

MODUL I

FORECASTING

I. Tujuan Praktikum

1.1. Tujuan Umum

Diharapkan praktikan dapat memahami dan melaksanakan prosedur peramalan sebagai bagian dari perencanaan produksi.

1.2. Tujuan Khusus

- Mengetahui pola-pola data historis
- Mengetahui berbagai macam metode peramalan
- Dapat melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode peramalan yang ada
- Mengetahui beberapa macam ukuran kesalahan peramalan sebagai alat kontrol peramalan

I. Landasan Teori

2.1 Pengertian Peramalan

Perencanaan merupakan bagian integral aktivitas pengambilan keputusan. Pada kondisi yang tidak menentu sulit bagi kita untuk menentukan suatu perencanaan yang efektif. Peramalan (forecast) dapat membantu para manajer untuk mengurangi ketidakpastian dalam melakukan perencanaan. Peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang atau jasa

Dalam dunia bisnis, peramalan merupakan dasar bagi perencanaan kapasitas, anggaran, perencanaan penjualan, perencanaan produksi dan inventory, perencanaan sumberdaya, perencanaan pembelian atau pengadaan bahan baku, dan sebagainya.

2.2 Pendekatan Teknik Peramalan

▪ Pendekatan kuantitatif

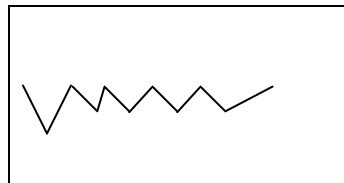
Pendekatan kuantitatif meliputi metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal. Metode deret berkala menggunakan data masa lalu untuk memprediksi data yang akan datang. Sedangkan metode kausal mengasumsikan faktor yang diramal memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel independen. Pendekatan kuantitatif dapat diterapkan dengan syarat :

1. Tersedia informasi masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik

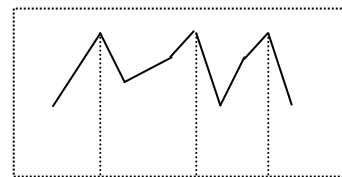
Peramalan berdasarkan data deret berkala

Deret berkala adalah suatu urutan waktu observasi yang diambil pada interval waktu tertentu. Analisis terhadap data deret berkala dilakukan untuk mengidentifikasi perilaku dasar dari deret tersebut. Jenis pola data yang umum dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut :

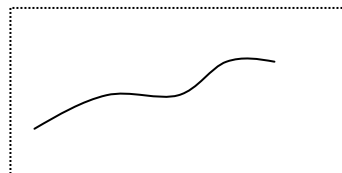
1. Pola Data Horizontal



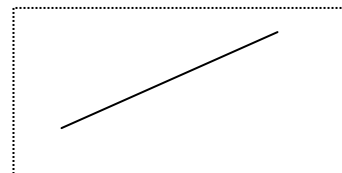
2. Pola Data Musiman



3. Pola Data Siklus



4. Pola Data Tren



Gambar 1. Jenis-jenis Pola Data

▪ Pendekatan kualitatif

Pendekatan kualitatif digunakan pada saat tidak tersedia sedikitpun data historis. Peramalan ini paling sesuai digunakan dalam perencanaan penjualan produk baru. Metode yang digunakan adalah metode delphi.

2.2 Teknik-teknik Peramalan

- **Regresi Linier Sederhana**

Bentuk regresi yang paling sederhana dan sering digunakan meliputi hubungan linier antara dua variabel. Tujuan regresi linier adalah untuk memperoleh sebuah persamaan garis lurus yang akan meminimasi jumlah bias vertikal dari titik-titik yang terobservasi dengan garis lurus yang terbentuk. Metode yang dipakai untuk mendapatkan persamaan tersebut disebut *least squares*, dan persamaan yang terbentuk adalah

$$y = a + bx$$

Dimana, y = Variabel tergantung (dependen)

x = Variabel bebas (independen)

b = *Slope*

a = Konstanta (nilai y pada saat $x = 0$)

Besarnya koefisien a dan b dihitung berdasarkan persamaan :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad \text{atau} \quad \bar{y} - b\bar{x}$$

Diketahui n : Jumlah data hasil observasi

Keakuratan perkiraan regresi tergantung pada biasan data sampel disekitar garis, semakin besar luasannya semakin kecil keakuratan perkiraannya. Besarnya keakuratan dapat dihitung berdasarkan perkiraan standar kesalahan s_e , sebagai berikut :

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n - 2}}$$

- **Simple Average**

Metode simple average merupakan metode yang sesuai digunakan jika data yang tersedia tidak mengandung unsur trend dan faktor musiman. Secara sederhana metode ini menghitung rata-rata dari data yang tersedia sejumlah n , mengikuti persamaan berikut :

$$F_{i+1} = \Sigma A_i / N$$

Dimana : F_{i+1} : Peramalan untuk period eke $i + 1$

A_i : Nilai actual tahun ke $- i$

N : Banyaknya data

- ***Moving Average***

Peramalan dengan teknik *moving average* melakukan perhitungan terhadap nilai data yang paling baru sedangkan data yang lama akan dihapus. Nilai rata-rata dihitung berdasarkan jumlah data, yang angka rata-rata bergeraknya ditentukan dari harga 1 sampai N data yang dimiliki. Peramalan dengan teknik *moving average* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$MA_n = \Sigma A_i / n$$

Dimana : i : Banyak data (1,2,3.....N)

n : angka periode rata-rata bergerak

A_i : nilai actual tahun ke $- i$

- ***Weighted Moving Average***

Metode ini mirip dengan metode *moving average*, hanya saja diperlukan pembobotan untuk data paling baru dari deret berkala. Sebagai contoh data yang paling baru ditentukan bobotnya sebesar 0.4, data terbaru berikutnya berbobot 0.3, kemudian berturut-turut 0.2 dan terakhir 0.1. Dan perlu diingat bahwa jumlah bobot yang diberikan harus sama dengan 1.00. Dan bobot terberat diberikan pada data yang terbaru.

- ***Eksponential Smoothing***

Metode ini menggunakan prinsip yang sama dengan teknik *moving average*, hanya saja *eksponensial smoothing* memerlukan perhitungan yang lebih sedikit, tidak memerlukan data histories dalam jangka waktu yang lama melainkan hanya data terbaru yang dipakai untuk menghitung peramalannya. Karakteristik *smoothing* dikendalikan dengan menggunakan factor *smoothing* α , yang bernilai antara 0 sampai dengan 1. Fungsi factor ini adalah untuk memberikan penekanan yang lebih terhadap data yang paling baru. Setiap peramalan yang baru berdasarkan pada hasil peramalan

sebelumnya ditambah dengan suatu prosentase perbedaan antara peramalan dengan nilai aktualnya pada saat tersebut. Dengan demikian :

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

Dimana : F_t : Peramalan periode ke-t

F_{t-1} : Peramalan periode ke t-1

α : Konstanta *smoothing*

A_{t-1} : Permintaan aktual atau penjualan untuk periode t-1

- **Winter's**

Metode *winter's* merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsur trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya : unsur konstan, unsur trend dan unsur musiman.

Ketiga komponen diatas secara kontinyu diperbarui menggunakan konstanta *smoothing* yang diterapkan pada data terbaru dan estimasi yang paling akhir. Metode *winter's* menggunakan model *Trend Hold*, yang dimulai dengan *estimasi trend* yang biasa :

$$T_t = \beta (F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

Dimana : T_t : *estimasi* nilai *trend* pada periode t

β : konstanta *smoothing* unsur trend

F_t : rata-rata *eksponensial* pada periode t

Dengan asumsi nilai $F_0 = A_1$ dan $T_0 = 0$

- **Single Eksponensial Smoothing**

Peramalan *single eksponensial smoothing* dihitung berdasarkan hasil peramalan ditambah dengan peramalan periode sebelumnya. Jadi, kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Persamaannya adalah :

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F(t-1)$$

- ***Exponential Smoothing With Linear Trend***

Persamaannya adalah :

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F(t-1) + T(t-1)$$

2.3 Keakuratan dan Kontrol Peramalan

Jika beberapa model peramalan cocok untuk kondisi tertentu maka perlu ditentukan model mana yang lebih baik (tidak bias) atau hanya terdapat satu model yang cocok, maka perlu model lain sebagai pembanding untuk melihat keefektifan model tersebut. Proses ini disebut dengan kesalahan peramalan. Ada dua aspek ukuran keakuratan peramalan yang memiliki nilai signifikansi yang potensial pada saat dilakukan teknik peramalan. Pertama performansi kesalahan histories peramalan, dan kedua kemampuan peramalan untuk menanggapi adanya perubahan. Dua nilai keakuratan yang umum untuk menghitung jumlah kesalahan histories adalah *MAD* (*mean absolute deviation*) dan *MSD* (*mean square deviation*). Formula yang digunakan:

$$MAD = \Sigma | \text{Actual} - \text{forecast} | / n$$

$$MSD = \Sigma (\text{Actual} - \text{forecast})^2 / n$$

Pengontrolan peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan *tracking signal* atau peta control. Pendekatan *tracking signal* memusatkan pada rasio antara kumulatif kesalahan peramalan dengan nilai MAD :

$$TS = \Sigma (\text{Actual} - \text{forecast}) / MAD$$

II. Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan untuk praktikum ini adalah dengan menggunakan *Software POM for Windows*.

