System

$$Qo = \sqrt{\frac{2SA}{H\left(1-\frac{D}{P}\right)}}$$

dengan:

D = Tingkat permintian harian

P = Tingkat produksi harian

R = Permintaan tahunan

S = Biaya setup

H = Unit biaya pengadaan tahunan

4. Fixed Order Interval System

$$To = \sqrt{\frac{2C}{RFP}}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

dengan:

T = Interval Pemesanan (*fixed*)

5. Period Order Quantity (POQ)

Prosedur POQ:

a. Hitung EOQ (*Economic Order Quantity*)

$$Qo = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

b. Gunakan EOQ untuk menghitung frekuensi pemesanan per periode (N)

$$N = \frac{R}{EOQ}$$

R = Kebutuhan Per periode

c. Hitung POQ

$$POQ = \frac{JumlahPeriodePerTahun}{N}$$

d. Bulatkan hasil POQ

4.4 Contoh Kasus

Sebuah perusahaan yang memproduksi kemasan plastik dan nonplastik bernama PT. X memiliki sejumlah bahan baku yang disimpan di gudang dengan tingkat penggunaan dan harga material sebagai berikut:

Tabel 4.2 Bahan Baku

No Part	Nama Spare Part	Kebutuhan (Unit/tahun)	Um	Harga (Rupiah/Unit)
1	ADD, AMF 705 HF	2950	kg	45975
2	KARTON SHEET 1100X1200 MM	31930	pcs	3000
3	ADH.PENTACOOL 65 A	1600	kg	50000
4	ADH.PENTACOOL 65 C2	1180	kg	55500
5	BOX TPSW 290X290X140 MM	22624	pcs	2400
6	SPRAY POWDER NIKA LIKO AS-100	1160	kg	43300
7	STRECH FILM 20 MC 500 MM	1040	rol	37950
8	ADH.CATALYST F 057-A	480	kg	55600
9	BOX BSDW 390X280X230 MM	5512	pcs	4225
10	SOLVENT THINNER METANOL	5304	kg	4000
11	CORE PAPER 6"X2000X15 MM	172	pcs	115500
12	BOX TPDW 350X350X275 MM	3760	pcs	4000
13	PLASTIK LOCKER @ 735 PCS	20	bag	71500
14	LDPE STD, COSMOTHENE L-705	360500	kg	11145
15	ADH.MORE FREE 698A	66800	kg	51065
16	ADH.LIOFOL UR 7735	51600	kg	59200
17	ADH.PENTACOOL ET 691 A	50300	kg	57700
18	ADH.MORE FREE C102	25200	kg	48400
19	ADH.LIOFOL UR 6088	20000	kg	59200
20	SOLVENT IPA	56960	kg	13525
21	ADH.PENTACOOL ET 691 C	11600	kg	57700
22	LDPE, DOW 132 I	39772	kg	13110
23	LLDPE, ELITE 5400 G	21000	kg	16785
24	CORE PAPER 3"X2000X15 MM	11340	pcs	30500
25	EAA COPO, NUCREL 30707	11150	kg	24900
26	MB, 8000 CL	8400	kg	27000

Pada material-material di atas dilakukan klasifikasi untuk mengetahui material-material kritis yang memiliki nilai investasi yang besar bagi perusahaan. Berdasarkan klasifikasi dengan menggunakan sistem ABC didapatkan sebagai berikut:

Tabel 5.2 Klasifikasi bahan baku kemasan flesibel

No Part	Nama Spare Part	volume tahunan (unit), a	harga/unit b	volume pemakaian a*b	nilai komulatif	nilai komulatif (%)	% Pemakaian	kelas (A,B,C)
1	LDPE STD. COSMOTHENE L-705	360500	11145	4.017.772.500	4.017.772.500	20.51	17.42	A
2	ADH.MORE FREE 699A	66800	51065	3.411.142.000	7.428.914.500	37.93	15.6	A
3	ADH.LIOFOL UR 7735	51600	59200	3.054.720.000	10.483.634.500	53.53	14.82	A
4	ADH.PENTACOOL ET 691 A	50300	57700	2.902.310.000	13.385.944500	68.35	8.23	A
5	ADH.MORE FREE C102	25200	48400	1.219.680.000	14.605.624.500	74.58	6.05	B
6	ADH.LIOFOL UR 6088	20000	59200	1.184.000.000	15.789.624.500	80.63	3.93	B
7	SOLVENT IPA	56960	13525	770.384.000	16.560.008.500	84.56	3.42	B
8	ADH.PENTACOOL ET 691 C	11600	57700	669.320.000	17.229.328.500	87.98	2.66	B
9	LDPE, DOW 132 I	39772	13110	521.410.920	17.750.739.420	90.64	1.8	C
10	LLDPE, ELITE 5400 G	21000	16785	352.485.000	18.103.224.420	92.44	1.77	C
11	CORE PAPER 3"X2000X15 MM	11340	30500	345.870.000	18.449.094.420	94.21	1.42	C
12	EAA COPO, NUCREL 30707	11150	24900	277.635.000	18.726.729.420	95.63	1.16	C
13	MB, 8000 CL	8400	27000	226.800.000	18.953.529.420	96.79	0.69	C
14	ADD, AMF 705 HF	2950	45975	135.626.250	19.089.155.670	97.48	0.49	C
15	KARTON SHEET 1100X1200 MM	31930	3000	95.790.000	19.184.945.670	97.97	0.41	C
16	ADH.PENTACOOL 65 A	1600	50000	80.000.000	19.264.945.670	98.38	0.33	C
17	ADH.PENTACOOL 65 C2	1180	55500	65.490.000	19.330.435.670	98.71	0.28	C
18	BOX TPSW 280X290X140 MM	22624	2400	54.297.600	19.384.733.270	98.99	0.25	C
19	SPRAY POWDER NIKA LIKO AS-100	1160	43300	50.228.000	19.434.961.270	99.24	0.21	C
20	STRECH FILM 20 MC 500 MM	1040	37950	39.468.000	19.474.429.270	99.45	0.13	C
21	ADH.CATALYST F 057-A	480	55600	26.688.000	19.501.117.270	99.58	0.12	C
22	BOX BSDW 390X280X230 MM	5512	4225	23.288.200	19.524.405.470	99.7	0.11	C
23	SOLVENT THINNER METANOL	5304	4000	21.216.000	19.545.621.470	99.81	0.1	C
24	CORE PAPER 6"X2000X15 MM	172	115500	19.866.000	19.565.487.470	99.91	0.08	C
25	BOX TPDW 350X350X275 MM	3760	4000	15.040.000	19.580.527.470	99.99	0.01	C
26	PLASTIK LOCKER @ 735 PCS	20	71500	1.430.000	19.581.957.470	100	0	C

Klasifikasi ABC di PT. ALCAN PACKAGING FLEXIPACK unit bahan baku Kemasan Flexibel, adalah sebagai berikut:

Persen pemakaian untuk masing-masing part pada pengolahan data seperti tercantum dalam tabel 5.1 dan 5.2 dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Y = \frac{Yi}{\Sigma Y_i^i} \times 100\%$$

Dimana : Y = persen pemakaian
Yi = volume pemakaian part i
ΣY_i^i = total volume pemakaian part 1-i

Dengan asumsi :

Klasifikasi kelas A untuk nilai kumulatif s/d 69%

Klasifikasi kelas B untuk nilai kumulatif 69,01% s/d 88%

Klasifikasi kelas C untuk nilai kumulatif 88,01% s/d 100%

Berdasarkan hasil pengolahan data maka, jumlah persentase nilai rupiah untuk masing-masing kelas, adalah sebagai berikut :

Kelas A : 68, 35% ; Didapat dari penjumlahan % pemakaian s/d 68, 35%

Kelas B : 19,63% ; Didapat dari nilai kumulatif 87,98%-68 %

Kelas C : 12,02% ; Didapat dari nilai kumulatif 100%-87,98%

Dan untuk persentase jumlah unit masing-masing kelas, adalah sebagai berikut :

Kelas A : 65.14% ; Didapat dari:

$$XA = \frac{\sum_i^i}{\sum_i} \times 100\ \%$$

Dimana:

$\sum_i^i$ = Jumlah volume tahunan part no 1s/d 4

$\sum_i$ = Total volume tahunan

XA = Persentase jumlah unit kelas A, maka:

$$XA = \frac{360500+66800+51600+50300}{812354} X100\% = 65.14\ \%$$

Kelas B : 14.00% ; Didapat dari:

$$XB = \frac{\sum_i^i}{\sum_i} \times 100\ \%$$

Dimana:

$\sum_i^i$ = Jumlah volume tahunan part no5 s/d 8

$\sum_i$ = Total volume tahunan

XB = Persentase jumlah unit kelas B, maka:

$$XB = \frac{25200+20000+56960+11600}{812354} X100\% = 14.00\%$$

Kelas C : 20.85% ; Didapat dari:

$$XC = \frac{\sum_1^i i}{\sum i} \times 100\ \%$$

Dimana:

$\sum_1^i i$ = jumlah volume tahunan part no 9 s/d 26

$\sum i$ = Total volume tahunan

XC = Persentase jumlah unit kelas C, maka:

$$XC = \frac{39772+21000+.....+20}{812354} X100\% = 20.85\%$$

Metode Quantity Discount

Setelah material diklasifikasikan dan diperoleh material dengan klasifikasi A (material kritis), maka dilakukan pengendalian persediaan terhadap material tersebut menggunakan metode yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Pada kasus di atas digunakan metode quantity discount karena supplier perusahaan ini memperhitungkan discount untuk ukuran lot tertentu. Untuk mengendalikan persediaan dengan metode quantity discount diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Biaya Pesan item LDPE STD, COSMOTHENE L-705 (Kelas A)

Dik :

- Kebutuhan material perbulan = 30.042 Kg
- Harga material perunit = Rp. 11.145,-
- Harga material per satu kali pesan :

Kebutuhan perbulan x harga perunit = 30.042 kg X Rp11.145

= Rp 334.818.090,-

Bea masuk adalah : $\frac{15}{100} xRp334.818.090 = Rp50.222.714$

Jadi total biaya pemesanan adalah Rp 50.222.714

2. Menghitung Biaya Simpan (Holding Cost)

Dik : Gaji personil gudang :

@ Rp 1.600.000 x 13 Org = Rp 20.800.000

Listrik = Rp 6.000.000/bulan

ShortAge Cost = 0

Suku Bunga Bank $= \frac{1,6}{100} XRp11.145 = Rp178$

Pajak $= \frac{10}{100} XRp334.818.090 = Rp33.481.809$

Maka total Holding Cost adalah:

Gaji personil gudang + Listrik + ShortAge Cost + Suku Bunga Bank + Pajak

= Rp 20.800.000 + Rp 6.000.000 + Rp 33.481.809 + 178 = Rp 60.281.987

3. Menentukan *Total Cost* minimum dari Lot Size yang ditentukan

Tabel 4.3 Klasifikasi Quantity Discount

Ukuran Lot (Kg)	Harga
< 1000	Rp 11.145
1000 - 2000	Rp 10.588
> 2000	Rp 10.031

$$TC(Q_j atC_j) = \frac{AD}{Q_j} + C_j D + iC_j \frac{Q_j}{2}$$

$$= \frac{50.222.714(30042)}{Q_j} + 30042C_j + (0,016C_j)\frac{Q_j}{2} \qquad j = 1.2.3$$

$$Q_j^* = \sqrt{\frac{3.017.581.548.000}{0,008C_j}}$$

Step 1 (> 2000)

1. $C = 10031 \quad Q_3^* = \sqrt{\frac{3.017.581.548.000}{0,008X10031}} = 193.915$

$Q_3^* = 193.915 > 2000$

$$TC(Q=193.915)=\frac{50.222.714(30042)}{193.915}+30042*10031+(0.,008*1003)\frac{193.915}{2}$$

$$= 7.780.681 + 301.351.302 + 7.780.645$$

$$= \text{Rp } 316.912.628 \longleftarrow \text{Minimum}$$

Step 2 (1000-2000)

$$2.\ C = 10588\ Q_3^* = \sqrt{\frac{3.017.581.548.000}{0,008X10588}} = 188.746$$

$$Q_2^* = 188.746 > 2000$$

$$TC\ (Q = 2000) = \frac{50.222.714(30042)}{2000}+30042*10588+(0,008*10588)\frac{2000}{2}$$

$$= 754.395.387 + 318.084.696 + 84.704$$

$$= \text{Rp } 1.072.564.787$$

Step 3 (<1000)

$$3.\ C = 11145\ Q_3^* = \sqrt{\frac{3.017.581.548.000}{0,008X11145}} = 183.968$$

$$Q_2^* = 183.968 > 1000$$

$$TC\ (Q = 1000) = \frac{50.222.714(30042)}{1000}+30042*11145+(0,008*11145)\frac{1000}{2}$$

$$= 135.378.265 + 334.818.090 + 44.580$$

$$= \text{Rp } 470.240.935$$

Tabel 4.4 Quantity Discount Material LDPE STD, COSMOTHENE L-705

Q^*	C_j	$TC(Q^* \text{ at } C_j)$
193.915	10.031	316.912.628 ← Min
2.000	10.588	1.072.564.787
1.000	11.145	470.240.935

$$T = \frac{Qo}{R} = \frac{316.912.628}{30042} = 10548$$

$$M = \frac{1}{T} = \frac{1}{10548} = 0{,}0009 \approx 1 \text{ kali pemesanan}$$

$$LT = \frac{10}{22} = 0{,}45 \rightarrow \text{Lead Time} = 10 \text{ hari}$$

→ Hari Kerja = 22 hari

$$B = RXL = 30.042X0{,}45 = 13.519kg$$

Keterangan:

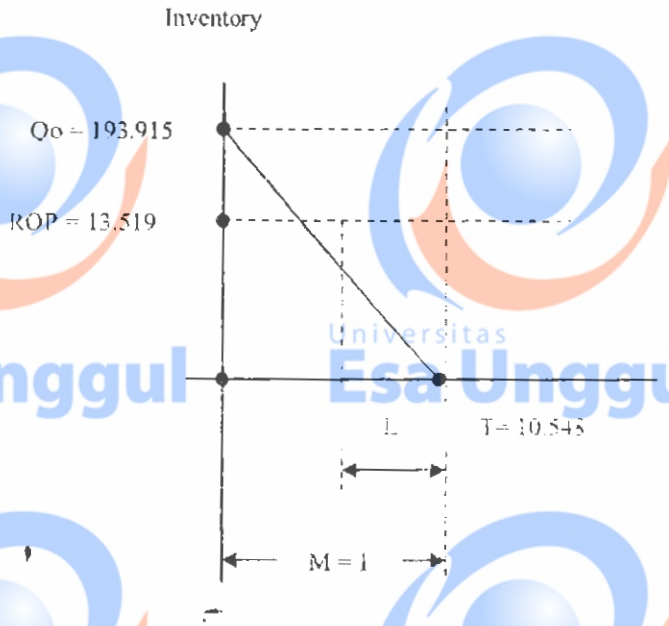
T = Tingkat pemenuhan kebutuhan material pada jumlah pemesanan yang paling ekonomis

M = Frekuensi pemesanan material dalam per satuan waktu

LT = *Lead Time*

B = Reorder Point yang didapat dari R (kebutuhan material) x LT (*Lead Time*)

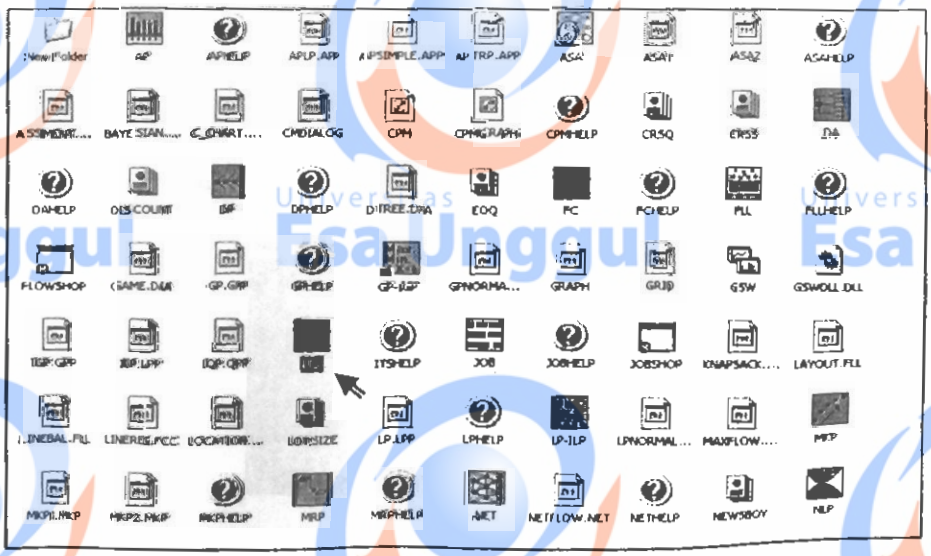
Contoh Analisa Grafik:



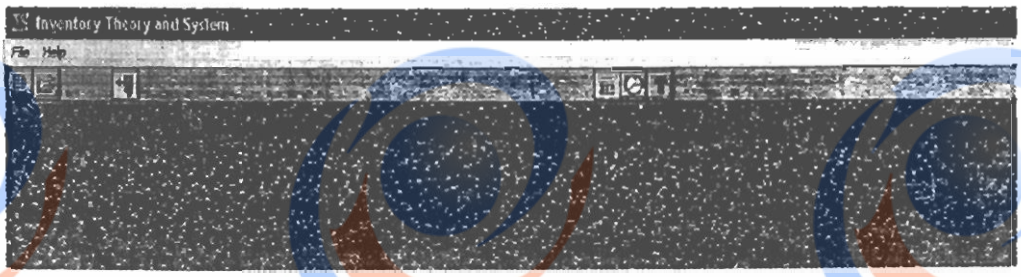
4.5 Pengendalian Persediaan Menggunakan Sofware WinQSB

Pengendalian persediaan menggunakan software WinQSB dengan langkah-langkah sebagai berikut:

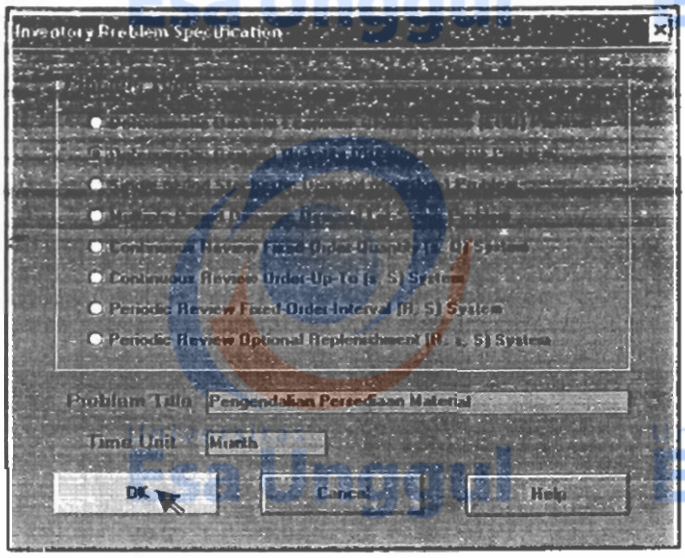
1. Klik Icon All_WinQSB.
2. Pilih Icon ITS (*inventory*).



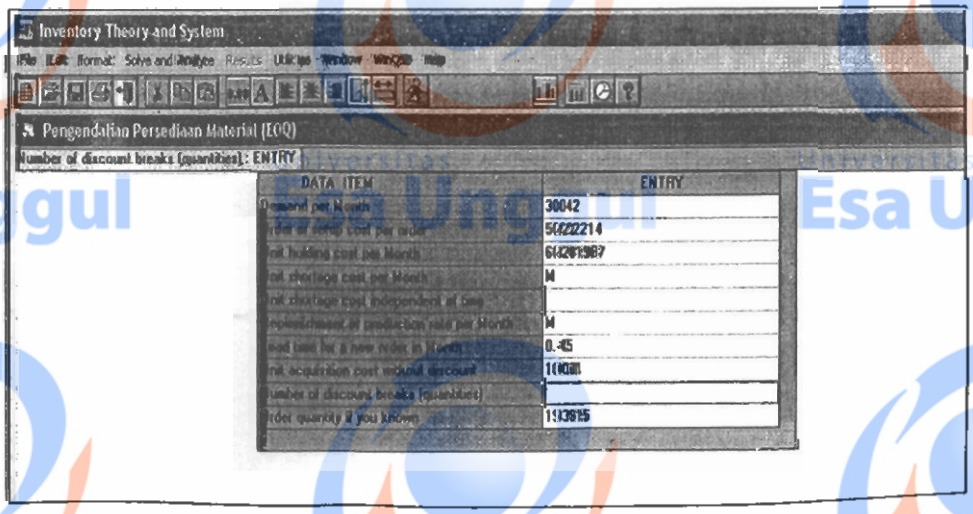
3. Pilih Icon New



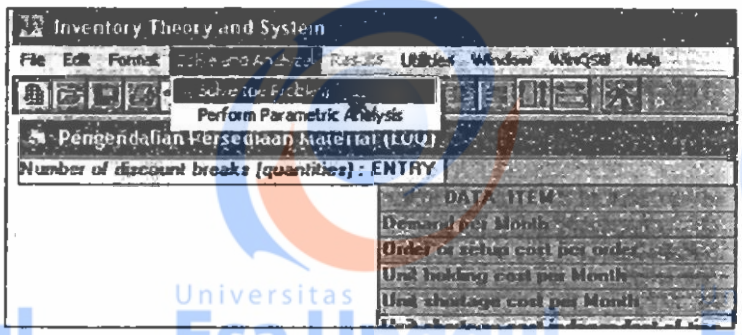
4. Menentukan Spesifikasi Masalah Persediaan. → OK



5. Masukan Data-data Biaya.

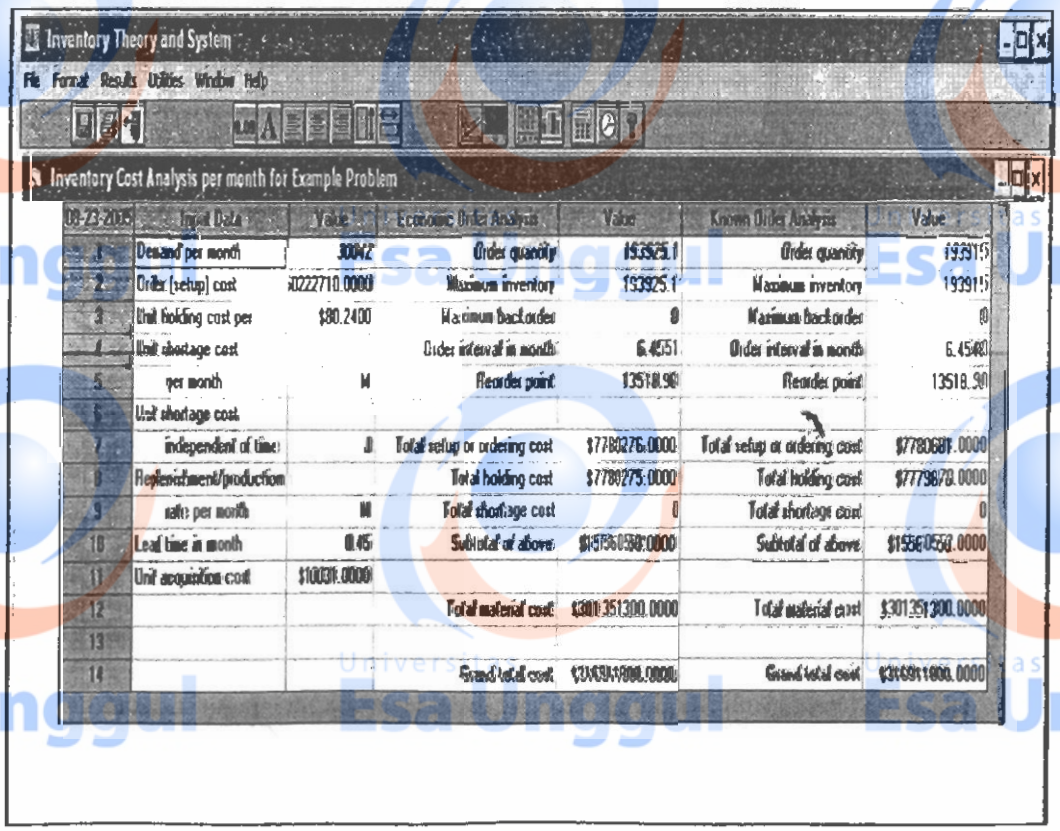


6. Klik "Solve and Analysis" ⟶ Solve the Problem



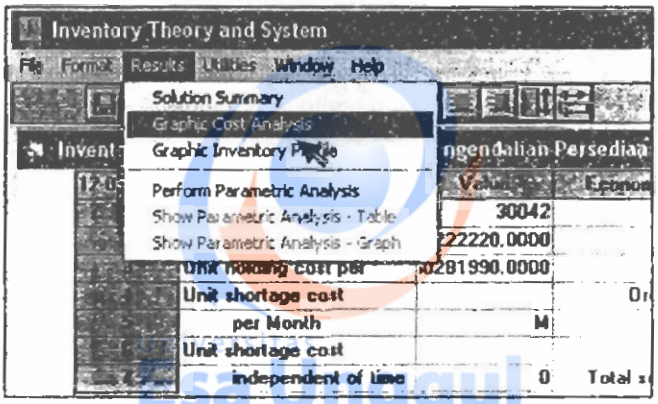
7. Hasil Perhitungan dengan menggunakan Software WinQSB.

Tabel Analisis Persediaan



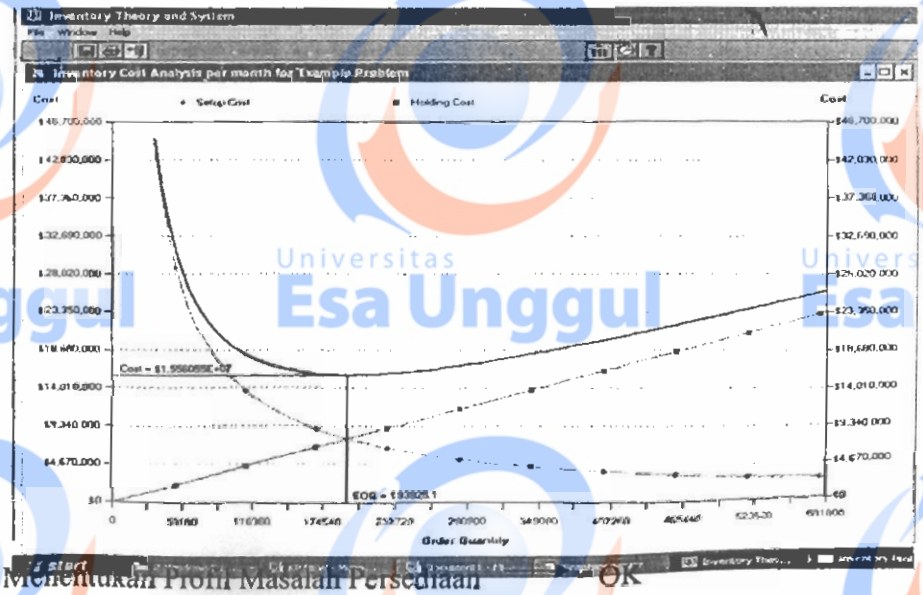
08-23-2015	Input Data	Value	Economic Order Analysis	Value	Known Order Analysis	Value
1	Demand per month	30042	Order quantity	19395.1	Order quantity	19391.5
2	Order (setup) cost	0222710.0000	Maximum inventory	193925.1	Maximum inventory	19391.5
3	Unit holding cost per	$80.2400	Maximum backorder	0	Maximum backorder	0
4	Unit shortage cost		Order interval in month	6.4551	Order interval in month	6.4548
5	per month	M	Reorder point	13518.90	Reorder point	13518.30
6	Unit shortage cost					
7	independent of time	J	Total setup or ordering cost	$7780276.0000	Total setup or ordering cost	$7780681.0000
8	Replenishment/production		Total holding cost	$7780275.0000	Total holding cost	$7779878.0000
9	rate per month	M	Total shortage cost	0	Total shortage cost	0
10	Lead time in month	0.45	Subtotal of above	$15560550.0000	Subtotal of above	$15560559.0000
11	Unit acquisition cost	$10031.0000				
12			Total material cost	$301351200.0000	Total material cost	$301351200.0000
13						
14			Grand total cost	$316911800.0000	Grand total cost	$316911800.0000

8. Pilih "Result" ⟶ Graphic Cost Analysis untuk menampilkan grafik analisis biaya

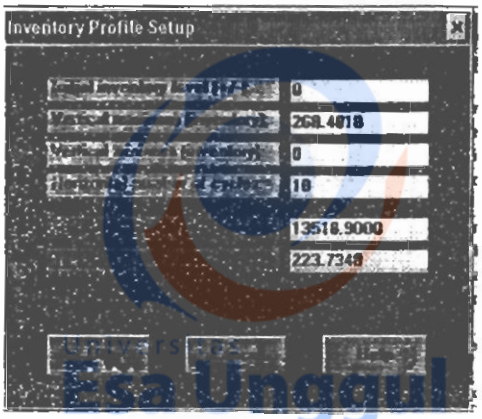


9. Menentukan Batas Maksimum dan Minimum ⟶ OK

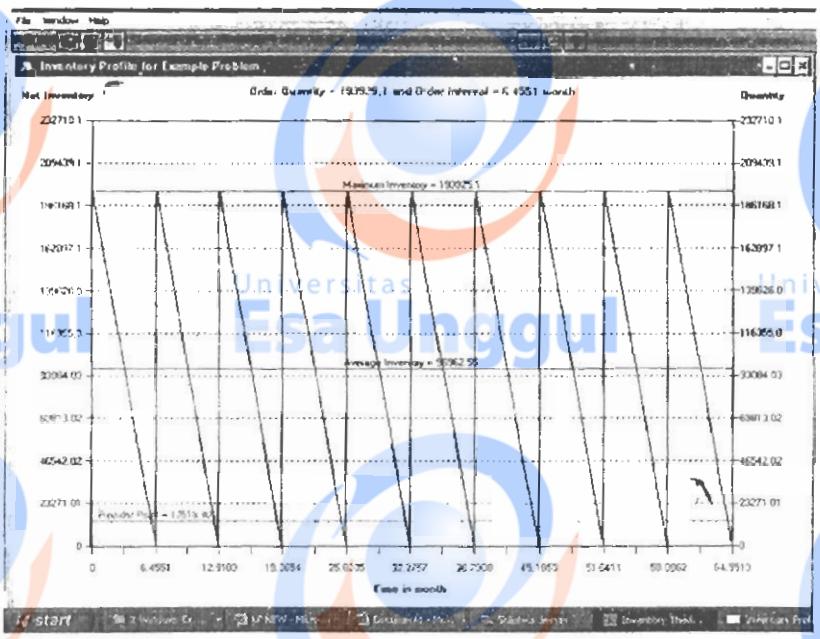
Grafik Analisis Biaya



10. Menentukan Profit Masalah Persediaan ⟶ OK



Grafik *Inventory Profile*



MODUL V

MATERIAL REQUIREMENT PLANNING

(MRP)

5.1. Tujuan Praktikum

1. Dapat membuat struktur produk dan MPS
2. Dapat membuat MRP
3. Memahami pengaplikasian MRP

5.2. Landasan Teori

MRP diperkenalkan pada tahun 1970 di industri – industri besar dari Amerika yang merupakan sistem pengendalian persediaan yang terkomputerisasi. Yang digunakan untuk menghitung jumlah permintaan material, menjamin ketersediaan material pada saat dibutuhkan dan membuat keputusan untuk membuat atau membeli komponen dari supplier dengan keterbatasan lead time untuk pembuatan 1 produk. Sebagai sistem informasi yang mendasar MRP cukup revolusioner pada masanya, karena menjadikan sistem perencanaan manufaktur menjadi sistematis dan lebih efisien karena menggunakan komputer.