III. Input

- Data historis

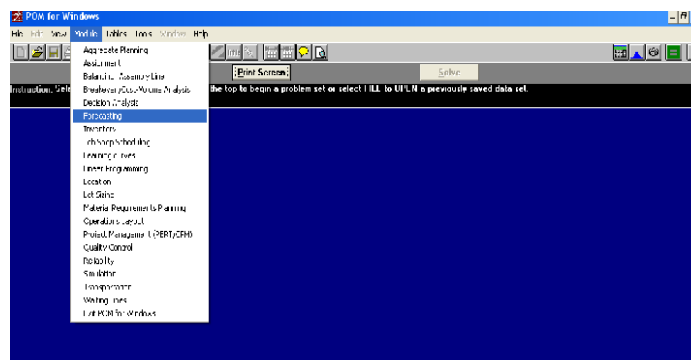
IV. Prosedur Praktikum

Secara Umum :

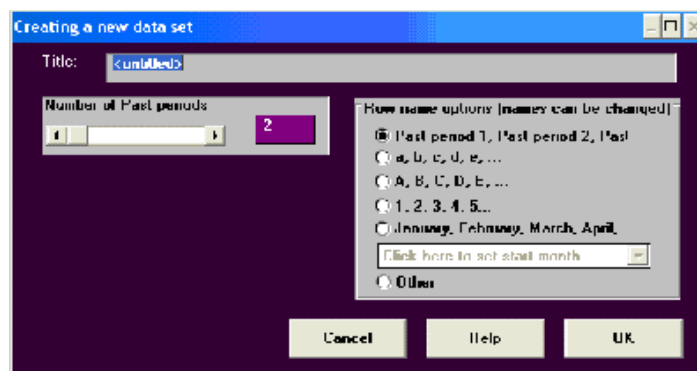
- Mengambil data penjualan/permintaan (dengan satuan per-bulan) yang telah dipersiapkan secara acak, mengandung unsur 4 jenis pola data.
- Lakukan analisis awal permasalahan yang telah tersedia, yang akan digunakan sebagai data-data masa lalu (input peramalan).
- Plot set data pada lembar pengamatan dan kertas grafik.
- Perkirakan apakah terdapat unsure siklis, trend dan atau musiman.
- Pilih metode peramalan yang dipergunakan berdasarkan point 4.4
- Tentukan parameter-parameter fungsinya.
- Lakukan analisis peramalan dengan *Software POM*.

Aplikasi dengan *Software P.O.M* :

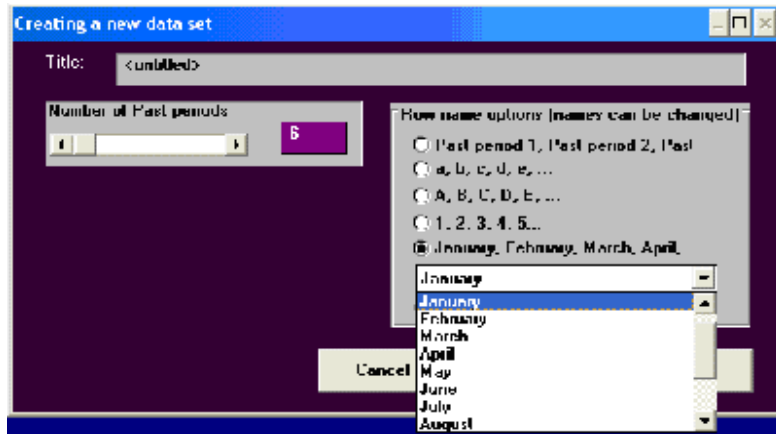
1. Buka *Software POM Win*
2. Klik Modul (*Forecasting*)



3. Klik File *New*
4. Klik Edit (*Time Series Analysis*)



5. Klik Title
6. Tentukan *Number Of Past Period*
7. Pilih *Row Name Option*



8. Ok.
9. Masukkan Data *Demand*

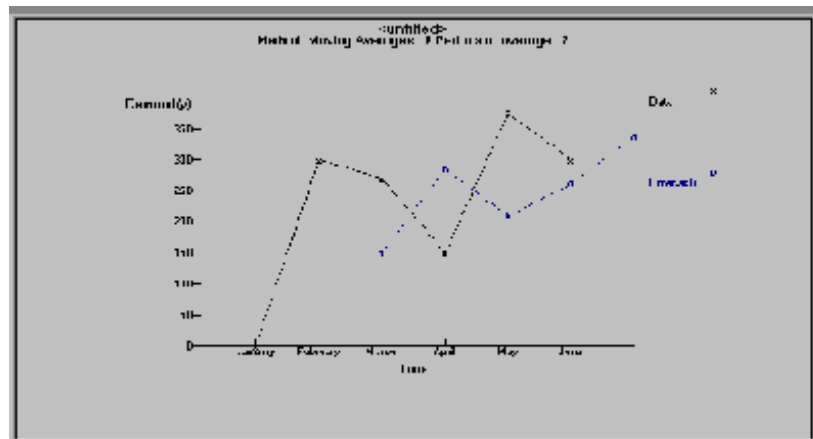
Method		# Periods to average
Moving Averages		2
	Demand(y)	
June	200	
February	300	
March	270	
April	150	
May	375	
June	300	

10. Pilih Metode
11. *Solve*
12. *Hasil running*

Detail :

Method		# Periods to average	untitled solution		
Moving Averages		2			
	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error ²
January	0				
February	300				
March	270	150	120	120	14,400
April	150	285	-135	135	18,225
May	375	210	165	165	27,225
June	300	282.5	37.5	37.5	1,406.25
TOTALS	1,395		187.5	457.5	61,256.25
AVERAGE	232.5		16.625	114.375	15,314.06
Next period forecast		337.5	(Bias)	(MAD)	(MSE)
				Std Err	142.8942

Graph



V. Format Laporan Resmi

- BAB I Pendahuluan
- BAB II Landasan Teori
- BAB III Pengumpulan Dan Pengolahan Data
 - 3.1 Data Umum Produksi
 - 3.2 Peramalan dengan POM.
- BAB IV Analisa
- BAB V Kesimpulan

MODUL II

AGREGATE PLANNING

I. Tujuan Praktikum

1. Memahami rencana produksi Agregat dan perencanaan kebutuhan sumber daya.
2. Mampu membuat rencana produksi Agregat dan perencanaan kebutuhan sumber daya.
3. Melatih praktikan untuk melakukan perencanaan agregat yang dievaluasi oleh adanya perencanaan kebutuhan sumber daya.
4. Menentukan rencana produksi yang layak yang akan diteruskan ke tingkat hirarki selanjutnya, yaitu MPS.

II. Landasan Teori

2.1. Pendahuluan

Perencanaan kegiatan sebuah organisasi (perusahaan) meliputi tiga tingkatan, yaitu perencanaan jangka panjang, jangka pendek. Sehubungan dengan aktifitas perencanaan operasi/kapasitas maka ketiga level tersebut memiliki focus perencanaan yang berbeda sebagaimana diuraikan berikut ini.

Dalam spectra perencanaan produksi, *Agregat Planning* (perencanaan produksi agregat) merupakan perencanaan kapasitas jangka menengah yang meliputi horizon waktu antara 2 hingga 12 bulan. *Agregat planning* sangat berguna bagi suatu organisasi (perusahaan) yang menghadapi tingkat permintaan musiman atau sering mengalami fluktuasi. Sedangkan *Resource Requeirements Planing* (RRP = Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya) merupakan proses yang mengevaluasi agregat planning guna menentukan sumber daya jangka panjang.