5.3. Aplikasi penggunaan MRP

Tujuan utama dari sistem persediaan adalah untuk menjamin ketersediaan material pada saat dibutuhkan, dimana sistem ini dapat meminimasi biaya investasi terutama pada biaya persediaan. Tujuan lain dari MRP adalah menjaga level persediaan terendah untuk mengefisienkan biaya persedian. Dengan MRP kita dapat meramalkan kapan suatu material dibutuhkan dan menjadwalkan material tersebut dapat tersedia tepat waktu.

MRP merupakan sistem persediaan pertama yang mengendalikan persediaan bahan mentah, komponen serta bahan jadi secara terpisah. Pada sistem ini juga dapat dibuat perencanaan mengenai aktivitas pembelian, aktivitas manufaktur dan jadwal pengiriman. Dalam perkembangannya sistem ini bukan hanya merupakan sistem pengendaliaan persediaan melainkan menjadi sistem produksi.

Tiga hal terpenting dalam penggunaan MRP dilihat dari kemampuan dan jumlah output yang dihasilkan adalah perencanan dan pengendalian persediaan, perencanaan kapasitas yang mendetail, dan perencanaan berdasarkan pada prioritas stasiun kerja. MRP tidak dipengaruhi oleh keterbatasan kapasitas karena MRP hanya menentukan material dan komponen apa yang dibutuhkan dalam memenuhi MPS (Master Production Schedule).

Peran MRP dalam perencanaan prioritas adalah untuk menetapkan prioritas pemesanan yang valid ketika pesanan tersebut direalisasikan ke stasiun kerja, dan menjaga prioritas pemesanan tersebut.

Jadi MRP membantu manajer operasi dalam membuat keputusan mengenai penjadwalan kembali pesanan dan penundaan atau pembelian nilai terhadap pesanan pada MPS jika prioritas berubah.

Langkah-langkah proses pengolahan MRP:

1. NETTING (perhitungan kebutuhan bersih)
   Kebutuhan bersih (NR) dihitung sebagai nilai dari kebutuhan GR.

   NR= GR-SR-Poh

2. LOTTING (penentuan ukuran lot)
   Langkah ini bertujuan menentukan besarnya jumlah pesanan individu yang optimal berdasarkan hasil dari perhitungan kebutuhan bersih. Metode yang umum digunakan adalah metode LFL (Lot For Lot).
3. OFFSETTING (penentuan waktu pemesanan).
   Langkah ini bertujuan agar kebutuhan komponen dapat tersedia tepat pada waktunya dengan memperhitungkan Lead time.
4. EXPLOSION
   Langkah ini merupakan proses perhitungan GR(Gross Requirements). Untuk tingkat item pada level yang lebih rendah pada struktur produk.

Kenyataan yang sering terjadi di dunia industri bahwa perencanaan sering tidak sesuai dengan perencanaan, misalnya : order datang terlambat, kerusakan mesin, ketidakhadiran karyawan, perubahan desain produk dan lainnya. Dengan sistem komputer database, sistem MRP dapat dibuat saling berhubungan sehingga jika terjadi keterlambatan pada salah satu aspek produksi jadwal aktivitas yang terkait akan berubah

secara otomatis. MRP dapat menjaga sistem penjadwalan agar selalu valid atau up–to-date. Ada 2 pendekatan dasar yang dapat digunakan dalam adaptasi MRP yaitu:

1. Pendekatan *Regeneration*.
   Melakukan perhitungan kembali seluruh perencanaan bahan baku secara periodik.
2. Pendekatan *Net Change*.
   Sistem MRP dihitung kembali hanya pada komponen-komponen yang dipengaruhi oleh perubahan-perubahan yang terjadi.

Tabel 5.1. Perbedaan dan Persamaan Pendekatan *Regeneration* dan *Net Change*

	Pendekatan Regeneration	Pendekatan Net Change
Persamaan	Efektif	Efektif
Perbedaan	1. Waktu yang lama 2. Tidak Flexible	1. Waktu yang pendek 2. Flexible

5.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kesulitan Dalam Penerapan MRP

Ada beberapa faktor yang menyulitkan praktisi dalam menerapkan sistem MRP. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Struktur Produk**
   Struktur produk merupakan sesuatu yang mutlak harus ada dalam penerapan MRP, tetapi struktur produk yang rumit dan banyak tingkat (*Multi Level*) akan membuat perhitungan semakin komleks, terutama dalam proses eksplosion.
2. **Ukuran Lot**
   Ada Beberapa teknik ukuran Lot yang bisa dipakai dalam penerapan MRP. Teknik-teknik tersebut akan memberikan hasil yang berbeda dalam ongkos total persediaan. Untuk mengefisienkan biaya persediaan kita harus memilih total cost terkecil dari metode-metode yang ada.

Teknik-teknik penetapan ukuran lot dapat dibagi menjadi empat bagian:

1. Teknik ukuran lot untuk satu tingkat (single level) dengan kapasitas tak terbatas.

   Teknik ini ditujukan terutama untuk satu tingkat item dengan asumsi kapasitas yang dimilikinya adalah tak terbatas. Teknik-teknik yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

   - Jumlah pesanan tetap (Fixed Order Quantity = FOQ)

- Jumlah pesanan ekonomis (Economic Order Quantity = EOQ)
- Jumlah pesanan periode (Period Order Quantity = POQ)
- Lot For Lot (LFL)
- Kebutuhan periode tetap (Fixed Order Period = FOP)
- Ongkos unit terkecil (Least unit cost = LUC)
- Ongkos total terkecil (Least Total Cost = LTC)
- Keseimbangan suatu periode (Economic Part Period)
- Metode Silver Meal
- Algoritma Wagner-Within

2. Teknik ukuran lot untuk satu tingkat (single level) dengan kapasitas terbatas.

Diasumsikan bahwa penentuan ukuran lot tidak dipengaruhi oleh pembatasan kapasitas, jika pembatasan kapasitas sangat besar sehingga untuk berapapun ukuran lot yang ditetapkan, kapasitas produksi masih dapat memenuhi lot yang ditetapkan.

Di dunia nyata sering dijumpai adanya keterbatasan kapasitas, sehingga untuk kasus tersebut diperlukan teknik-teknik ukuran lot dengan kapasitas terbatas. Teknik yang sering digunakan umumnya bersifat heuristik tetapi dapat juga digunakan metode optimasi (integer). Akan tetapi progama integer akan memakan waktu dalam mendapatkan solusi yang optimal.

Metode lain yang digunakan adalah metode Newson. Metode ini menggunakan logika mencari jalan terpendek dalam sebuah jaringan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Buat Network ongkos total untuk tiap produk.
2. Tentukan ongkos minimal untuk tiap network.
3. Check apakah kapasitas mencukupi dan sudah optimal.
4. Cari next best path.
5. Hitung marginal cost untuk setiap produk.
6. Pilih minimum marginal cost.
7. Ubah network produk tersebut.
8. Check lagi apakah kapasitas mencukupi. Jika ya proses selesai, jika tidak kembali ke no 4.

3. Teknik ukuran lot untuk banyak tingkat (Multiple level) dengan kapasitas tak terbatas.

Dalam MRP keputusan mengenai ukuran lot untuk suatu tingkatan, akan berpengaruh pada tingkatan-tingkatan selanjutnya. Hal ini terjadi karena ukuran lot pada tingkatan tertentu juga menentukan kebutuhan komponen yang berada pada tingkatan selanjutnya

Untuk masalah ukuran lot dengan banyak tingkat ini ada beberapa macam struktur produk, misalnya seri, bercabang, atau sembarang.

Berbagai macam pendekatan yang telah digunakan dalam teknik ukuran lot ini adalah:

1. Programa integer
2. Metode Mc laren
3. Metode Blackburn & Millen
4. Metode Carlson & Kropp
5. Metode Graves.

Hasil dari MRP akan memberikan informasi tentang:

1. Bahan/ komponen apa yang diperlukan.
2. Banyak komponen yang dibutuhkan
3. Kapan komponen tersebut dibutuhkan

4. Teknik ukuran lot untuk banyak tingkat (Multiple level) dengan kapasitas terbatas.

3. **Lead Time**

Lead time akan mempengaruhi proses offsetting, sehigga jika lead time berubah-ubah, maka offsetting akan berubah juga. Jika offsetting sering berubah, maka kegiatan produksi akan tidak dapat terjadwal dengan baik/ sering merevisi MPS.

5.5. Pembuatan MRP

Syarat pendahuluan dalam pembuatan MRP:

1. Tersedianya MPS, dimana terdapat jadwal rencana dan jumlah pesanan dari item atau produk.
2. Item pesediaan memiliki identifikasi khusus.
3. Tersedianya struktur produk(Bill Of Material) pada saat perencanaan.

4. Tersedianya catatan (record) tentang status persediaan untuk semua item, yang menyatakan keadaan persediaan sekarang dan yang akan direncanakan.

Asumsi-asumsi dalam pembuatan MRP:

1. Adanya data file yang terintegrasi.
2. Lead time untuk semua item diketahui.
3. setiap item persediaan selalu ada dalam pengendalian.
4. Semua komponen untuk suatu perakitan dapat disediakan pada saat perakitan akan dilakukan.
5. Pengadaan dan pemakaian komponen bersifat diskrit.
6. Proses pembuatan suatu item tidak tergantung terhadap proses pembuatan item lainnya.

5.6. Master Production Schedule

Master production Schedule adalah data yang memuat produk-produk yang akan diproduksi, berapa jumlah yang dibutuhkan dan kapan dibutuhkan. Master production schedule menghasilkan sistem perencanaan yang lebih rinci daripada perencanaan dengan agregat. Selain itu, satuan waktu pada master production schedule juga lebih spesifik (hari atau minggu). Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan produk disebut *lead time*.

MPS Item	PERIODE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Clipboard	86	93	119	100	100	100	100	100
Lapboard	0	50	0	50	0	50	0	50
Lap desk	75	120	47	20	17	10	0	0
Pencil case	125	125	125	125	125	125	125	125

Tabel 5.2. Contoh Master Production Schedule

Ketentuan dalam membuat MPS:

1. Jumlah produk jadi yang dibutuhkan dihitung berdasarkan produksi, bukan permintaan. Seperti kita ketahui bahwa jumlah produksi tidak harus sama dengan jumlah permintaan.
2. Jumlah produk jadi yang dibutuhkan dihitung berdasarkan data jumlah permintaan konsumen dan ramalan permintaan. Data yang terdapat pada MPS ada yang merupakan data aktual permintaan konsumen dan ada yang merupakan hasil peramalan. Untuk kasus khusus, master production schedule dapat disesuaikan dengan tujuan untuk menstabilkan proses produksi.

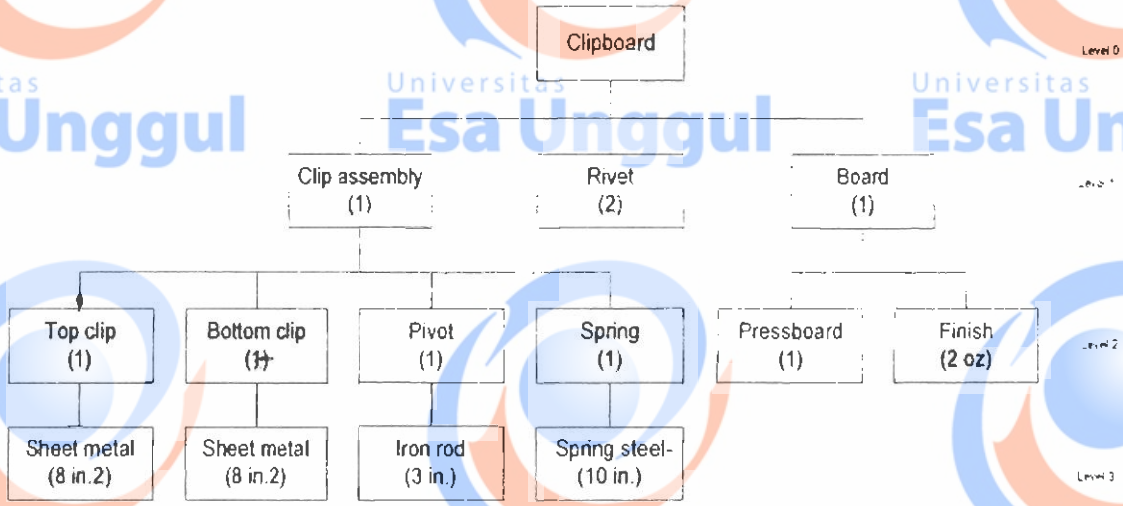
   Tabel 5.2 mengilustrasikan untuk kebutuhan produk clipboard dan lapboard mulai dari periode 3 data MPS didapat dari ramalan permintaan. Sedangkan, untuk Lapdesk data MPS didapat dari data permintaan aktual.
3. Jumlah produk yang dihasilkan harus sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. Karena MPS didapat dari perencanaan agregat produksi, sehingga memungkinkan jumlah kebutuhan produksi hasilnya ganda (double). Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan simulasi produksi agar permintaan konsumen dan lead time dapat terpenuhi.

5.7. Struktur Produk

Struktur produk terdiri dari bill of materill (BOM) untuk setiap item yang dihasilkan. BOM memuat deskripsi untuk setiap item, dan jumlah yang dibutuhkan untuk proses perakitan. Tujuan dari pembuatan BOM yaitu menunjukkan jumlah komponen

untuk membuat suatu produk. Misalnya 1 buah klip, 2 buah rivet, dan 1 buah papan dibutuhkan untuk membuat 1 buah clipboard. Klip, rivet menempati level yang sama.

Untuk item yang menempati struktur puncak menempati level 0. Semakin menurun struktur produk maka semakin meningkat levelnya. Clipboard memiliki 3 level dalam struktur produk, seperti terlihat pada diagram berikut:



Gambar 5.1. Struktur Produk Clipboard

Untuk menyederhanakan informasi yang dibutuhkan dan mengurangi waktu proses, maka dikembangkan beberapa jenis BOM, yaitu:

1. *Phantom Bills*; digunakan untuk item-item yang tidak sempat disimpan di dalam gudang, karena akan segera digunakan untuk proses manufaktur. Item-item tersebut memiliki lead time = 0. Jenis BOM ini sering digunakan pada perusahaan yang menerapkan Just in Time (JIT), karena proses manufakturnya sangat cepat.
2. *K-bills*; pada jenis BOM ini, proses pemenuhan kebutuhan item dilakukan sekaligus (berkelompok) untuk beberapa jenis item. K-bills digunakan untuk ukuran lot pemesanan item yang kecil.
3. BOM modular; digunakan untuk produk-produk yang proses finishingnya tergantung dari keinginan konsumen (produk by customer), sehingga proses perakitannya hanya sampai pada subassembly.

5.8. Inventory Master File

Pada inventory master file terdapat sejumlah informasi mengenai item-item yang diproduksi dan dipesan dari supplier; termasuk data jumlah barang yang telah diterima, on-order, lot size, safety stock, lead time dan item-item yang telah digunakan.

Data-data persediaan harus selalu divalidasi jika terdapat item-item yang masuk dan keluar gudang.

Sistem MRP yang digunakan pada saat ini melibatkan banyak modul, diantaranya yaitu:

1. Peramalan
2. Data permintaan konsumen
3. Master Production Schedule
4. Struktur produk
5. Pengendalian persediaan
6. MRP II
7. Perencanaan kapasitas
8. Pembelian
9. Akuntansi
10. Analisis keuangan

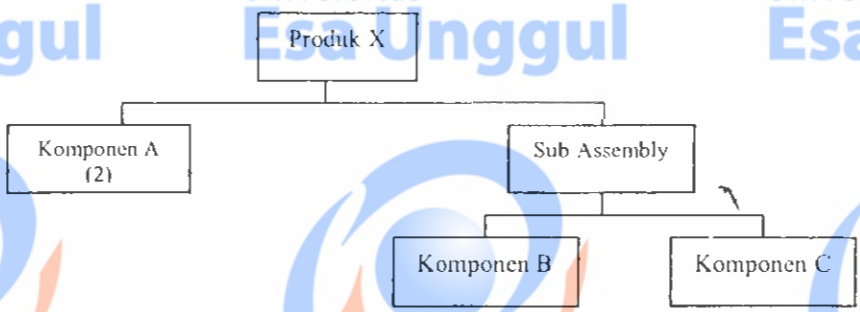
Tabel 5.3. Inventory Master File untuk item Board

Description		Inventory Policy	
Item	Board	Lead time	2
Item no	7341	Annual demand	5000
Item type	Manuf	Holding cost	1
Product/sales class	Ass'y	Ordering/setup cost	50
Value class	B	Safety stock	25
Buyer/planner	RSR	Reorder point	39
Vendor/drawing	07142	EOQ	316
Phantom code	N	Minimum order qty	100
Unit price/cost	1,25	Maximum order qty	500
Pegging	Y	Multiple order qty	100

LLC	1	Policy code	3
Physical Inventory		Usage/Sales	
On hand	100	YTD usage/ sales	1,100
Location	W142	MTD usage/ sales	75
On order	100	YTD usage/ sales	1,200
Allocated	75	YTD receipt	0
Cycle	3	MTD receipt	8/25
Last count	9/5	Last issue	10/5
Difference	2		
		Code	
		Cost acct.	00754
		Routing	00326
		Engr.	07142

5.9. Metode dalam MRP

BOM dan Data MPS suatu Produk X yaitu :



Gambar 5.2. Bill Of Material Produk X

Tabel 5.4. Data MPS Produk X

MASTER PRODUCTION SCHEDULE									
ITEM	PERIODE								
PLANNED ORDER RECEIPTS	0	1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUK X						6	8	10	13

Tabel 5.5. Harga Material, Biaya Pesan dan Biaya Simpan

MATERIAL	HARGA MATERIAL	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	ON HAND INVENTORY (LUC)	CAPACITY
PRODUK X	3000	2000	800	1	2
KOMPONEN A	150	300	300	2	4
SUB ASSEMBLY	0	600	100	0	0
KOMPONEN B	1000	700	200	0	4
KOMPONEN C	500	500	150	0	4

Selanjutnya, dapat dilakukan perhitungan dengan masing-masing metode MRP di bawah ini.

- **Teknik Lot For Lot (LFL)**

Teknik LFL merupakan teknik di dalam pengolahan MRP yang berdasarkan penentuan ukuran Lot.

Maka, perhitungan dengan Teknik LFL, yaitu sebagai berikut :

PRODUK X LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT						6	8	10	13
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT						6	8	10	13
PLANNED ORDER RECEIPTS						6	8	10	13
PLANNED ORDER RELEASE					6	8	10	13	

KOMPONEN A (2) LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					12	16	20	26	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RECEIPTS					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RELEASE					12	16	20	26	

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				6	8	10	13		

KOMPONEN B LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				6	8	10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				6	8	10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				6	8	10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				6	8	10	13		

KOMPONEN C LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				6	8	10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				6	8	10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				6	8	10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				6	8	10	13		

- **Teknik Least Unit Cost (LUC)**

Teknik LUC merupakan teknik di dalam pengolahan MRP yang berdasarkan biaya per unit yang terkecil.

Maka, perhitungan dengan Teknik LUC, yaitu sebagai berikut :

PRODUK X LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT						6	8	10	13
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND	1	1	1	1	1				
NET REQUIREMENT						5	8	10	13
PLANNED ORDER RECEIPTS						5	8	10	13
PLANNED ORDER RELEASE					5	8	10	13	

PRODUK X

PERIODE	∑ UNIT	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	TOTAL BIAYA	BIAYA PERUNIT
5	5	2000	5*800*0 = 0	2000	2000/5 = **400**
5-6	13	2000	8*800*1 = 6400	8400	8400/13 = 646,2
6	8	2000	8*800*0 = 0	2000	2000/8 = **250**
6-7	18	2000	10*800*1 = 8000	10000	10000/18 = 555,56
7	10	2000	10*800*0 = 0	2000	2000/10 = **200**
7-8	23	2000	13*800*1 = 10400	12400	12400/23 = 539,13
8	13	2000	13*800*0 = 0	2000	2000/13 = **153,85**

KOMPONEN A (2) LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					10	16	20	26	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND	2	2	2	2					
NET REQUIREMENT					8	16	20	26	
PLANNED ORDER RECEIPTS					8	16	20	26	
PLANNED ORDER RELEASE					8	16	20	26	

KOMPONEN A

PERIODE	∑ UNIT	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	TOTAL BIAYA	BIAYA PERUNIT
4	8	300	8*300*0 = 0	300	300/8 = **37,5**
4-5	24	300	16*300*1 = 4800	5100	5100/24 = 212,5
5	16	300	16*300*0 = 0	300	300/16 = **18,75**
5-6	36	300	20*300*1 = 6000	6300	6300/36 = 175
6	20	300	20*300*0 = 0	300	300/20 = **15**
6-7	46	300	26*300*1 = 7800	8100	8100/46 = 176,09
7	26	300	26*300*0 = 0	300	300/26 = **11,54**

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					5	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					5	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					13		10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				13		10	13		

SUB ASSEMBLY

PERIODE	∑ UNIT	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	TOTAL BIAYA	BIAYA PERUNIT
4	5	600	5*100*0 = 0	600	600/5 = 120
4-5	13	600	8*100*1 = 800	1400	1400/13 = **107,69**
4-6	23	600	((8*1)+(10*2))*100 = 2800	3400	3400/23 = 147,83
6	10	600	10*100*0 = 0	600	600/10 = 60
6-7	23	600	13*100*1 = 1300	1900	1900/23 = 82,61
7	13	600	13*100*0 = 0	600	600/13 = **46,15**

KOMPONEN B LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				13		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				13		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				13		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				13		10	13		

KOMPONEN B

PERIODE	∑ UNIT	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	TOTAL BIAYA	BIAYA PERUNIT
3	13	700	13*200*0 = 0	700	700/13 = 53,85
3-4	13	700	0*200*1 = 0	700	700/13 = **53,85**
3-5	23	700	((0*1)+(10*2))*200 = 4000	4700	4700/23 = 204,35
5	10	700	10*200*0 = 0	700	700/10 = 70
5-6	23	700	13*200*1 = 2600	3300	3300/23 = 143,48
6	13	700	13*200*0 = 0	700	700/13 = **53,85**

KOMPONEN C LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				13		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				13		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				13		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				13		10	13		

KOMPONEN C

PERIODE	∑ UNIT	BIAYA PESAN	BIAYA SIMPAN	TOTAL BIAYA	BIAYA PERUNIT
3	13	500	13*150*0 = 0	500	500/13 = 38,46
3-4	13	500	0*150*1 = 0	500	500/13 = **38,46**
3-5	23	500	((0*1)+(10*2))*150 = 3000	3500	3500/23 = 152,17
5	10	500	10*150*0 = 0	500	500/10 = **50**
5-6	23	500	13*150*1 = 1950	2450	2450/23 = 106,52
6	13	500	13*150*0 = 0	500	500/13 = **38,46**

- **Teknik Least Total Cost (LTC)**

Teknik LTC merupakan teknik di dalam pengolahan MRP yang berdasarkan kumulatif biaya simpan yang mendekati biaya pesan.

Maka, perhitungan dengan Teknik LTC, yaitu sebagai berikut :

PRODUK X LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT						6	8	10	13
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT						6	8	10	13
PLANNED ORDER RECEIPTS						6	8	10	13
PLANNED ORDER RELEASE					6	8	10	13	

PRODUK X Biaya Pesan 2000

PERIODE	∑*unit*	Perioda simpan	BIAYA SIMPAN	KUMULATIF BIAYA SIMPAN
5	6	0	6*800*0 = 0	0
6	8	1	8*800*1 = 6400	6400
6	8	0	8*800*0 = 0	0
7	10	1	10*800*1 = 8000	8000
7	10	0	10*800*0 = 0	0
8	13	1	13*800*1 = 10400	10400
8	13	0	13*800*0 = 0	0

KOMPONEN A (2) LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					12	16	20	26	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RECEIPTS					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RELEASE					12	16	20	26	

KOMPONEN A Biaya Pesan 300

PERIODE	∑*unit*	Perioda simpan	BIAYA SIMPAN	KUMULATIF BIAYA SIMPAN
4	12	0	12*300*0 = 0	0
5	16	1	16*300*1 = 4800	4800
5	16	0	16*300*0 = 0	0
6	20	1	20*300*1 = 6000	6000
6	20	0	20*300*0 = 0	0
7	26	1	26*300*1 = 7800	7800
7	26	0	26*300*0 = 0	0

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					14		10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

SUB ASSEMBLY Biaya Pesan 600

PERIODE	$\sum unit$	Perioda simpan	BIAYA SIMPAN	KUMULATIF BIAYA SIMPAN
4	6	0	6*100*0 = 0	0
5	8	1	8*100*1 = 800	**800**
6	10	2	10*100*2 = 2000	2800
6	10	0	10*100*0 = 0	**0**
7	13	1	13*100*1 = 1300	1300
7	13	0	13*100*0 = 0	**0**

KOMPONEN B LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

KOMPONEN B Biaya Pesan 700

PERIODE	$\sum unit$	Perioda simpan	BIAYA SIMPAN	KUMULATIF BIAYA SIMPAN
3	14	0	14*200*0 = 0	0
4	0	1	0*200*1 = 0	0
5	10	2	10*200*2 = 4000	4000
5	10	0	10*200*0 = 0	0
6	13	1	13*200*1 = 2600	2600
6	13	0	13*200*0 = 0	0

KOMPONEN C LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

KOMPONEN C Biaya Pesan 500

PERIODE	$\sum unit$	Perioda simpan	BIAYA SIMPAN	KUMULATIF BIAYA SIMPAN
3	14	0	14*150*0 = 0	0
4	0	1	0*150*1 = 0	0
5	10	2	10*150*2 = 3000	3000
5	10	0	10*150*0 = 0	0
6	13	1	13*150*1 = 1950	1950
6	13	0	13*150*0 = 0	0

- **Teknik *Part Period Balancing* (PPB)**

Teknik PPB merupakan suatu variasi dari LTC, biaya pesan dikonversi menjadi *Equipment Part Periods* (EPP).

Formulasi EPP sebagai berikut :

$$EPP = \frac{S}{K}$$

Dimana : S = Biaya pesan

K= Biaya simpan/unit/periode

Maka, perhitungan dengan Teknik PPB, yaitu sebagai berikut :

Biaya pesan : Rp.2000, Biaya simpan : Rp.800

$$EPP = \frac{Rp.2000}{Rp.800} = 2.5\,part periods$$

PRODUK X LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT						6	8	10	13
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT						6	8	10	13
PLANNED ORDER RECEIPTS						6	8	10	13
PLANNED ORDER RELEASE					6	8	10	13	

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
5	6	0	6*0 = 0	**0**
6	8	1	8*1 = 8	8
6	8	0	8*0 = 0	**0**
7	10	1	10*1 = 10	10
7	10	0	10*0 = 0	**0**
8	13	1	13*1 = 13	13
8	13	0	13*0 = 0	**0**

Biaya pesan = **4 x** Rp.2000 = Rp.8000

Biaya simpan = **0 x** Rp.800 = Rp.0

Biaya total = Rp.8000

Biaya pesan : Rp.300, Biaya simpan : Rp.300

$$EPP = \frac{Rp.300}{Rp.300} = 1 \, part periods$$

KOMPONEN A (2) LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					12	16	20	26	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RECEIPTS					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RELEASE					12	16	20	26	

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
4	12	0	12*0 = 0	0
5	16	1	16*1 = 16	16
5	16	0	16*0 = 0	0
6	20	1	20*1 = 20	20
6	20	0	20*0 = 0	0
7	26	1	26*1 = 26	26
7	26	0	26*0 = 0	0

Biaya pesan = 4 x Rp300 = Rp.1200
Biaya simpan = 0 x Rp.300 = Rp.0
Biaya total = Rp.1200

Biaya pesan : Rp.600, Biaya simpan : Rp.100

$$EPP = \frac{Rp.600}{Rp.100} = 6\,partperiods$$

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					14		10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
4	6	0	6*0 = 0	0
5	8	1	8*1 = 8	8
6	10	2	10*2 = 20	28
6	10	0	10*0 = 0	0
7	13	1	13*1 = 13	13
7	13	0	13*0 = 0	0

Biaya pesan = 3 x Rp.600 = Rp.1800
Biaya simpan = 0 x Rp.100 = Rp.0
Biaya total = Rp.1800

Biaya pesan : Rp.600, Biaya simpan : Rp.100

$$EPP = \frac{Rp.600}{Rp.100} = 6\,partperiods$$

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					14		10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
4	6	0	6*0 = 0	0
5	8	1	8*1 = 8	8
6	10	2	10*2 = 20	28
6	10	0	10*0 = 0	0
7	13	1	13*1 = 13	13
7	13	0	13*0 = 0	0

Biaya pesan = 3 x Rp.600 = Rp.1800
Biaya simpan = 0 x Rp.100 = Rp.0
Biaya total = Rp.1800

Biaya pesan : Rp.700, Biaya simpan : Rp.200

$$EPP = \frac{Rp.700}{Rp.200} = 3.5\,partperiods$$

KOMPONEN B LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
3	14	0	14*0 = 0	0
4	0	1	0*1 = 0	0
5	10	2	10*2 = 20	20
5	10	0	10*0 = 0	0
6	13	1	13*1 = 13	13
6	13	0	13*0 = 0	0

Biaya pesan = 3 x Rp.700 = Rp.2100
Biaya simpan = 0 x Rp.200 = Rp.0
Biaya total = Rp.2100

Biaya pesan : Rp.500, Biaya simpan : Rp.150

$$EPP = \frac{Rp.500}{Rp.150} = 3.33\,partperiods$$

KOMPONEN C LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		10	13		
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		10	13		
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		10	13		
PLANNED ORDER RELEASE				14		10	13		

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
3	14	0	14*0 = 0	0
4	0	1	0*1 = 0	0
5	10	2	10*2 = 20	20
5	10	0	10*0 = 0	0
6	13	1	13*1 = 13	13
6	13	0	13*0 = 0	0

Biaya pesan = 3 x Rp.500 = Rp.1500
Biaya simpan = 0 x Rp.150 = Rp.0
Biaya total = Rp.1500

- **Contoh Kasus Lainnya :**

Diketahui : Biaya pesan = Rp. 15.000
Biaya simpan = Rp. 100/unit/tahun
Safety stock = 0
Lead time = 2

$$EPP = \frac{Rp.15.000}{Rp.100} = 150\,part\,periods$$

Perhitungan PPB

Periode	Kebutuhan	Periode Simpan	Part Periods	Kumulatif
1	8	0	0	0
2	12	1	12	12
3	13	2	26	38
4	10	3	30	68
5	6	4	24	92
6	15	5	75	167

Pada kolom kumulatif di periode 6 memiliki angka 167 yang mendekati angka 150 (perhitungan EPP) sehingga kebutuhan untuk periode 1 hingga periode 6 dipesan seluruhnya pada periode 1.

Matrik MRP – PPB

Periode	0	1	2	3	4	5	6
GR		8	12	13	10	6	15
SR		64					
Poh	0	56	44	31	21	15	0
NR		8	12	13	10	6	15
POrec		64					
POrel							

Biaya pesan = 1 x Rp. 15.000 = Rp. 15.000
Biaya simpan = 167 x Rp. 100 = Rp. 16.700
Biaya total = Rp. 31.700

- **Teknik Period Order Quantity (POQ)**

Teknik POQ merupakan pengembangan dari metode EOQ untuk permintaan yang tidak seragam dalam beberapa periode.