Satu hal yang perlu diingat bahwa perencanaan produksi agregat dan kebutuhan sumber daya ini seringkali dilakukan terhadap family produk, dimana produk-produk yang memiliki kemiripan kebutuhan disatukan

dalam tujuan perencanaan. Dalam perencanaan sumber daya produksi dan aktifitas-aktifitas yang berhubungan, perlu dilakukan penyeimbangan antara biaya pemenuhan permintaan dan penyimpanan inventory terhadap biaya biaya pengaturan tingkat aktifitas untuk mengatasi fluktuasi permintaan.

2.2. Agregat Planning

- **Ruang Lingkup Agregat Planning**

Pada dasarnya perencanaan produksi agregat merupakan suatu proses penetapan tingkat output/kapasitas produksi secara keseluruhan guna memenuhi tingkat permintaan yang diperoleh dari peramalan dan pesanan dengan tujuan meminimalkan total biaya produksi.

Perencanaan dititikberatkan pada kuantitas dan waktu pemenuhan permintaan. Jika total permintaan selama periode perencanaan berbeda dengan kapasitas yang tersedia, maka ada 2 alternatif pendekatan yang umum yang dapat dilakukan oleh seorang perencana, yaitu :

1. Menambah permintaan jika permintaan lebih kecil daripada kapasitas
 - a. Perubahan harga atau penetapan kelompok
 - b. Iklan atau promosi
 - c. *Back order*
 - d. Fluktuasi permintaan
2. Mengubah ketersediaan kapasitas (*suplai*), yang terdiri dari :
 - a. Pengangkatan dan pemberhentian tenaga kerja
 - b. *Overtime* (kerja lembur)
 - c. Tenaga kerja paruh waktu
 - d. *Inventory*
 - e. Subkontrak
 - f. Mengadakan perjanjian kerjasama

- **Fungsi dan Tujuan Perencanaan Agregat**

Beberapa fungsi perencanaan agregat yaitu :

1. Menjamin rencana penjualan dan rencana produksi konsisten terhadap rencana strategi perusahaan
2. Alat ukur performansi proses perencanaan produksi
3. Menjamin kemampuan produksi konsisten terhadap rencana produksi
4. Memonitor hasil produksi *actual* terhadap rencana produksi dan membuat penyesuaian
5. Mengatur persediaan produk jadi untuk mencapai target dan membuat penyesuaian
6. Mengarahkan penyusunan dan pelaksanaan jadwal induk produksi

Input Perencanaan Agregat

Informasi yang diperlukan untuk membuat perencanaan agregat yang efektif

1. Sumber daya yang tersedia sepanjang periode rencana produksi harus diketahui
2. Data permintaan yang berasal dari peramalan dan pesanan harus tersedia
3. Memasukkan kebijakan perusahaan yang berkenaan dengan perencanaan agregat, misalnya perubahan tingkat tenaga kerja, dan penentuan kebutuhan sumber daya

Tujuan Perencanaan Agregat

1. Mengembangkan perencanaan produksi yang feasible pada tingkat menyeluruh yang akan mencapai keseimbangan antara permintaan dan suplai dengan memperhatikan biaya minimal dari rencana produksi yang dibuat, walau pun biaya bukan satu-satunya bahan pertimbangan.
2. Sebagai masukan rencana sumber daya sehingga perencanaan sumber daya dikembangkan untuk mendukung perencanaan produksi.
3. Meredam (stabilisasi) produksi dan tenaga kerja terhadap fluktuasi permintaan

- **Biaya Perencanaan Agregat**

Sebagian besar metode perencanaan agregat menentukan suatu rencana yang meminimumkan biaya. Metode-metode ini mengasumsikan bahwa permintaan adalah tetap, karena itu strategi untuk memodifikasi permintaan tidak dipertimbangkan. Jika permintaan dan pasokan di modifikasi serempak, maka cara ini akan lebih tepat untuk meminimumkan biaya. Jika permintaan diketahui, maka biaya-biaya berikut harus dipertimbangkan.

1. *Biaya mempekerjakan dan pemecatan.*

Biaya mempekerjakan meliputi pencarian, penyaringan dan pelatihan yang dibutuhkan guna mempersiapkan seorang karyawan mencapai ketrampilan produktif sepenuhnya. Biaya pemecatan meliputi tunjangan karyawan, tunjangan pemutusan hubungan kerja, dan biaya lain yang terkait dengan pemecatan.

2. *Biaya lembur dan menganggur.*

Biaya lembur kerap kali meliputi upah rutin ditambah 50 sampai 100 persen premi. Biaya menganggur tercermin dalam pemanfaatan karyawan kurang dari produktivitas penuhnya.

3. *Biaya penyimpanan sediaan.*

Biaya ini berkaitan dengan pengadaan produk dalam sediaan, yang meliputi biaya modal, biaya variable penyimpanan, keusangan dan kerusakan. Biasanya dinyatakan sebagai presentase dari nilai uang sediaan, yang besarnya berkisar dari 15 sampai dengan 35 persen pertahun. Biaya ini dianggap sebagai beban “bunga” yang ditaksir dari nilai uang sediaan yang disimpan.

4. *Biaya subkontrak*

Adalah harga yang dibayar kepada subkontraktor guna memproduksi sejumlah unit produk. Biaya subkontrak bisa lebih kecil atau lebih besar dari biaya produksi sendiri.

5. *Biaya tenaga kerja paro-waktu*

Karena perbedaan tunjangan, biaya tenaga kerja paro-waktu atau sementara kemungkinan akan lebih kecil dari tenaga kerja tetap. Walaupun

pekerja paro-waktu kerap kali tidak mendapat tunjangan, namun prosentase maksimum tenaga kerja paro-waktu bisa dibatasi oleh pertimbangan operasional atau kontrak dengan serikat pekerja.

6. *Biaya kehabisan persediaan atau pemesanan ulang*

Biaya ini harus mencerminkan pengaruh berkurangnya layanan kepada pelanggan. Biaya ini sangat sulit diperkirakan, tetapi dapat dikaitkan dengan hilangnya kemauan pelanggan dan kemungkinan hilangnya penjualan masa datang. Dengan demikian kita dapat mengatakan bahwa biaya kehabisan persediaan atau pemesanan ulang tercermin dalam bentuk penurunan laba masa datang. Sebagian atau semua biaya ini mungkin terdapat dalam masalah perencanaan agregat tertentu. Biaya yang layak dikenakan akan digunakan untuk memberi harga strategi alternative.

- **Strategi dan Teknik Perencanaan Produksi**

Banyak strategi perencanaan agregat yang tersedia. Strategi-strategi tersebut meliputi pengaturan inventori, tingkat produksi, kebutuhan tenaga kerja, kapasitas dan variable-variabel control lainnya. Secara garis besar strategi perencanaan agregat terbagi 2 yaitu : strategi murni dan strategi campuran.

Strategi Murni

Strategi murni adalah strategi dengan melakukan perubahan pada salah satu factor yang tersebut diatas, yang meliputi :

1. Mengendalikan jumlah inventori
2. Mengendalikan jumlah tenaga kerja
3. Subkontrak
4. Mempengaruhi permintaan

Strategi Campuran

Strategi ini merupakan penggunaan dua atau lebih strategi murni untuk menghasilkan perencanaan produksi yang *feasible*.

Apapun strategi yang dipertimbangkan oleh sebuah perusahaan ada 2 faktor yang perlu diperhatikan, yaitu : kebijakan perusahaan dan biaya.

Dimana kebijakan perusahaan menjadi pembatas dalam penerapan suatu alternative dan perluasan yang dapat digunakan. Pada dasarnya metode-metode yang ada adalah mengupayakan adanya minimasi *cost* dengan tetap memenuhi permintaan terhadap produk. Metode-metode ini antara lain :

1. *Level Work Force*

Metode ini menghitung jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan berdasarkan permintaan dan *inventori* yang ada. Dengan *inventori* tetap setiap periodenya. Tenaga kerja yang ada harus dapat memenuhi kebutuhan permintaan total selama satu tahun. Dan diasumsikan tidak ada *overtime*.

2. *Level work force plus overtime*

Perhitungan yang dilakukan sama seperti *level work force*, hanya diasumsikan adanya *overtime*.

3. *Chase strategy*

Pada strategi ini adanya kebutuhan tenaga kerja yang bervariasi setiap periode berdasarkan permintaan yang harus dipenuhi. Dan adanya *inventori* yang besarnya sama tiap periodenya.