Keterangan :

D = Jumlah permintaan yang tidak seragam dalam beberapa periode

Formulasi POQ adalah sebagai berikut :

$$POQ = \left(\sqrt{\frac{2xS}{DxH}} \right)$$

Maka, perhitungan dengan Teknik POQ, yaitu sebagai berikut :

Biaya pesan : Rp.2000, Biaya simpan : Rp.800

PRODUK X LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT						6	8	10	13
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT						6	8	10	13
PLANNED ORDER RECEIPTS						6	8	10	13
PLANNED ORDER RELEASE					6	8	10	13	

$$D = \frac{(6+8+10+13)}{4} = 9.25 = 10$$

$$POQ = \left[\sqrt{\frac{2x2000}{10x800}} \right] = 0,707 \approx 1 periode$$

Biaya pesan	= 4 x Rp.2000	= Rp. 8000
Biaya simpan	= 0 x Rp.800	= Rp. 0
Biaya total		= Rp. 8000

Biaya pesan : Rp.300, Biaya simpan : Rp.300

KOMPONEN A (2) LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					12	16	20	26	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RECEIPTS					12	16	20	26	
PLANNED ORDER RELEASE					12	16	20	26	

$$D = \frac{(12+16+20+26)}{4} = 18{,}5 = 19$$

$$POQ = \left[\sqrt{\frac{2x300}{19x300}}\right] = 0{,}324 \approx 1\,periode$$

Biaya pesan = 4 x Rp.300 = Rp. 1200
Biaya simpan = 0 x Rp.300 = Rp. 0
Biaya total = Rp. 1200

Biaya pesan : Rp.600, Biaya simpan : Rp.100

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					14		23		
PLANNED ORDER RELEASE				14		23			

$$D = \frac{(6+8+10+13)}{4} = 9{,}25 = 10$$

$$POQ = \left[\sqrt{\frac{2x600}{10x100}}\right] = 1{,}095$$

POQ ≈ 2 periode

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					14		23		
PLANNED ORDER RELEASE				14		23			

Biaya pesan = 2 x Rp.600 = Rp. 1200

Biaya simpan = 0 x Rp.100 = Rp. 0

Biaya total = Rp. 1200

POQ_2 = 1 periode

SUB ASSEMBLY LT = 1

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT					6	8	10	13	
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RECEIPTS					6	8	10	13	
PLANNED ORDER RELEASE				6	8	10	13		

Biaya pesan = 4 x Rp.600 = Rp. 2400

Biaya simpan = 0 x Rp.100 = Rp. 0

Biaya total = Rp. 2400

KET : Jadi, POQ yang dipilih adalah POQ_1 (2 periode) yaitu : pemesanan setiap 2 bulan sekali yang menghasilkan total biaya Rp. 1200 lebih kecil dibandingkan dengan pemesanan 1 bulan sekali (POQ_2 = 1 periode) yang menghasilkan total biaya Rp. 2400.

Biaya pesan : Rp.700, Biaya simpan : Rp.200

KOMPONEN B LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		23			
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		23			
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		23			
PLANNED ORDER RELEASE				14		23			

$$D = \frac{(14+23)}{2} = 18{,}5 = 19$$

$$POQ = \left[\sqrt{\frac{2x700}{19x200}}\right] = 0{,}61 \approx 1 periode$$

Biaya pesan = 2 x Rp.700 = Rp. 1400
Biaya simpan = 0 x Rp.200 = Rp. 0
Biaya total = Rp. 1400

Biaya pesan : Rp.500, Biaya simpan : Rp.150

KOMPONEN C LT = 0

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
GROS REQUIREMENT				14		23			
SCHEDULE RECEIVED									
PROJECTED ON HAND									
NET REQUIREMENT				14		23			
PLANNED ORDER RECEIPTS				14		23			
PLANNED ORDER RELEASE				14		23			

$$D = \frac{(14+23)}{2} = 18{,}5 = 19$$

$$POQ = \left[\sqrt{\frac{2x500}{19x150}}\right] = 0{,}59 \approx 1 periode$$

Biaya pesan	= 2 x Rp.500	= Rp. 1000
Biaya simpan	= 0 x Rp.150	= Rp. 0
Biaya total		= Rp. 1000

- **Contoh Kasus Lainnya :**

Diketahui : Biaya pesan (S) = Rp. 15.000
Biaya simpan (H) = Rp. 100/unit/tahun
Safety stock = 0
Lead time = 2

$$D = \frac{(8+12+13+10+6+15)}{6} = 10.67 = 11$$

$$POQ = \left(\sqrt{\frac{2xS}{DxH}}\right)$$

$$= \left(\sqrt{\frac{2x15.000}{11x100}}\right) = 5.22$$

POQ_1 = 6 periode

POQ_2 = 5 periode

Untuk mengetahui apakah POQ bernilai 5 atau 6 maka dilakukan pengujian dan memilih POQ yang menghasilkan total biaya yang terkecil.

POQ_1 = 6 berarti pemesanan dilakukan setiap 6 periode dengan masing – masing jumlah pesanan sesuai dengan kebutuhan untuk 6 periode yang bersangkutan.

POQ_2 = 5 berarti pemesanan dilakukan setiap 5 periode dengan masing – masing jumlah pesanan sesuai dengan kebutuhan untuk 5 periode yang bersangkutan.

Matrik MRP – POQ_1

Periode	0	1	2	3	4	5	6
GR		8	12	13	10	6	15
SR		64					
Poh	0	56	44	31	21	15	0
NR		8	12	13	10	6	15
POrec		64					
POrel							

Biaya pesan = 1 x Rp. 15.000 = Rp. 15.000

Biaya simpan = 167 x Rp. 100 = Rp. 16.700

Biaya total = Rp. 31.700

Matrik MRP – POQ_2

Periode	0	1	2	3	4	5	6
GR		8	12	13	10	6	15
SR		49					
Poh	0	41	29	16	6	0	0
NR		8	12	13	10	6	15
POrec		49					15
POrel					15		

Biaya pesan = 2 x Rp. 15.000 = Rp. 30.000

Biaya simpan = 92 x Rp. 100 = Rp. 9.200

Biaya total = Rp. 39.200

Jadi POQ yang terpilih adalah pemesanan setiap 6 bulan sekali yang menghasilkan total biaya Rp. 31.700 lebih kecil dibandingkan dengan pemesanan 5 bulan sekali yang menghasilkan total biaya Rp. 39.200

- **Metode Silver Meal**

Metode Silver Meal merupakan salah satu metode yang digunakan dalam lot sizing yang dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal yang didasarkan pada leat period cost.

Metode ini bertujuan untuk meminimasi ongkos per periode. Ukuran lot ditentukan dengan cara menjumlahkan kebutuhan beberapa periode yang berturut – turut sebagai Cum.Demand. Penjumlahan dilakukan terus sampai ongkos total (Total Holding Cost) dibagi dengan banyaknya periode yang kebutuhannya termasuk dalam Cum.Demand tersebut meningkat.

Rumus untuk menghitung ongkos total per periode adalah :

$$Cost\ per\ periode = \frac{Ordering\ Cost + Cum.\ Inv.\ Cost}{P}$$

$$Cost\ per\ periode = \frac{C + h\sum_{t=T}^{L}(t-T)R^{k}}{P}$$

Dimana :

C = biaya pean

h = biaya simpan

R_k = kebutuhan pada periode t

t = periode ke-t

T = periode yang bersangkutan dimana penambahan pesanan mulai dihitung

P = jumlah periode yang kebutuhannya termasuk dalam penambahan pesanan

L = periode terakhir yang kebutuhannya termasuk dalam penambahan pesanan

Rumus untuk memilih T yaitu meminimasi Total Holding Cost yaitu dievaluasi dengan penambahan nilainya sampai :

$$\frac{Total\ Holding\ Cost\ (L+1)}{L+1} > \frac{Total\ Holding\ Cost\ (L+1)}{L}$$

Contoh Soal

Diketahui : Biaya pembelian per unit = Rp. 100000,00

Biaya pemesanan = Rp. 500000,00

Biaya simpan = Rp. 60000,00/unit/tahun

Periode	Demand	Cum. Demand	Inventory Cost	Cum.Inv. Cost	Total Hold Cost	Cost per Periode
1	30	30	0	0	500000	500000
2	40	70	200000	200000	700000	350000
3	25	95	250000	450000	950000	316666.6667 *
4	35	130	525000	975000	1475000	368750
4	35	35	0	0	500000	500000
5	50	85	250000	250000	750000	375000 *
6	70	155	700000	950000	1450000	483333.3333
6	70	70	0	0	500000	500000
7	40	110	200000	200000	700000	350000
8	20	130	200000	400000	900000	300000 *
9	40	170	600000	1000000	1500000	375000
9	40	40	0	0	500000	500000
10	50	90	250000	250000	750000	375000 *
11	60	150	600000	850000	1350000	450000
11	60	60	0	0	500000	500000
12	30	90	150000	150000	650000	325000 *

Keterangan : * = Ongkos Minimal

Penyimpanan perbulan = 60000/12 = 5000

Inventory cost = PPB (n) * penyimpanan perbulan

Untuk perhitungan PPB (n) lihat pada algoritma metode PPB (Part Period Balancing).

Total holding cost = biaya pemesanan + cum.inventory cost (n).

Kita lihat pada periode pertama sampai dengan ke empat cost per periode berangsur-angsur menurun. Perhitungan dilanjutkan terus bila cost per periode terus menurun. Bila kemudian cost per periode meningkat seperti pada period eke lima maka dipilih cost per

periode yang terkecil. Cum demand pada cost periode yang terkecil itu kita jadikan lot pemesanan yang pertama.

Special case pada periode 11 dan 12 kita lihat cost per periode belum meningkat tapi periode sudah habis. Maka langsung pilih cost per periode yang palingb kecil.

Sehingga MRP berbentuk :

Period	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Net Requirement			30	40	25	35	50	70	40	20	40	50	60	30			
Project On Hand			65	25	0	50	0	60	20	0	50	0	30	0			
Planned Order Receipt			95			85		130			90		90				
Planned Order Release	95			85		130			90		90						

Biaya pemesanan $5*500000 = 2500000$

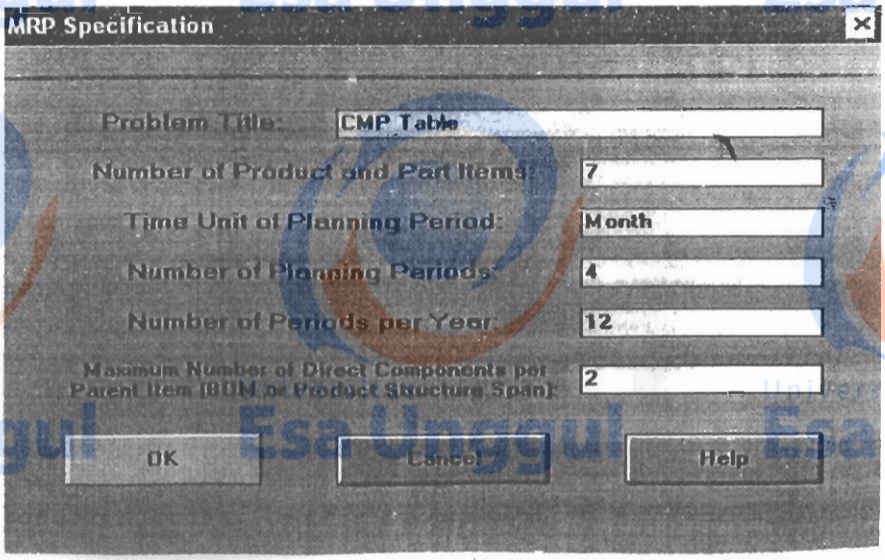
Biaya penyimpanan $(65+25+50+60+20+50+30)*5000 = 1500000 +$

Total Biaya **4000000**

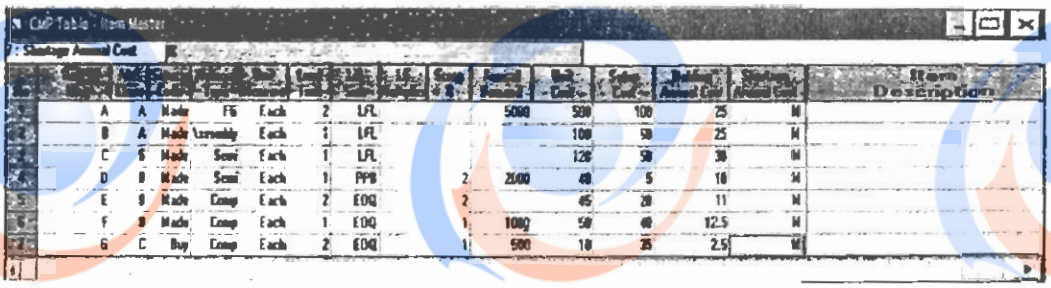
5.10 Perhitungan MRP Dengan Software WIN QSB

Tahap-tahap perhitungan MRP menggunakan Software WinQSB adalah sebagai berikut:

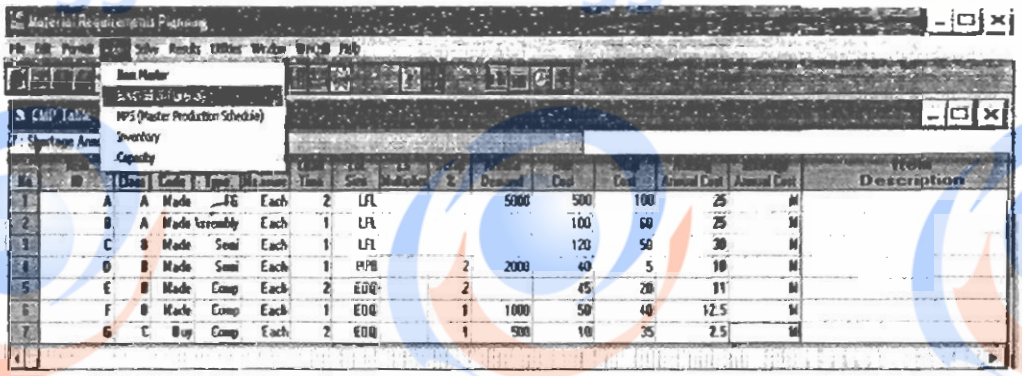
1. Input spesifikasi data yang dibutuhkan dalam MRP ⟶ OK



2. Masukan data-data item komponen produk

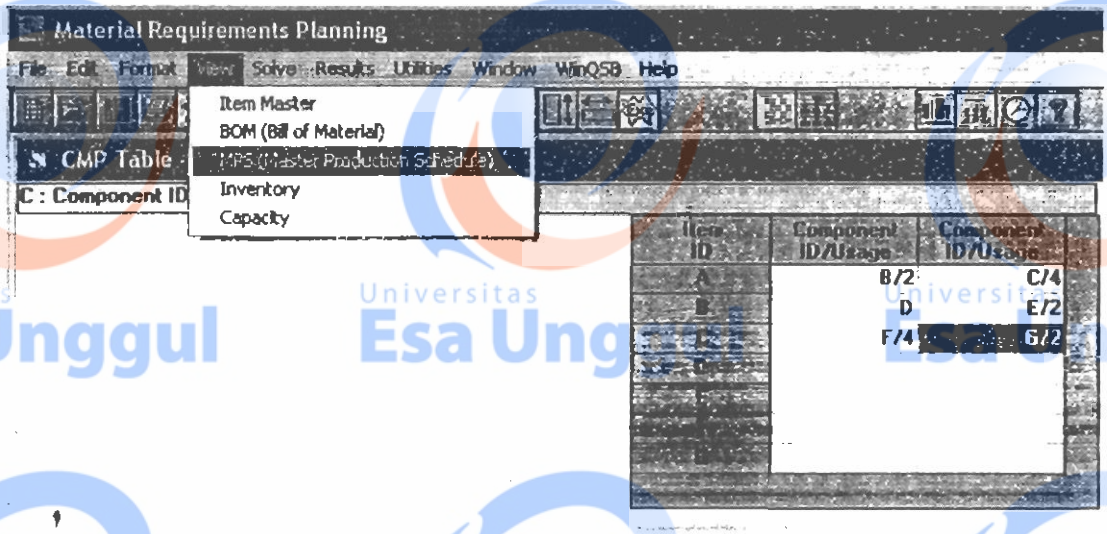


3. klik view kemudian pilih BOM.