4. *Linier programming*

Linier programming digunakan bila produksi yang berjalan terdiri dari dua macam produk atau lebih. Karena tidak mungkin diselesaikan dengan metode sebelumnya. Prosedur perhitungan yang dilakukan melalui metode simplek yang biasanya terdapat dalam perhitungan mengenai penelitian operasional.

Untuk system MRP II, biasanya menggunakan tiga alternative strategi perencanaan produksi, yaitu : *level method, chase strategi dan compromise strategy*

Level Method didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempunyai distribusi merata dalam produksi. Dalam perencanaan produksi, level method akan mempertahankan tingkat kestabilan produksi sementara menggunakan inventori yang bervariasi untuk mengakumulasi output apabila terjadi kelebihan permintaan total.

Chase Strategi didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempertahankan tingkat kestabilan inventori, sementara produksi bervariasi mengikuti permintaan total.

Compromise Strategi merupakan kompromi antara kedua metode perencanaan produksi diatas.

- **Proses Perencanaan Produksi**

Langkah 1 :

Mengumpulkan data yang relevan dengan perencanaan produksi. Data permintaan yang berasal dari hasil peramalan yang bersifat belum pasti dan pesanan yang bersifat pasti pada periode-periode tertentu. Memperhatikan backlog (pesanan yang telah diterima pada waktu lalu namun belum dikirim), kuantitas produksi diwaktu lalu yang masih kurang dan harus diproduksi, dan lain-lain. Penjumlahan dari data ini merupakan total permintaan produk pada titik waktu tertentu. Selanjutnya mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan inventori awal.

Langkah 2 :

Mengembangkan data yang relevan itu menjadi informasi yang teratur seperti dalam tabel berikut ini :

Deskripsi	Periode Waktu (Bulan)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Ramalan Penjualan												
2. Pesanan (order)												
3. Permintaan Total = 1 + 2												
4. Rencana Produksi												
5. Inventori												

Keterangan : Periode 0 adalah periode lalu. Informasi yang berkaitan dengan inventori awal yang ada ditempatkan pada periode 0.

Langkah 3 :

Menentukan kapabilitas produksi, berkaitan dengan sumber daya yang ada.

Langkah 4 :

Melakukan partnership meeting yang dihadiri oleh manajer umum, manajer PPIC, manajer produksi, manajer pemasaran, manajer keuangan, manajer rekayasa (*engineering*), manajer pembelian, dan manajer – manajer lain yang dianggap relevan. Hal ini dilakukan karena perencanaan produksi adalah aktivitas pada hierarki tertinggi (*level 1*) yang dilakukan oleh manajemen puncak.

Rencana produksi yang akan dibuat harus menacu pada permintaan total, sehingga formula umum untuk rencana produksi adalah :

Rencana produksi = (permintaan total – inventori awal) + inventori akhir.

Formula ini adalah formula yang bersifat umum dengan masih memberikan toleransi pada penyimpanan inventori akhir sebagai tindakan pengamanan untuk menjaga kemungkinan hasil produksi aktual lebih rendah dari permintaan total.

Berikut ini contoh hipotesis dari ketiga strategi perencanaan produksi di atas.

Deskripsi	Periode Waktu (Bulan)													Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.Permintaan total	-	5	5	5	15	25	35	35	35	35	25	15	5	240
2.Rencana produksi (<i>level method</i>)	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	240
3. Inventori (<i>level method</i>)	30	45	60	75	80	75	60	45	30	15	10	15	30	540
4.Rencana produksi (<i>chase strategi</i>)	-	5	5	5	15	25	35	35	35	35	25	15	5	240
5. Inventori (<i>chase strategi</i>)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
6.Rencana produksi (<i>compromise</i>)	-	0	0	0	0	40	40	40	40	40	40	0	0	240
7. Inventori (<i>compromise</i>)	30	25	20	15	0	15	20	25	30	35	50	35	30	300

Keterangan :

1. Rencana produksi berdasar *level method* = permintaan tahunan/banyaknya periode dalam 1 tahun = $240/12 = 20$ unit perbulan. Rencana produksi berdasar *chase strategi* adalah bervariasi setiap bulannya mengikuti secara tepat permintaan tiap bulan. Rencana produksi berdasar *compromise strategi*

ditetapkan bahwa akan dilakukan produksi selama 6 bulan dengan rata – rata produksi perbulan adalah = $240/6 = 40$ unit. Dimana produksi dimulai pada saat inventori tersedia tidak mampu untuk memenuhi permintaan total pada bulan itu.

2. *Inventori* yang tersedia pada bulan tertentu dihitung dengan cara = (*inventori* awal + produksi) – permintaan total.
3. Berdasarkan hasil perencanaan produksi di atas, apabila manajemen industri ingin menetapkan sistem MRP II, dapat menggunakan salah satu strategi di atas, yang sering digunakan adalah metode compromise. Dalam perencanaan agregat ini, strategi yang dipilih harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi kerja yang ada. Beberapa alternatif lain, walaupun bukan alternatif terbaik tetapi dapat digunakan jika berdasarkan evaluasi yang ada di tempat kerja, lebih mungkin digunakan dari strategi terpilih.

III. Peralatan dan Bahan

1. Data-data produksi perusahaan
2. *Software POM for Windows*

IV. Input

- Hasil peramalan
- Kapasitas perusahaan per periode (Normal, over time, sub kontrak)
- Biaya produksi per unit (normal, OT, SC)
- Biaya Simpan per unit
- Biaya kekurangan & kelebihan persediaan
- Jumlah persediaan awal
- Jumlah persediaan akhir yang harus ada

V. Prosedur Percobaan

Secara Umum :

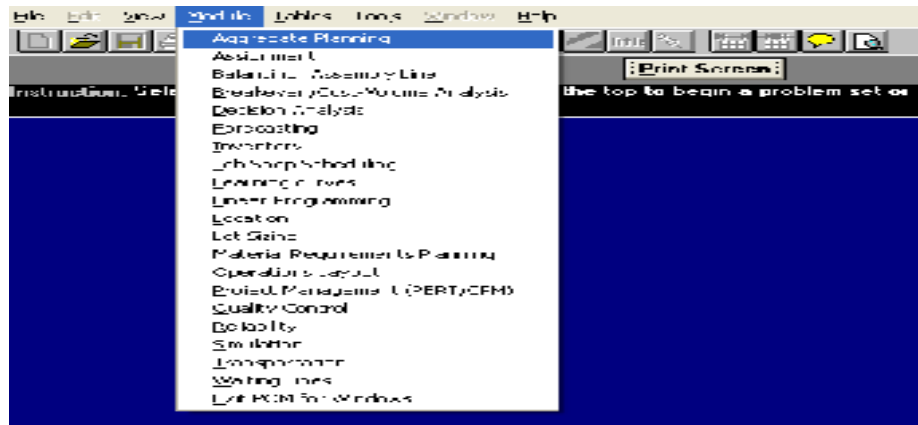
1. Memperoleh rencana produksi seperti telah dikemukakan dalam perencanaan produksi. Apabila menggunakan sistem MRP II, kita dapat

memilih salah satu dari 3 strategi perencanaan strategi, yaitu : *level method*, *chase strategy*, dan *compromise strategy*.

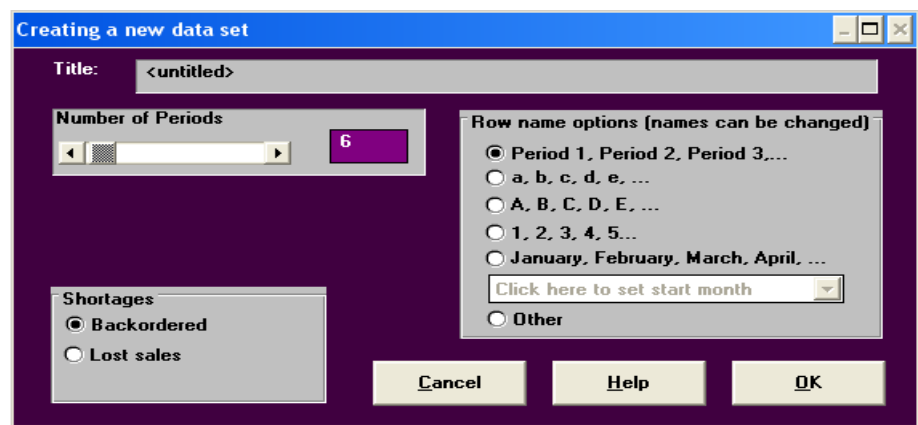
2. Melakukan analisa hasil agregasi
3. Melakukan perhitungan disagregasi menjadi jumlah produksi untuk masing-masing produk (unit item).
4. Hasil disagregasi ini akan menjadi Jadwal Induk Produksi (MPS) barang jadi, yang selanjutnya menjadi input untuk system Material Requirement Planning, sehingga dapat dikatakan bahwa MPS merupakan penjabaran rencana produksi famili produk menjadi produk individu.