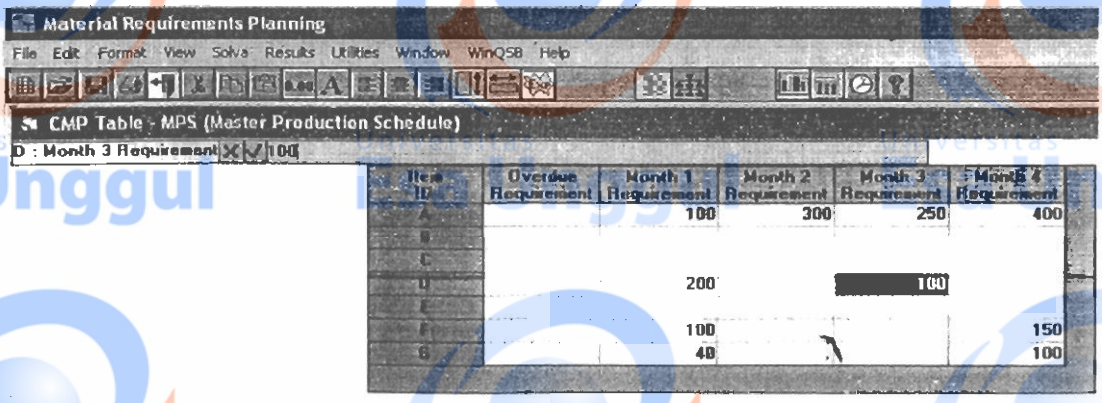


4. Tabel BOM.

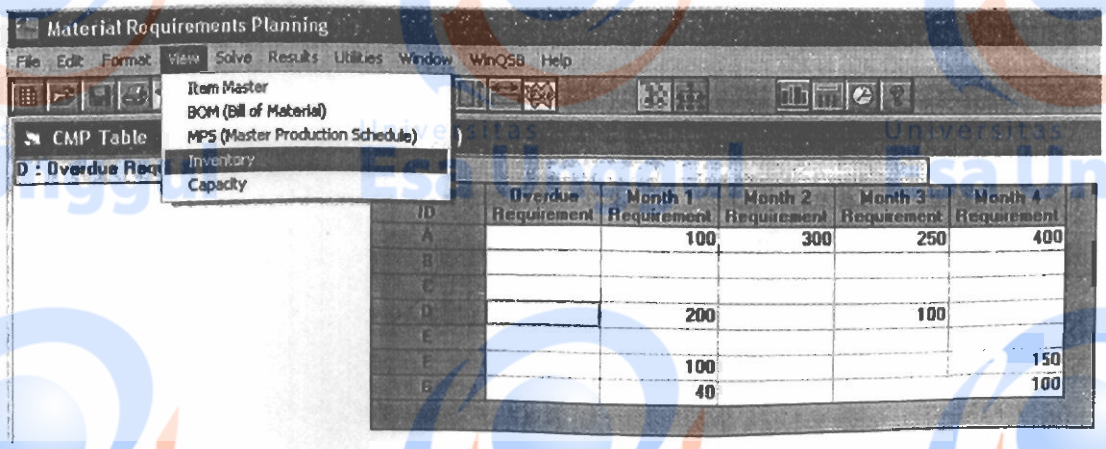
5. Pilih view kemudian klik MPS.



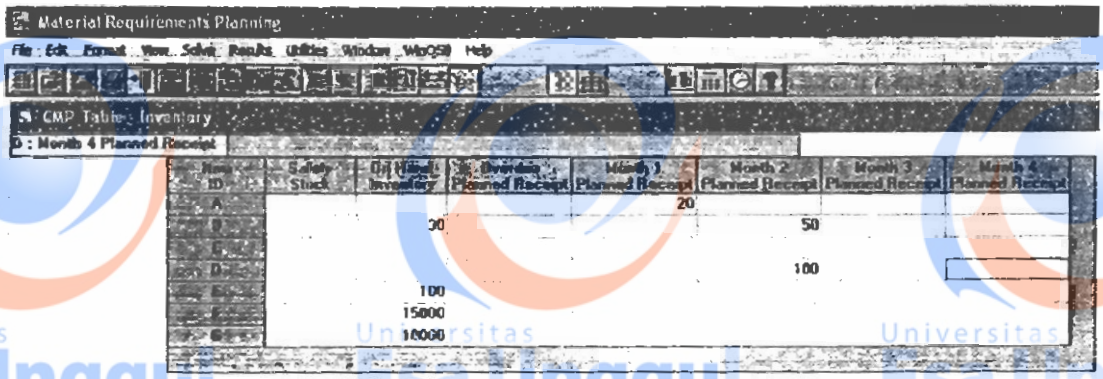
6. Tabel MPS



7. Klik view kemudian pilih inventory

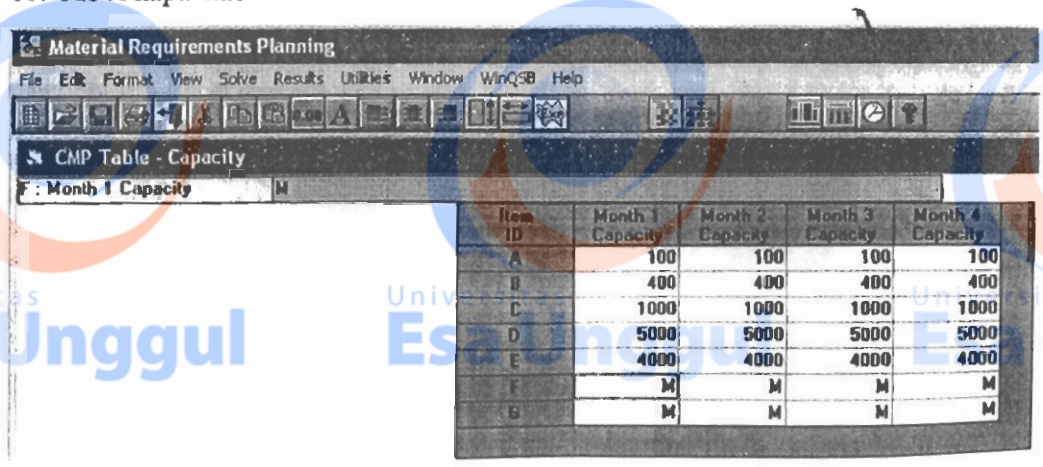


8. Tabel Inventory

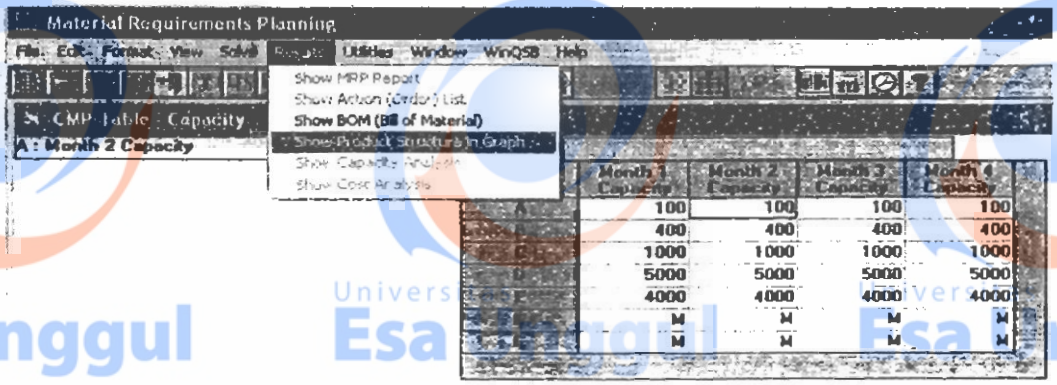


9. Pilih view lalu klik capacity

10. Tabel kapasitas

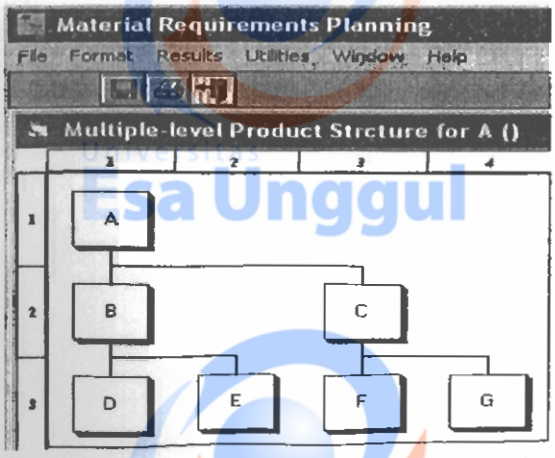


11. Pilih Results – Product Structure untuk mengetahui struktur grafis BOM

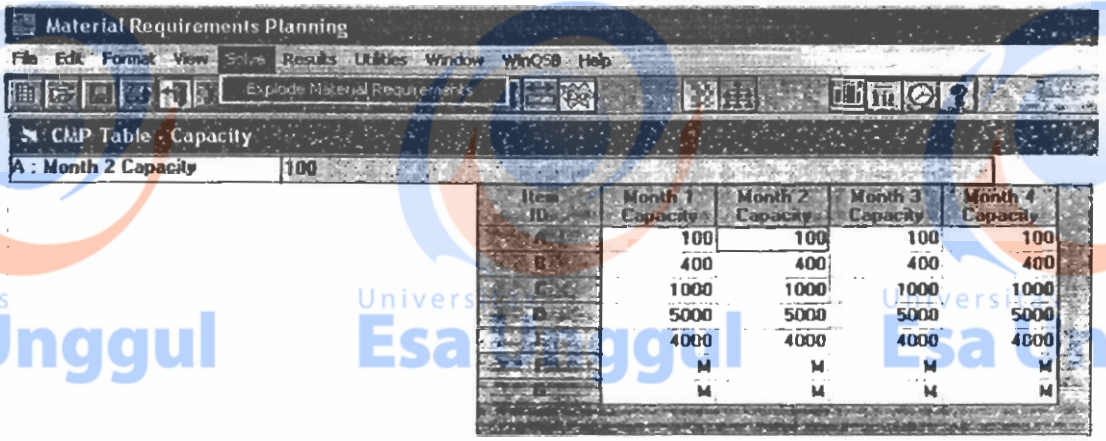


12. Tampilkan untuk memilih struktur produk

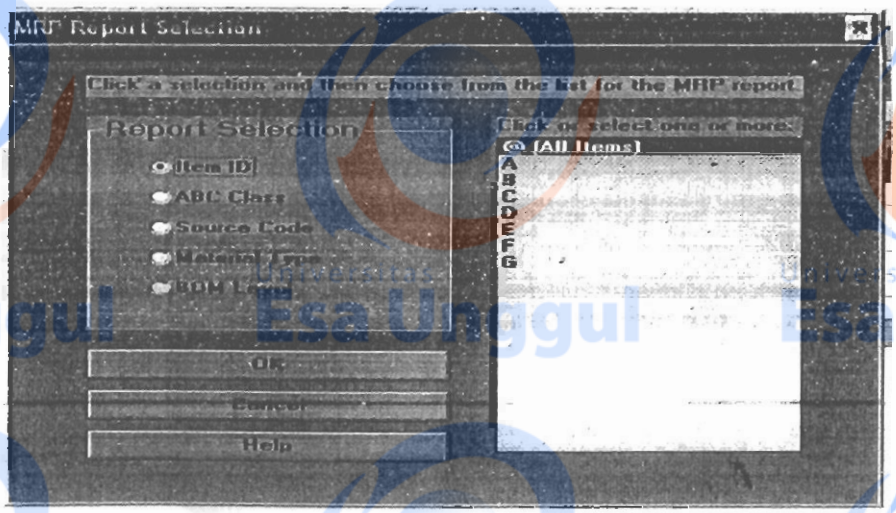
13. Struktur Produk



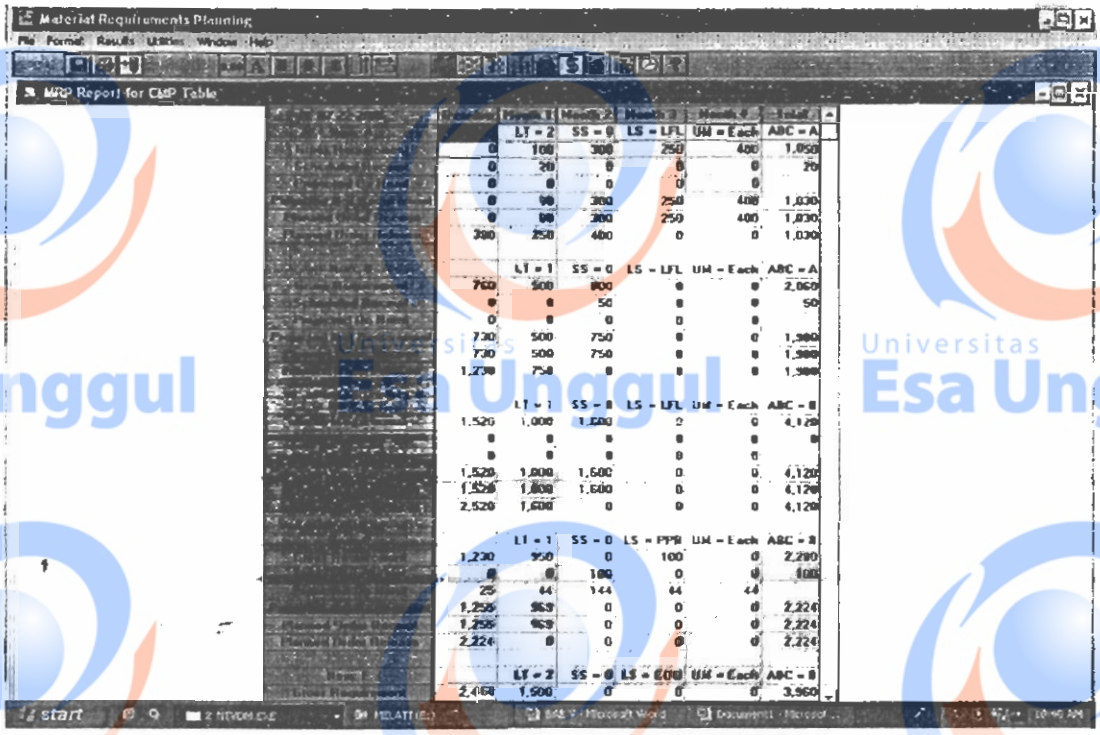
14. Pada tampilan struktur produk klik icon back, kemudian pilih solve dan tampilkan jumlah kebutuhan material.