Aplikasi dengan Software P.O.M :

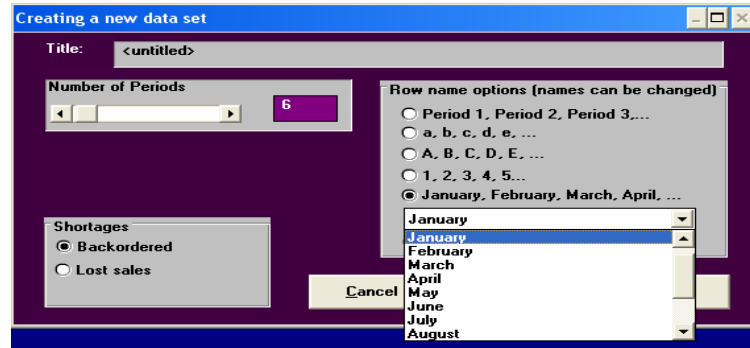
1. Buka Software POM Win
2. Klik Modul (Agregat Planning)



3. Klik File New
4. Klik Edit (Time Series Analys)



5. Klik *Title*
6. Tentukan *Number Of Past Period*
7. Pilih *Row Name Option*



8. Ok.
9. Masukan Data *Demand*

<untitled>						
Period	Demand	Regular tm Capacity	Overtime Capacity	Subcontrac Capacity	Unit costs	Value
January	275	1,200	24	150	Regular time	10,000
February	175	1,200	24	150	Overtime	18,000
March	95	1,200	24	150	Subcontracting	20,000
April	100	1,200	24	150	Holding cost	100
May	210	1,200	24	150	Shortage cost	30,000
June	177	1,200	24	150	Increase cost	0
					Decrease cost	0
					Initial Inventory	200
					Units last period	150

10. Pilih Metode

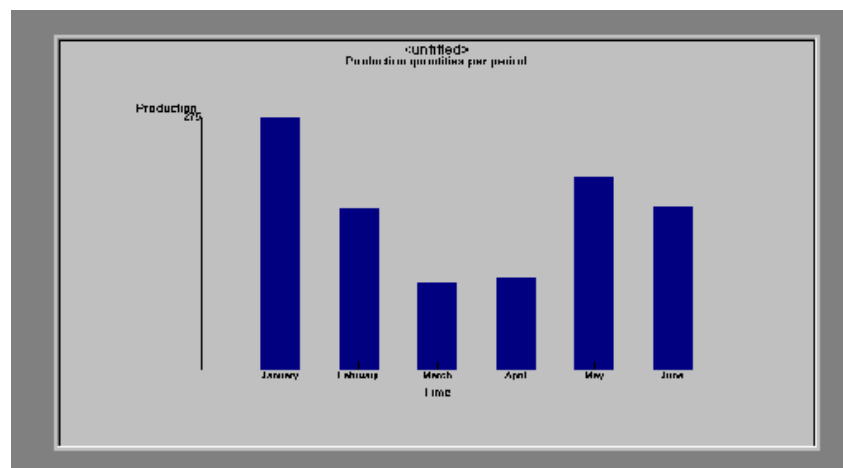
<untitled>						
Period	Demand	Regular tm Capacity	Overtime Capacity	Subcontrac Capacity	Unit costs	Value
January	275	1,200	24	150	Regular time	10,000
February	175	1,200	24	150	Overtime	18,000
March	95	1,200	24	150	Subcontracting	20,000
April	100	1,200	24	150	Holding cost	100
May	210	1,200	24	150	Shortage cost	30,000
June	177	1,200	24	150	Increase cost	0
					Decrease cost	0
					Initial Inventory	200
					Units last period	150

11. *Solve*

12. Hasil *Running*

Aggregate Planning Results							
<untitled> solution							
	Demand	Regular tm Capacity	Overtime Capacity	Subcontractin Capacity	Reg time Production	Inventory (end PD)	Units Increase
Initial Inventory						200.	
January	275.	1,200.	24.	150.	172.	97.	22.
February	175.	1,200.	24.	150.	172.	94.	0.
March	95.	1,200.	24.	150.	172.	171.	0.
April	100.	1,200.	24.	150.	172.	243.	0.
May	210.	1,200.	24.	150.	172.	205.	0.
June	177.	1,200.	24.	150.	172.	200.	0.
Total(units)	1,032.	7,200.	144.	900.	1,032.	1,010.	22.
					@\$10000	@\$100 /unit	@\$0 /unit
Subtotal Costs					10,320,000.	101,000.	0.
Total Cost	10,421,000.						

Graph



V. **Format Laporan Resmi**

BAB I Pendahuluan

BAB II Landasan Teori

BAB III Pengumpulan Dan Pengolahan Data

3.1 Data Umum Produksi

3.2 Peramalan dengan POM

BAB IV Analisis

BAB V Kesimpulan

MODUL III

MASTER PRODUCTION SCHEDULE (MPS) & ROUGH CUT CAPACITY PLANNING (RCCP)

I. Tujuan Praktikum

- Memperkenalkan proses penjadwalan produk induk (Master Scheduling) sebagai bagian integral dari system MRP II
- Mampu membuat jadwal induk produksi (Output dari Master Scheduling) yang telah disesuaikan dengan kapasitas sumber daya yang tersedia (validasi dengan Rought Cut Capacity Planning, RCCP), sebagai salah satu input utama bagi proses MRP.

II. Landasan Teori

2.1. Pendahuluan

Penjadwalan produksi Induk (Master Scheduling) dan perencanaan kebutuhan material (Material Requirement Planning/MRP) merupakan bagian dari perencanaan prioritas (output) dalam system MRP II. Master Production Scheduling menguraikan Rencana Produksi (Agregat Planning) untuk menunjukkan kuantitas produksi akhir yang akan diproduksi untuk setiap periode waktu (biasanya mingguan) sepanjang horizon perencanaan taktis. Master Scheduling menjadwalkan kuantitas spesifik dari produksi akhir (disagregasi) dalam periode waktu spesifik. Material Requirement Planning/MRP mengembangkan pesanan-pesanan yang direncanakan untuk bahan baku, komponen, dan subassemblies yang dibutuhkan untuk memenuhi Master Production Scheduled (MPS). Berdasarkan MPS yang diturunkan dari rencana produksi yang telah diuji kelayakannya melalui proses Rough Cut Capacity Planning, suatu system MRP mengidentifikasi item apa yang harus dipesan (dibuat/dibeli), berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan dan bilaman waktu memesan item tersebut.

2.2. Penjadwalan Produksi Induk (Master Scheduling)

2.2.1. Konsep Dasar Master Scheduling

Penjadwalan produksi induk pada dasarnya berkaitan dengan aktivitas melakukan empat fungsi utama :

1. Menyediakan input utama kepada sistem perencanaan kebutuhan material dan kapasitas (material and capacity requirement planning/MCRP)
2. Menjadwalkan pesanan produksi dan pembelian untuk item MPS
3. Memberikan landasan penentuan kebutuhan sumber daya dan kapasitas
4. Memberikan basis pembuatan janji penyerahan produk kepada pelanggan

Sebagai suatu aktivitas proses, Master Scheduling membutuhkan lima input utama, yaitu:

- **Data Permintaan Total**

Berkaitan dengan ramalan penjualan dan pesanan-pesanan.

- **Status Inventori**

Berkaitan informasi tentang on-hand inventory, allocated stock, released production and purchase orders, dan firm planned orders.

- **Rencana Produksi (Agregat Planning)**

Memberikan sekumpulan batasan kepada Master Scheduling. Master Scheduling harus menjumlahkannya untuk menentukan tingkat produksi, inventory, dan sumber daya lain dalam rencana.

- **Informasi dari RCCP**

Berupa kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS. Suatu MPS biasanya memiliki format atau bentuk umum sebagai berikut :

MASTER PRODUCTION SCHEDULE (MPS)						
Lot Size :		Demand Time Fence :				
Safety stock :		Planning Time Fence :				
Lead Time :	Time Periods (weeks)					
On Hand :	1	2	3	4	5	6
Sales Plan (sales forecast)						
Actual Orders						
Projected Available Balance (PAB)						
Available To Promise (ATP)						
Cumulative ATP						
MPS						

Keterangan :

- Projected Available Balance (PAB) merupakan proyeksi on – hand inventory dari waktu ke waktu selama horizon perencanaan MPS, yang menunjukkan status inventori yang diproyeksikan pada akhir dari setiap periode waktu dalam horizon perencanaan MPS. PAB juga disebut Projected On-Hand Balance. PAB dinyatakan melewati PTF sebagai informasi saja. Sementara MPS dan ATP tidak direncanakan melewati PTF (Planning Time Fence).
- Available To Promise (ATP) merupakan informasi yang sangat berguna bagi departemen pemasaran, dimana nilai ATP memberikan informasi tentang berapa banyak item atau produk tertentu yang dijadwalkan pada periode waktu itu tersedia untuk pesanan pelanggan, sehingga bagian pemasaran dapat membuat janji yang tepat kepada pelanggan.

2.2.2. Beberapa Pertimbangan dalam Desain MPS

Ketika akan mendesain MPS, perlu diperhatikan beberapa factor utama yang menentukan proses penjadwalan produksi induk. Beberapa faktor utama :

1. Lingkungan manufacturing

Lingkungan manufacturing yang umum dipertimbangkan ketika akan mendesain MPS: make-to-stock, make-to-order, dan assemble-to-order

2. Struktur produk (Product Structure) atau Bill of Materials (BOM)

Bill of Materials (BOM) didefinisikan sebagai cara komponen itu bergabung ke dalam suatu produk selama proses manufacturing dan sekaligus menunjukkan kuantitas masing komponen yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk akhir. Pada dasarnya BOM dapat dibedakan dalam tiga bentuk umum, yaitu :

- Struktur standar (synonym: tree structure, pyramid structure)

Dalam struktur ini lebih banyak subassemblies daripada produk akhir, dan lebih banyak komponen daripada subassemblies (berbentuk segitiga dengan puncak adalah produk akhir, bagian tengah adalah subassemblies dan bagian bawah atau dasar adalah komponen dan bahan baku). MPS dan FAS (Final Assembly Schedule) adalah terletak pada bagian produk akhir.

- Struktur modular (synonym: hourglass structure)

Dalam struktur ini lebih sedikit subassemblies atau modules daripada produk akhir (berbentuk dua buah segitiga dengan dua puncak yang bertemu di tengah, dengan bagian atas adalah produk akhir, bagian tengah adalah assemblies, dan bagian bawah adalah komponen dan bahan baku). MPS terletak pada bagian tengah dan FAS pada bagian atas. Produk seperti mobil dan computer memiliki struktur modular.

- Struktur inverted

Dalam struktur ini subassemblies lebih sedikit dibandingkan produk, dan komponen dan bahan baku lebih sedikit dibanding subassemblies (berbentuk segitiga terbalik, dengan bagian atas adalah produk akhir, bagian tengah adalah assemblies, dan bagian bawah adalah komponen dan bahan baku). MPS terletak pada bagian bawah dan FAS pada bagian atas. Produk – produk seperti minyak, kertas dan gelas memiliki struktur inverted.

3. Horizon perencanaan, waktu tunggu produk dan production time fence

Panjang Horizon Perencanaan

Horizon perencanaan didefinisikan sebagai periode waktu mendatang terjauh dari jadwal produksi. Biasanya ditetapkan dengan memperhatikan

waktu tunggu kumulatif ditambah waktu untuk lot-sizing komponen level rendah dan perubahan kapasitas dari pusat kerja utama.

Waktu tunggu produk

Waktu tunggu didefinisikan sebagai lama waktu menunggu sejak penempatan pesanan (memesan) sampai memperoleh pesanan itu. Pada dasarnya waktu tunggu meliputi waktu tunggu proses pesanan dan pengiriman, waktu tunggu final assembly, waktu tunggu component assembly dan waktu tunggu perolehan material dan rekayasa

Time fence

Time Fence didefinisikan sebagai suatu kebijakan atau petunjuk yang ditetapkan untuk mencatat dimana (dalam zona waktu) terdapat berbagai keterbatasan atau perubahan dalam prosedur operasi manufacturing. *Time Fence* yang paling umum dikenal adalah *demand time fence* (DTF) dan *planning time fence* (PTF), dimana DTF ditetapkan pada waktu *final assembly* sedangkan PTF ditetapkan pada waktu tunggu kumulatif.

⊗ **Demand time fence**

Didefinisikan sebagai periode mendatang dari MPS dimana dalam periode ini perubahan – perubahan terhadap MPS tidak diijinkan karena akan menimbulkan kerugian biaya yang besar akibat ketidaksesuaian jadwal

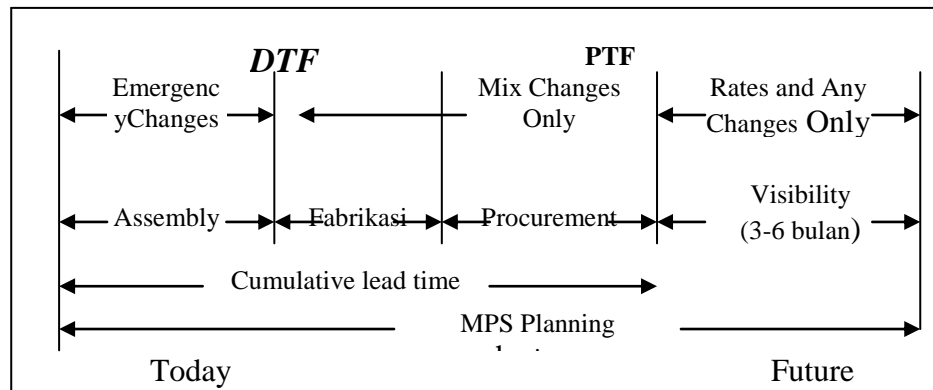
⊗ **Planning time fence**

Didefinisikan sebagai periode mendatang dari MPS dimana dalam periode ini perubahan – perubahan terhadap MPS dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya. MPS biasanya dinyatakan sebagai firm planned orders (FPO) dalam PTF.

Berdasarkan dua jenis time fence di atas, didefinisikan tiga periode manajemen waktu untuk MPS, yaitu :

1. Firm (or frozen) period, yaitu periode di dalam DTF, tidak boleh ada perubahan terhadap MPS
2. Time Fence Periode, yaitu periode di antara DTF dan PTF, penyusun MPS dapat mengubah product mix, dengan tetap memperhatikan ketersediaan material dan kapasitas.

- Free (or liquid) period, yaitu periode di luar PTF, penyusun MPS dapat secara bebas mengubah tingkat produksi untuk memenuhi perubahan yang diantisipasi data permintaan oleh bagian pemasaran.



Gambar. MPS Time Fence

- Pemilihan item – item MPS

III. Peralatan dan Bahan

- Input dari data perencanaan produksi hasil agregasi.
- Software POM for Windows*

IV. Input

- Hasil Perencanaan Agregat
- Rasio permintaan dari masing-masing jenis produk

V. Prosedur Percobaan

- Perencanaan MPS yang meliputi :
 - Memilih item dengan pemilihan level struktur dan BOM yang direpresentasikan menjadi penjadwalan item.
 - Mengorganisasikan MPS berdasarkan kelompok produk.
 - Menentukan horizon perencanaan dan satuan periode waktu.
- Pembuatan MPS
 - Mengumpulkan informasi yang diperlukan termasuk peramalan, backorder, dan inventory on hand

- Data hasil peramalan dalam unit item dikelompokkan menjadi satu unit family atau melakukan disagregasi sehingga akan dihasilkan satuan unit item.
 - Menyiapkan gambaran kasar dari MPS
 - Memeriksa kapasitas secara kasar dengan menggunakan RCCP
3. Pengendalian MPS
- Memeriksa produksi actual dan membandingkannya dengan rencana produksi
 - Menghitung projected on hand untuk menentukan apakah rencana produksi mencukupi pemenuhan order dimasa mendatang.
 - Menggunakan hasil dari aktivitas sebelumnya untuk menentukan apakah MPS atau kapasitas yang tersedia harus direvisi.

• **Metode-Metode Dalam Penyusunan MPS**

1. **Metode *Cut and Fit***

Pada metode cut and fit, digunakan prinsip proporsi. Setelah diperoleh data agregat, selanjutnya dilakukan cut and fit sehingga didapat proporsi untuk setiap item dalam satu family. Data ini kemudian akan dikonversikan sehingga dapat disusun.