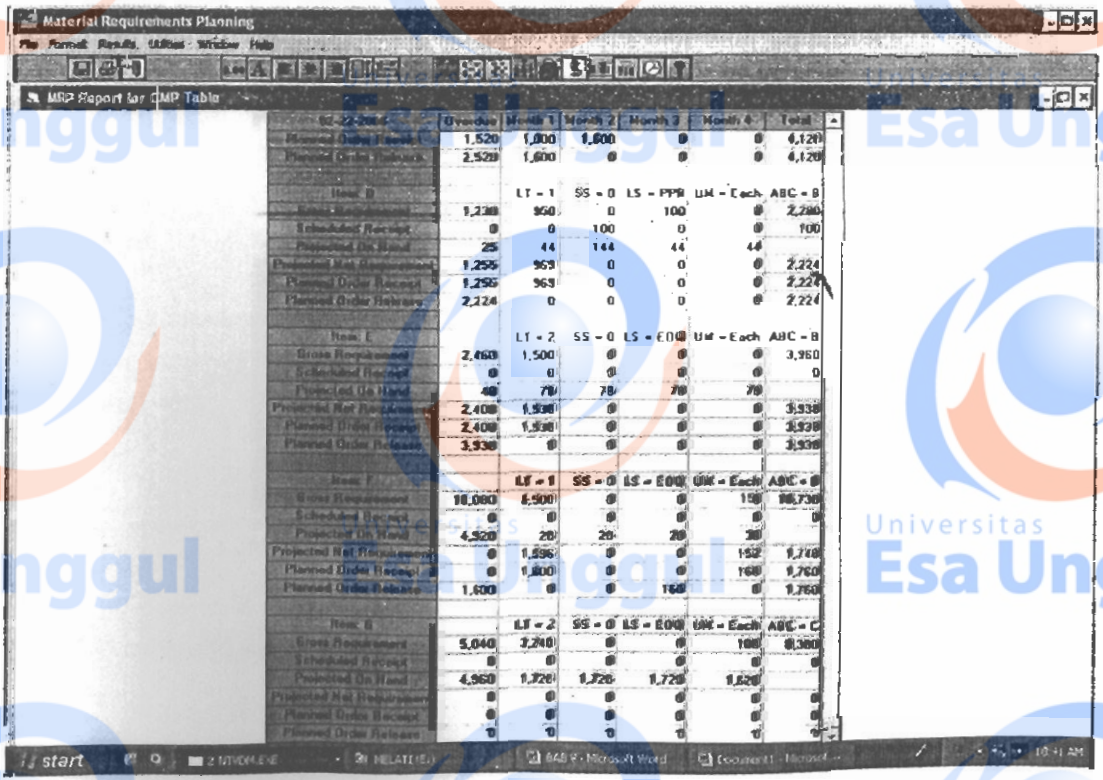


15. Pilih item ID pada report selection ⟶ OK

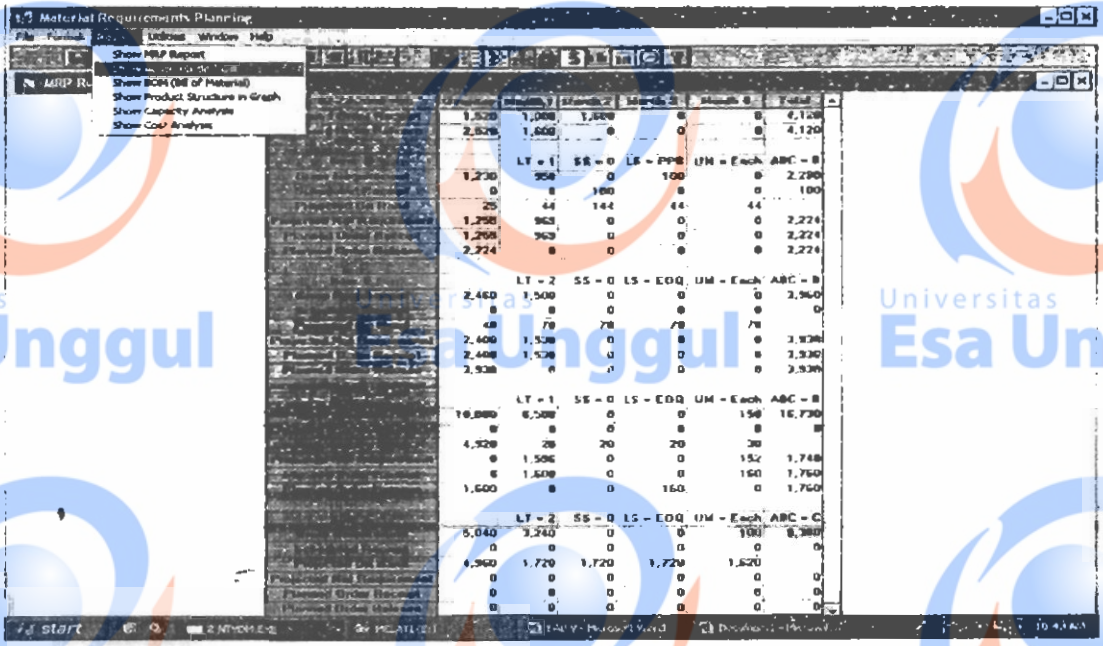


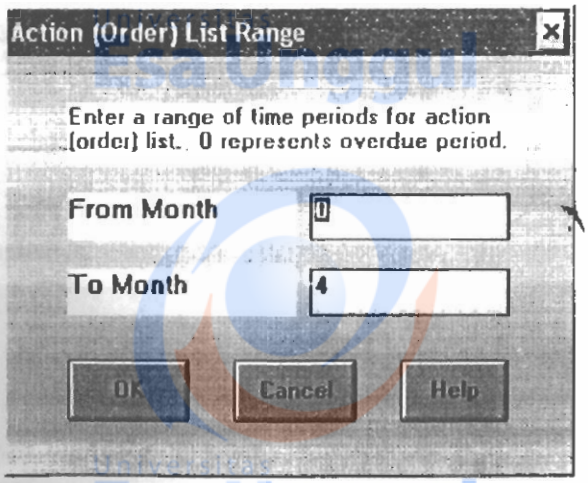
16. Solusi Analisa MRP.



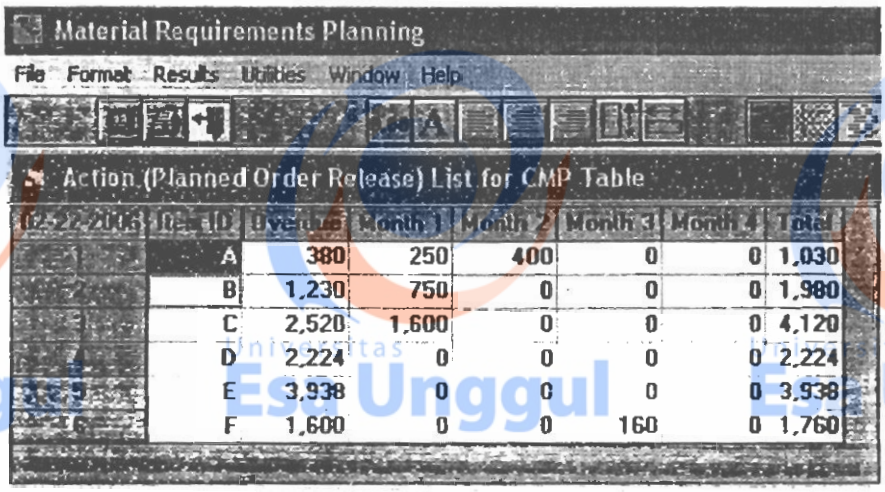


17. Kemudian tampilkan kebutuhan untuk semua item dengan memilih show action (order) list.



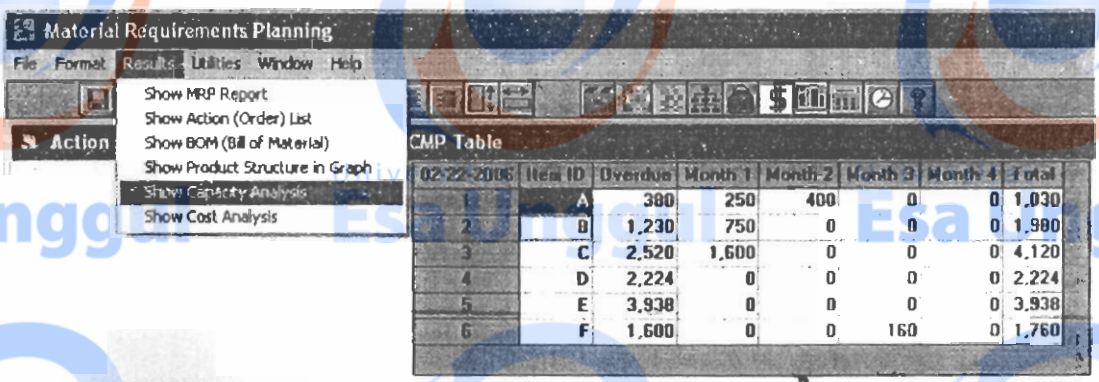


18. Tampilkan Planned Order Release.



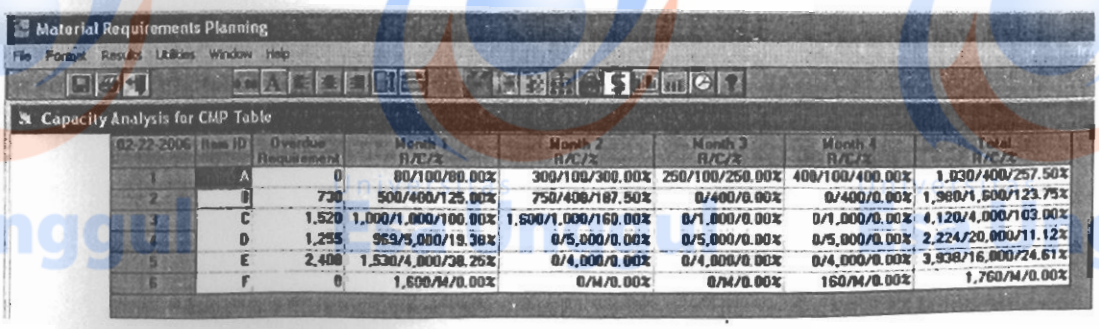
02-22-2006	Item ID	Overdue	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4	Total
1	A	380	250	400	0	0	1,030
2	B	1,230	750	0	0	0	1,980
3	C	2,520	1,600	0	0	0	4,120
4	D	2,224	0	0	0	0	2,224
5	E	3,938	0	0	0	0	3,938
6	F	1,600	0	0	160	0	1,760

19. Tampilkan jumlah kapasitas produksi yang mampu dipenuhi dengan memilih show capacity analysis.



02-22-2006	Item ID	Overdue	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4	Total
1	A	380	250	400	0	0	1,030
2	B	1,230	750	0	0	0	1,980
3	C	2,520	1,600	0	0	0	4,120
4	D	2,224	0	0	0	0	2,224
5	E	3,938	0	0	0	0	3,938
6	F	1,600	0	0	160	0	1,760

20. Hasil analisis kapasitas.

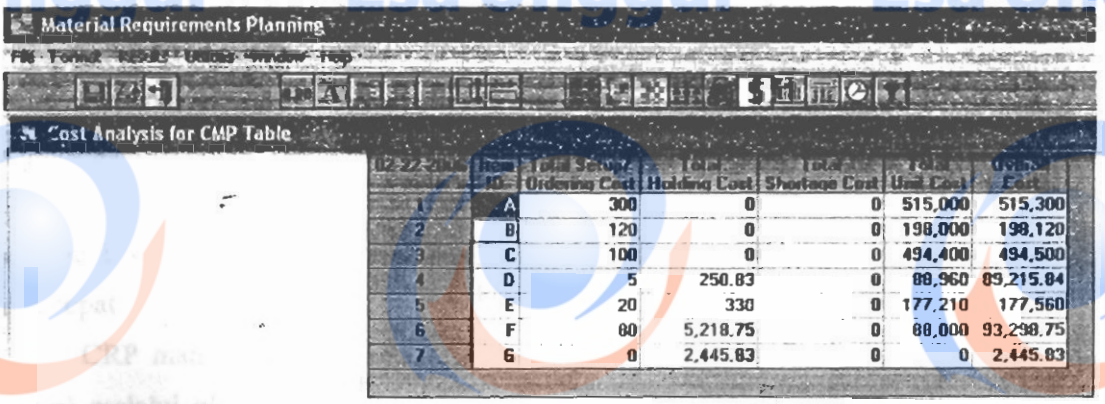


02-22-2006	Item ID	Overdue Requirement	Month 1 R/C/%	Month 2 R/C/%	Month 3 R/C/%	Month 4 R/C/%	Total R/C/%
1	A	0	80/100/80.00%	300/100/300.00%	250/100/250.00%	400/100/400.00%	1,030/400/257.50%
2	B	730	500/400/125.00%	750/400/187.50%	0/400/0.00%	0/400/0.00%	1,980/1,600/123.75%
3	C	1,520	1,000/1,000/100.00%	1,600/1,000/160.00%	0/1,000/0.00%	0/1,000/0.00%	4,120/4,000/103.00%
4	D	1,255	969/5,000/19.38%	0/5,000/0.00%	0/5,000/0.00%	0/5,000/0.00%	2,224/20,000/11.12%
5	E	2,408	1,530/4,000/38.25%	0/4,000/0.00%	0/4,000/0.00%	0/4,000/0.00%	3,938/16,000/24.61%
6	F	0	1,600/M/0.00%	0/M/0.00%	0/M/0.00%	160/M/0.00%	1,760/M/0.00%

21. Tampilkan analisis biaya untuk setiap periode dengan memilih show cost analysis.

0		80/100/80.00%	300/100/300.00%	250/100/250.00%	400/100/400.00%	1,030/400/257.50%
B	730	500/400/125.00%	750/400/187.50%	0/400/0.00%	0/400/0.00%	1,980/1,600/123.75%
C	1,520	1,000/1,000/100.00%	1,600/1,000/160.00%	0/1,000/0.00%	0/1,000/0.00%	4,120/4,000/103.00%
D	1,255	963/5,000/19.26%	0/5,000/0.00%	0/5,000/0.00%	0/5,000/0.00%	2,224/20,000/11.12%
E	2,408	1,530/4,000/38.25%	0/4,000/0.00%	0/4,000/0.00%	0/4,000/0.00%	3,938/16,000/24.61%
F	0	1,600/M/0.00%	0/M/0.00%	0/M/0.00%	160/M/0.00%	1,760/M/0.00%

22. Hasil analisis biaya.



	Item ID	Total Setup/Ordering Cost	Total Holding Cost	Total Shortage Cost	Total Unit Cost	Total Cost
1	A	300	0	0	515,000	515,300
2	B	120	0	0	198,000	198,120
3	C	100	0	0	494,400	494,500
4	D	5	250.83	0	88,960	89,215.84
5	E	20	330	0	177,210	177,560
6	F	80	5,218.75	0	88,000	93,298.75
7	G	0	2,445.83	0	0	2,445.83

BAB VI

CAPACITY REQUIREMENT PLANNING (CRP)

6.1 Tujuan

1. Mengetahui kapasitas kebutuhan material yang diperlukan untuk pembuatan suatu produk
2. Sebagai alat uji validasi dari MRP suatu produk yang telah dibuat

6.2 Pengertian CRP

CRP adalah salah satu alat yang digunakan untuk mamvalidasi MRP (*Material Requirement Planning*). Validasi yang dimaksudkan di sini adalah menguji asumsi yang telah ditetapkan dalam MRP dan mengidentifiksi area yang melebihi kapasitas (*overload*) dan yang berada di bawah kapasitas (*underload*), sehingga perencana dapat mengambil tindakan yang tepat.

CRP mambandingkan beban (*load)* yang ditetapkan pada setiap pusat kerja (*work center*) melalui *planned order* yang diciptakan oleh MRP, dengan kapasitas yang tersedia pada setiap pusat kerja dalam setiap periode waktu dari horizon perencanaan. Tidak seperti system MRP yang menciptakan *new planned orders* untuk menghadapi kekurangan material atau item di masa mendatang, system CRP tidak menciptakan, menjadwalkan ulang, atau menghapus pesanan apa pun.

Kapasitas mengukur kemampuan dari suatu fasilitas produksi untuk mencapai jumlah kerja tertentu dalam periode waktu tertentu dan merupakan fungsi dari banyaknya sumber-sumber daya yang tersedia, seperti peralatan, mesin, personel, ruang, dan jadwal kerja.

6.3 Beberapa Definisi yang Berkaitan dengan Kapasitas

Ada beberapa definisi yang akan banyak dipergunakan dalam pembahasan yang berkaitan dengan perencanaan kapasitas:

1. **Pusat kerja (*Work Center*)** merupakan suatu fasilitas produksi spesifik yang terdiri dari satu atau lebih orang dan/atau mesin dengan kemampuan yang sama atau identik, yang dapat dipertimbangkan sebagai satu unit untuk tujuan perencanaan kebutuhan kapasitas (CRP) dan penjadwalan terperinci (*detailed scheduling*). Dalam lingkungan

job shop manufacturing, pusat-pusat kerja sering memisahkan departemen-departemen dan mungkin dipertimbangkan sebagai departemen tersendiri.