2. **Metode Bitran dan Hax**

Metode bitran dan hax mengajukan Knapsack Problem Model untuk mengetahui jumlah produk yang akan diproduksi. Formulasi Knapsack problem dimodifikasi dengan mempertimbangkan perbedaan waktu produksi untuk setiap item.

ROUGH CUT CAPACITY PLANNING (RCCP)

I. Tujuan Praktikum

Tujuan dari praktikum *Rough Cut Capacity Planning* dalam rangkaian Praktikum ini adalah :

1. Membuat rencana produksi yang berkaitan dengan fleksibilitas untuk memenuhi kebutuhan konsumen
2. Untuk mengetahui secara dini masalah validasi jadwal induk produksi
3. Mengetahui peranan RCCP dalam sistem perencanaan dan pengendalian produksi secara keseluruhan

II. Landasan Teori

Rough Cut Capacity Planning berperan dalam pengembangan MPS. RCCP melakukan validasi terhadap MPS guna menetapkan sumber – sumber spesifik tertentu, khususnya yang diperkirakan akan menjadi hambatan potensial (*potential bottlenecks*), adalah cukup untuk melaksanakan MPS.

Pada dasarnya RCCP didefinisikan sebagai proses konversi dari Rencana Produksi dan atau MPS ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber daya kritis, seperti : tenaga kerja, mesin dan peralatan, kapasitas gudang, kapabilitas pemasok material dan parts, dan sumber daya keuangan.

II.1. Teknik – teknik RCCP

Ada 3 teknik RCCP yang mempunyai tujuan yang sama, namun berbeda pada data dan kompleksitas perhitungan komputer. Ketiga teknik tersebut digunakan untuk mengkonversikan MPS dari unit produk akhir yang akan diproduksi, menjadi jumlah jam yang akan dibutuhkan dengan sistem produksi tertentu.

Karena jumlah waktu yang tersedia dalam sistem produksi dapat diketahui dengan jelas, maka penggunaan RCCP memungkinkan kita untuk merencanakan ekspansi (kegiatan produksi diluar *regular time*) dengan perhitungan waktu.

Dalam beberapa kasus, RCCP mungkin dapat menyatakan bahwa sistem produksi yang ada tidak mencukupi kapasitasnya. Ada alternatif untuk mengekspansi sistem produksi tersebut berdasarkan MPS. Tetapi jika ekspansi tersebut memerlukan lebih banyak data atau uang daripada jumlah yang dapat disediakan oleh perusahaan yang bersangkutan, maka kita dapat menyimpulkan kita tidak dapat menanggung beban produksi tersebut. Sehingga MPS harus direvisi.

Ketiga teknik RCCP yang telah disinggung di atas adalah perencanaan kapasitas menggunakan *overall factors*, pendekatan *bill of labor*, dan pendekatan *resource profile*.

✚ **Capacity Planning Using Overall Factors (CPOF)**

Capacity Planning Using Overall Factors (CPOF) memerlukan tiga input data. Data – data tersebut sebagai berikut :

1. MPS, data MPS yang siap diperhitungkan untuk RCCP adalah dalam bentuk satuan waktu yang dapat dilakukan dengan mengalikan jumlah unit yang telah direncanakan dalam MPS dengan waktu menghasilkan satu unit produk.
2. Data yang menyatakan waktu total untuk menghasilkan satu tipe produk. Data ini didapatkan dengan menjumlahkan semua waktu yang diperlukan dari setiap stasiun kerja yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit produk dari masing – masing tipe.
3. Data yang terakhir adalah data perbandingan historis antar stasiun kerja. Data ini akan dipergunakan untuk menghitung kapasitas kerja pada tiap stasiun kerja tiap periode MPS.

✚ **Bill of Labor Approach (BOLA)**

Pendekatan *Bill of Labor* menggunakan data detail waktu standar untuk setiap produk. Waktu standar adalah waktu yang seharusnya digunakan oleh operator yang normal pada keadaan yang normal untuk memproduksi satu unit dari data jenis produk.

Waktu standar untuk setiap part harus dinyatakan termasuk toleransi untuk beristirahat untuk mengatasi kelelahan atau untuk faktor – faktor yang tidak dapat dihindarkan. Namun, jangka waktu penggunaan waktu standar ada batasannya. Hal ini terjadi karena proses produksi terus dikembangkan dan berubah secara kontinyu, sehingga waktu standar yang telah dipergunakan tidak representatif lagi. Oleh karena itu waktu standar harus selalu diperbaharui. Namun demikian waktu standar bukanlah satu – satunya faktor yang dapat dijadikan patokan dalam perencanaan kapasitas. Ada faktor penyesuaian yang disebut dengan efisiensi yang dapat digunakan untuk memperbaiki waktu standar yang telah kadaluwarsa (walaupun sebenarnya efisiensi tidak dimaksudkan untuk mengurangi kebutuhan akan pembaharuan waktu standar).

Resource Profile Approach

Teknik ini memerlukan data *lead time* untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu. Perhitungan yang dikerjakan dengan teknik ini memerlukan waktu lebih banyak, karena pekerjaan perhitungannya sangat rumit. RCCP serupa dengan RRP. Namun RCCP lebih terperinci daripada RRP dalam beberapa hal, seperti :

- a. RCCP didisagregasikan ke dalam level item atau sku (*stockkeeping unit*)
- b. RCCP didisagregasikan berdasar periode waktu harian atau mingguan
- c. RCCP mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi

III. Langkah – langkah pelaksanaan RCCP

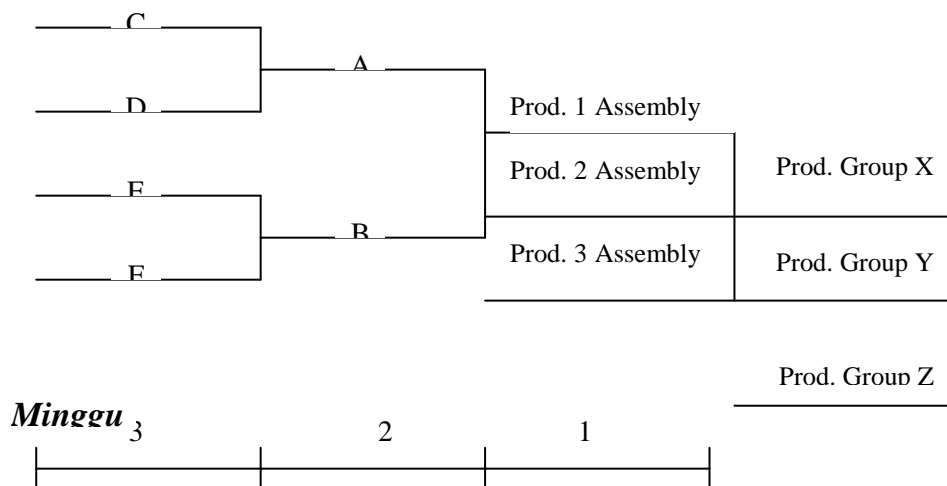
1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS

Misalkan bahwa informasi yang berkaitan dengan rencana produksi untuk satu bulan tertentu (misal dalam minggu : 20, 21, 22, dan 23) adalah : Kelompok produk X = 720 unit, kelompok Y = 240 unit, dan kelompok produk Z = 160 unit. Selanjutnya kita akan memfokuskan perhatian pada kelompok produk X. Jadwal Produksi dari kelompok produk X (Informasi dari MPS) adalah sebagai berikut :

Produk X	Minggu 20	Minggu 21	Minggu 22	Minggu 23	Total	Persentase
Produk 1	180	180			360	50%
Produk 2			180	36	216	30%
Produk 3				144	144	20%
Total	180	180	180	180	720	100%

2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu

Informasi tentang struktur produk biasanya telah ditetapkan pada perencanaan kebutuhan sumber daya (*Resources Requirement Planning* = RRP). Misalkan bahwa informasi yang berkaitan dengan struktur produk untuk *product family* beserta waktu tunggu telah ditetapkan seperti tampak pada gambar berikut :



3. Menentukan Bill of Resources

Perhitungan terhadap waktu assembly rata-rata untuk setiap produk dalam kelompok X menggunakan formula berikut :

Waktu Asembly rata-rata =

Unit produk yang diproduksi X (jam satandar Assembly/unit)