2. Pesanan manufacturing (*manufacturing order*) merupakan suatu dokumen atau identitas jadwal yang memberikan kewenangan untuk membuat part tertentu atau produk dalam jumlah tertentu.
3. Routing merupakan sekumpulan informasi yang memerinci metode pembuatan item tertentu, termasuk operasi yang dilakukan, sekuens operasi, berbagai pusat kerja yang terlibat, serta standar untuk waktu *setup* (*setup time*) dan waktu pelaksanaan kerja (run time).
4. Beban (*load*) adalah banyaknya kerja yang dijadwalkan untuk dilakukan oleh fasilita manufacturing dalam periode waktu yang ditetapkan. Beban (*load*) biasa dinyatakan dalam ukuran jam kerja atau unit produksi. *Load* merupakan volume kerja yang dikerjakan. Sebagaimana yang biasa digunakan dalam CRP, beban (*load*) menggambarkan waktu *setup* (*setup time*) dan waktu pelaksanaan (*run time*) yang dibutuhkan dari suatu pusat kerja, tidak termasuk waktu menunggu (*waiting time*), waktu antri (*queue time*), dan waktu bergerak (*move time*)
5. Kapasitas (*Capacity* or *Available Capacity*) merupakan tingkat di mana sistem manufakturing (tenaga kerja, mesin, pusat kerja, departemen, pabrik) beproduksi. Dengan kata lain, kapasitas merupakan tingkat output yang dapat dicapai, dengan spesifikasi produk, *product mix*, tenaga kerja, dan peralatan yang ada sekarang. Dalam CRP, kapasitas berkaitan dengan tingkat output kerja dalam etiap pusat kerja.

6.4 Sistem Perencanaan Kebutuhan Kapasitas (CRP)

6.4.1 Input CRP

- *Schedule of planned factory oreder releases* : jadwal ini merupakan salah satu output dari MRP. CRP memiliki 2 sumber utama dari *load data*, yaitu
  a. *Scheduled receipts* yang berisi data *order due date, order quantity, operations completed, operations remaining*
  b. *Planned order release* yang berisi data *planned order release date, planned order receipt date, planned order quantity*.

- *Work Order status* : Informasi status ini diberikan untuk semua open orders yang ada dengan operasi yang masih harus diselesaikan, *work center* yang terlibat, dan perkiraan waktu
- *Routing data* memberikan jalur yang direncanakan untuk factory orders melalui proses produksi dengan perkiraan waktu operasi. Setiap *part*, *assembly*, dan produk yang dibuat memiliki suatu *routing* yang unik, terdiri dari satu atau lebih operasi. Informasi yang diperlukan oleh CRP yaitu *operation number*, *operation*, *planned work center*, *possible alternate work center*, *standar setup time*, *standard run time per unit*, *tooling needed at each work center*, dan lain-lain. Routing memberikan petunjuk pada proses CRP.
- *Work Center* : data ini berkaitan dengan setiap *production work center*, termasuk sumber-sumber daya, standar-standar utilisasi dan efisiensi, serta kapasitas. Elemen-elemen data pusat kerja adalah identifikasi dan deskripsi, banyaknya mesin atau stasiun kerja, banyaknya hari kerja per periode, banyaknya shift yang dijadwalkan per hari kerja, banyaknya jam kerja per shift, factor utilisasi, factor efisiensi, rata-rata waktu antrian, rata-rata waktu menunggu dan bergerak.

6.4.2 Proses CRP

- Menghitung kapasitas pusat kerja
- Menentukan beban (*load*)
- Menyeimbangkan kapasitas dan *load*

6.4.3 Output CRP

- Laporan beban pusat kerja : Laporan ini menunjukkan hubungan antara kapasitas dan beban Apabila dalam laporan ini tampak ketidakseimbangan antara kapasitas dan beban, proses CRP secara keseluruhan mungkin perlu diulang
- Perbaikan *schedule of planned factory order releases*: Perbaikan jadwal ini menggambarkan output dari MRP disesuaikan terhadap *specific release dates* untuk *factory orders* berdasarkan perhitungan keterbatasan kapasitas. Perbaikan *schedule of planned factory order releases* merupakan output tidak langsung dari proses CRP sebab mereka adalah hasil dari human judgements yang berdasarkan kepada analisis dari output laporan beban pusat kerja

6.5 Metode Pengukuran Kapasitas

Pada dasarnya terdapat 3 metode pengukuran kapasitas, yaitu:

a. *Theoritical Capacity* merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari system manufacturing yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi yang ideal. Dengan demikian *Theoritical Capacity* diukur berdasarkan kapasitas yang tersedia untuk melakukan pekerjaan, tanpa suatu kesempatan untuk berhenti atau istirahat, downtime mesin, atau alas an lainnya.

b. *Demonstrated Capacity* merupakan tingkat output yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara actual dari pusat kerja di waktu lalu, yang biasanya diukur menggunakan angka rata-rata nerdasarkan beban kerja normal

c. *Rated Capacity (Calculated Capacity)* diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *Demonstrated Capacity.*

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

6.6 Keuntungan dan Kelemahan dari CRP

6.6.1 Keuntungan dari CRP

a. Memberikan time phased visibility dari ketidakseimbangan kapasitas dan beban
b. Mengkonfirmasi bahwa kapasitas cukup, ada pada basis kumulatif sepanjang horizon perencanaan
c. Mempertimbangkan ukuran lot spesifik dan *routings*
d. Menggunakan perkiraan *lead time* yang lebih cepat daripada MRP

6.6.2 Kelemahan dari CRP

a. Hanya dapat ditetapkan terutama dalam lingkungan *job shop manufacturing*
b. Membutuhkan perhitungan yang banyak sekali, sehingga harus menggunakan komputer

c. Biasanya hanya menggunakan teknik penjadwalan *backward scheduling* sehingga tidak menunjukkan di mana *slack times* mungkin dapat digunakan untuk keseimbangan yang lebih baik
d. Membutuhkan input yang lebih baik
e. Sering menghasilkan perhitungan terperinci yang menyesatkan, khususnya *planned queue times*
f. Tidak mampu memberikan informasi terperinci yang tepat dalam periode harian sehingga keputusan jangka pendek menjadi sulit diambil secara tepat
g. Tidak menunjukkan secara jelas pengaruh dari perbaikan MPS terhadap keseimbangan yang dicapai sehingga mungkin membuat situasi tetap jelek

6.7 Analisis CRP

Pada dasarnya terdapat beberapa langkah yang diperlukan untuk melaksanakan analisis CRP, yaitu:

1) Memperoleh informasi tentang pesanan produksi yang dikeluarkan (*plannes order release*) dari MRP
2) Memeperoleh informasi tentang *standard run time per shift* dan *standard setup time per lot size*
3) Menghitung kapasitas yang dibutuhkan dari masing-masing pusat kerja
4) Membuat laporan CRP

6.8 Studi Kasus

Sebuah produk "X" membutuhkan 2 komponen dengan data-data lainnya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.1. BOM

Tingkat	Komponen	Jml/induk	Deskripsi
0	100	1	Produk "X"
1	110	2	Subassembly
2	121	6	Komponen A
2	122	10	Komponen B

Tabel 6.2. Data Induk Produksi

PRODUK	JUMLAH PEMESANAN	PERSEDIAAN	SEDANG DIPESAN	BATAS PENYERAHAN	WAKTU ANCANG	TERALOKASI
100	200	0	250	7/3	1 MINGGU	0
110	400	500	400	7/10	2 MINGGU	0
121	2400	1500	2400	7/10	3 MINGGU	0
122	6000	2500	6000	7/10	4 MINGGU	0

Tabel 6.3. Urutan Proses

	STASIUN KERJA	WAKTU PERSIAPAN/LOT	WAKTU PROSES/UNIT
KOMPONEN 100	1	30'	2.5'
KOMPONEN 110	2	10'	0.75'
	1	15'	
KOMPONEN 121	3	15'	0.3'
	1	25'	0.25'
	2	15'	0.25'
KOMPONEN 122	2	25'	0.75'
	3	30'	0.15'
	1	75'	0.5'
	3	30'	0.75'

Tabel 6.4. Data Induk Stasiun Kerja

STASIUN KERJA	TERSEDIA	UTILISASI	EFISIENSI	RENCANA ANTRIAN
1	2400'	100%	100%	4 HARI
2	2400'	100%	100%	4 HARI
3	2400'	100%	100%	4 HARI

Tabel 6.5 JIP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
JUMLAH	250	200	250	150	200	300	150	250	200	200	250	200

Tabel 6.6 Perhitungan Waktu Proses

KOMPONEN	OPERASI	LOT	SETUP	OPERASI	PROSES	JUM/KOMP	TOTAL	SK
100	1	200	30	2,5	2,650	1	2,650	1
110	1	400	10	0,75	0,775	2	1,550	2
110	2	400	15	0,5	0,538	2	1,075	1
121	1	2400	15	0,3	0,306	6	1,838	3
121	2	2400	25	0,25	0,260	6	1,563	1
121	3	2400	15	0,25	0,256	6	1,538	2
122	1	6000	25	0,75	0,754	10	7,542	2
122	2	6000	30	0,15	0,155	10	1,550	3
122	3	6000	75	0,5	0,513	10	5,125	1

Tabel 6.7 Perhitungan Daftar Tenaga Kerja

KOMPONEN	LOT	SETUP	OPERASI	PROSES	JUM/KOMP	TOTAL	SK	TOTAL SK
100	200	30	2,5	2,650	1	2,650	1	
110	400	15	0,5	0,538	2	1,075	1	10,413
121	2400	25	0,25	0,260	6	1,563	1	
122	6000	75	0,5	0,513	10	5,125	1	
110	400	10	0,75	0,775	2	1,550	2	
121	2400	15	0,25	0,256	6	1,538	2	10,629
122	6000	25	0,75	0,754	10	7,542	2	
121	2400	15	0,3	0,306	6	1,838	3	
122	6000	30	0,15	0,155	10	1,550	3	10,938
122	6000	30	0,75	0,755	10	7,550	3	

Tabel 6.8 Daftar Tenaga Kerja

STASIUN KERJA	WAKTU
1	10,413
2	10,629
3	10,938

Tabel 6.9 Kebutuhan Kapasitas Kasar

STASIUN KERJA	1	2	3	4	5	6	7	RATA-RATA
1	2.603	2.083	2.603	1.562	2.083	3.124	1.562	2.231
2	2.657	2.126	2.657	1.594	2.126	3.189	1.594	2.278
3	2.734	2.188	2.734	1.641	2.188	3.281	1.641	2.344

Tabel 6.10 MRP untuk Komponen 100

(Periode pemesanan tetap, periode pemesanan 1)

- **LEAD TIME = 1 minggu**
- **ON HAND = 0**
- **LOT SIZE = 0**
- **SAFETY STOCK = 0**

	TIME PERIOD (WEEKS)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GR	250	200	250	150	200	300	150	250
SR	250							
POH	0	0	0	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0	0	0	0
NR		200	250	150	200	300	150	250
POREC		200	250	150	200	300	150	250
POREL	200	250	150	200	300	150	250	250

Tabel 6.11 MRP untuk Komponen 110

(Periode pemesanan tetap, jumlah pesan 400)

- **LEAD TIME = 2 minggu**
- **ON HAND = 500**
- **LOT SIZE = 400**
- **SAFETY STOCK = 0**

	TIME PERIOD (WEEKS)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GR	400	500	300	400	500	300	500	500
SR		400						
POH	100	0	100	100	0	100	0	-100
NR			100	300	600	200	500	600
POREC			400	400	500	400	400	400
POREL	400	400	500	400	400	400	400	400

Tabel 6.12 MRP untuk Komponeu 121

(Periode pemesanan tetap, jumlah pesan 2400)

- **LEAD TIME = 3 minggu**
- **ON HAND = 1500**
- **LOT SIZE = 0**
- **SAFETY STOCK = 0**

	TIME PERIOD (WEEKS)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GR	1200	1200	1500	1200	1200	1200	1200	1200
SR		2400						
POH	300	1500	0	1200	0	1200	0	
NR			0	0	1200	0	1200	
POREC				2400	0	2400		
POREL	2400	0	2400	0	2400	2400	0	0

Tabel 6.13 MRP untuk Komponen 122

(Periode pemesanan tetap, jumlah pesan 6000)

- **LEAD TIME = 4 minggu**
- **ON HAND = 2500**
- **LOT SIZE = 0**
- **SAFETY STOCK = 0**

	TIME PERIOD (WEEKS)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GR	2000	2000	2500	2000	2000	2000	2000	2000
SR		6000						
POH	500	4500	2000	0	4000	2000	0	4000
NR				0	4000	2000	0	4000
POREC				0	6000	0		6000
POREL	6000	0	0	6000	0	0	0	0

Tabel 6.14 Rencana Pelaksanaan Produksi

Komponen	1	2	3	4	5	6	7
100	200	250	150	200	300	150	250
110	400	400	500	400	400	400	400
121	2400	0	2400	0	2400	2400	0
122	6000	0	0	6000	0	0	0

Tabel 6.15 Matrik Waktu Persiapan Produk "X"

		MINGGU						
	KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7
SK1	100	30	30	30	30	30	30	30
	110	0	15	15	15	15	15	15
	121	0	25	0	25	0	25	25
	122	0	0	75	0	0	75	0
SK2	100	0	0	0	0	0	0	0
	110	10	10	10	10	10	10	10
	121	0	0	15	0	15	0	15
	122	25	0	0	25	0	0	0
SK3	100	0	0	0	0	0	0	0
	110	0	0	0	0	0	0	0
	121	15	0	15	0	15	15	0
	122	0	30	0	30	30	0	30

Tabel 6.16 Matriks Waktu Proses "X"

		MINGGU						
	KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7
SK1	100	500	625	375	500	750	375	625
	110	0	200	200	250	200	200	200
	121	0	600	0	600	0	600	600
	122	0	0	3000	0	0	3000	0
TOTAL		500	1425	3575	1350	950	4175	1425

SK2	100	0	0	0	0	0	0	0
	110	300	300	375	300	300	300	300
	121	0	0	600	0	600	0	600
	122	4500	0	0	4500	0	0	0
TOTAL		*4800*	*300*	*975*	*4800*	*900*	*300*	*900*
SK3	100	0	0	0	0	0	0	0
	110	0	0	0	0	0	0	0
	121	600	0	600	0	600	600	0
	122	0	900	0	2100	900	0	2100
TOTAL		*600*	*900*	*600*	*2100*	*1500*	*600*	*2100*

Tabel 6.17 Kebutuhan Kapasitas Yang Direncanakan

	1	2	3	4	5	6	7
SK1	530	1495	3695	1420	995	4320	1495
SK2	4835	310	1000	4835	925	310	925
SK3	615	930	615	2130	1545	615	2130

- Langkah berikutnya adalah mempertimbangkan pelaksanaan pesanan yang turun ke bagian produksi. 4 pesanan telah dilaksanakan, yaitu :
  - Komponen 100 sejumlah 250 pada minggu 1
  - Komponen 110 sejumlah 400 pada minggu 2
  - Komponen 121 sejumlah 2400 pada minggu 2
  - Komponen 122 sejumlah 6000 pada minggu 2

Tabel 6.18 Kapasitas Yang Diperlukan Produksi

Komponen	Komponen	Stasiun Kerja	Minggu	waktu persiapan	Perhitungan	Waktu Proses
100	100	1	1	30	250 * 2,5	625
110	110	2	1	10	400 * 0,75	300
110	110	1	2	15	400 * 0,5	200
121	121	1	1	25	2400 * 0,25	600
121	121	2	2	15	2400 * 0,25	600
122	122	1	1	25	6000 * 0,5	3000
122	122	3	2	30	6000 * 0,75	4500

Tabel 6.19 Ringkasan Kebutuhan Kapasitas Yang Direncanakan

	Minggu	
Stasiun Kerja	1	2
1	4355	215
2	310	615
3	0	4530

Tabel 6.20 Rencana Kebutuhan Kapasitas Produk "X"

	Minggu						
	1	2	3	4	5	6	7
Stasiun kerja 1	4885	1710	3695	1420	995	4320	1495
Stasiun kerja 2	5145	925	1000	4835	425	310	925
Stasiun kerja 3	615	5460	615	2130	1545	615	2130

DAFTAR PUSTAKA

Fogarty, Donald W., dkk. ***Production and Inventory Control***, 2nd Edition. Ohio: South-Western Publishing Co.

Gaspersz, Vincent. 2002. ***Production Planning and Inventory Control***. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Nasution, Arman Hakim. 2008. ***Perencanaan dan Pengendalian Produksi***. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Makridakis, Spyros, dk. 1992. ***Metode dan Aplikasi Peramalan***. Edisi kedua. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Sriwana, Iphov Kumala. 2009. ***Diktat Kuliah Perencanaan dan Pengendalian Produksi***. Jakarta: Universitas Esa Unggul.