Produk X	Jam Standar/unit (jam)	Minggu 20	Minggu 21	Minggu 22	Minggu 23
Produk 1	0,342	180x0,342= 61,56	180x0,342= 61,56		
Produk 2	0,294	-	-	180x0,294 = 52,92	36x0,294= 10,58
Produk 3	-	-	-	-	144x0,21= 30,4
Total jam satandar	-	61,56	61,56	52,92	10,58+ 30,4 = 40,82

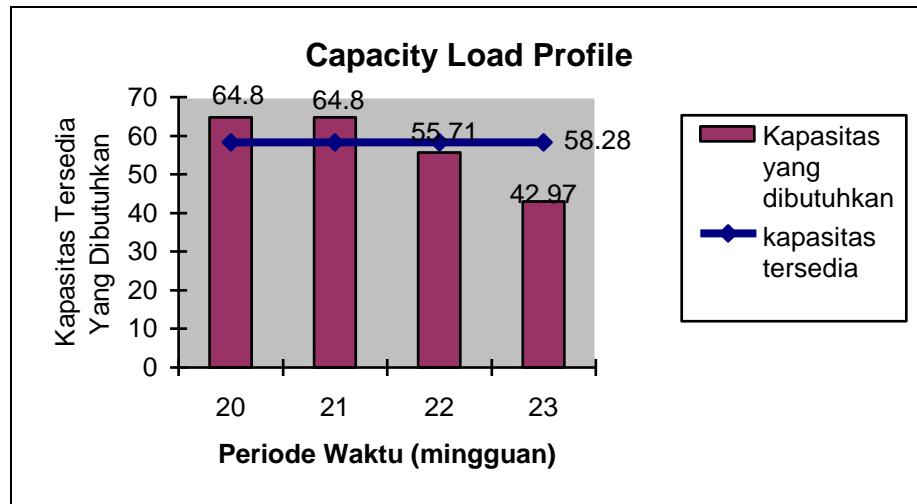
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP

Perhitungan kebutuhan sumber daya spesifik, dalam kasus di atas adalah penggunaan jam mesin, perlu mempertimbangkan kondisi actual dari perusahaan seperti : tingkat efisiensi yang ada, dan lain-lain. Contoh laporan kebutuhan kapasitas mesin berdasarkan analisis RCCP sebagai berikut :

Tabel. Laporan RCCP tentang Kebutuhan Kapasitas Mesin

	Deskripsi	Minggu 20	Minggu 21	Minggu 22	Minggu 23	Total
1	Jam standar mesin	61,56	61,56	52,92	40,82	216,86
2	Tingkat efisiensi (kondisi Aktual)	0,95	0,95	0,95	0,95	-
3	Kebutuhan Aktual = (1)/(2)	64,80	64,80	55,71	42,97	228,28
4	Kapasitas Tersedia	58,25	58,25	58,25	58,25	233,00
5	Kekurangan/Kelebihan kapasitas = (4) – (3)	-6,55	-6,55	+2,54	+15,28	+4,72

Selanjutnya hasil dari RCCP ditampilkan dalam suatu diagram yang dikenal sebagai Load Profile untuk menggambarkan kapasitas yang dibutuhkan versus kapasitas yang tersedia. Load Profile didefinisikan sebagai tampilan dari kebutuhan kapasitas di waktu mendatang berdasarkan pesanan-pesanan yang direncanakan dan dikeluarkan sepanjang suatu periode waktu tertentu. Load profile untuk kasus yang dikemukakan di atas ditunjukkan gambar berikut :



Validasi pada RCCP dikatakan layak apabila kapasitas yang dibutuhkan semuanya dapat dipenuhi oleh kapasitas tersedia.

IV. Peralatan dan Bahan

1. *Software POM for Windows*

V. Input

- Penjadualan dengan MPS
- Kebutuhan kapasitas untuk memproduksi masing-masing jenis produk
- Kapasitas yang tersedia untuk tiap periode (Jam orang)

V. Format Laporan Resmi

BAB I Pendahuluan

BAB II Landasan Teori

BAB III Pengumpulan Dan Pengolahan Data

3.1 Data Umum Produksi

3.2 Penyusunan RCCP

BAB IV Analisis

BAB V Kesimpulan

MODUL IV

LOT SIZING

I. Tujuan Praktikum :

- Mahasiswa dapat melakukan perhitungan akan pemesanan material statis dengan menggunakan metode yang ada.
- Mahasiswa dapat melakukan perhitungan akan pemesanan material dinamis dengan menggunakan metode yang ada.

II. Landasan Teori

Pada system MRP, dapat diketahui saat pemesanan material yang harus dilakukan. Namun dalam kenyataannya, saat melakukan pemesanan terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan berkaitan dengan manajemen pemesanan.

Sebagai contoh, sebuah *vendor* menetapkan bahwa pemesanan hanya dapat dilakukan per pack yang berisi 10 material, dan perusahaan membutuhkan 15 unit material, maka perusahaan harus memesan material sebanyak 2 pack. Ukuran pack yang harus dipesan disebut lot (satuan pembulatan). Contoh lain, perusahaan akan memesan material sebanyak 18 unit, akan tetapi alat transportasi hanya mampu mengangkut material sebanyak 10 unit. Maka perusahaan harus melakukan pemesanan sebanyak dua kali (2 lot). Teknik pemesanan seperti ini bertujuan untuk meminimasi biaya pemesanan dan biaya simpan dari material. Dan teknik pemesanan ini dinamakan *lot sizing*.

Dalam perhitungan *lot sizing*, tersedia berbagai teknik yang terbagi dalam dua kelompok besar, yaitu model *lot sizing* dinamis dan statis. Penggunaannya tergantung dari kondisi permintaan/pengorderan (*planned order release*). Bila permintaan bersifat konstan maka model lot sizing statis yang digunakan. Namun apabila permintaan bersifat *lumpy* maka model lot sizing dinamis yang harus digunakan. Untuk menguji apakah permintaan bersifat kontinyu ataukah lumpy, salah seorang ahli mengemukakan sebuah

aturan dengan menggunakan pengukuran variansi sebagai dasar penentuan jenis permintaan, dengan formulasi sebagai berikut :

$$V = ((n \sum D_t^2) / (\sum D_t)^2) - 1$$

Bila $V < 0,25$, maka permintaan dianggap konstan atau kontinyu. Model *Lot Sizing* statis (EOQ, FOQ dan FOI) dengan permintaan rata-rata (D) sebagai pendekatan terhadap permintaan, lebih tepat dipergunakan. Sedang bila $V > 0,25$ maka permintaan dianggap lumpy, dan model *Lot Sizing* dinamis lebih tepat dipergunakan.

- **Model *Lot sizing* Statis**

Dalam penggunaan model *lot sizing* statis, permintaan dianggap konstan atau kontinyu dengan permintaan rata-rata (D) sebagai pendekatan terhadap permintaan. Pada kondisi seperti ini, maka teknik penentuan ukuran lot dapat dilakukan dengan teknik penentuan ukuran untuk persediaan seperti :

- *Economic Order Quantity (EOQ)*

Kuantiti pesan optimal $Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$

dimana : D = total permintaan

S = Biaya setup

H = biaya simpan /unit

- *Fixed Order Quantity (FOQ)*

- *Fixed Order Interval (FOI)*

- **Model *Lot Sizing* Dinamis**

- A. *Simple Rules*

- 1. *Fixed Period Demand*

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sekaligus untuk beberapa periode mendatang. Jumlah pemesanan tergantung pada kebijakan perusahaan.

- 2. *Period Order Quantity (POQ)*

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sekaligus untuk beberapa periode mendatang. Jumlah pemesanan dihitung dengan formula : $m = EOQ / (\text{rata-rata jumlah pesanan})$

3. Lot for Lot

Teknik pemesanan yang dilakukan dengan melakukan pemesanan sesuai dengan jumlah permintaannya.

B. Metode Heuristik

1. Silver Meal (SM)

Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk meminimalkan rata-rata biaya tiap periode. Parameter yang digunakan adalah :

- D_m = Permintaan pada periode ke- m
- $K(m)$ = Rata-rata biaya tiap periode bila melakukan order untuk m periode sekaligus.
- A = Biaya Order
- h = Biaya simpan tiap unit / periode
- Demand = D_1, D_2, \dots, D_m
- $K_{(1)}$ = A
- $K_{(2)}$ = $\frac{1}{2}(A+h.D_2)$
- $K_{(3)}$ = $\frac{1}{3}(A+h.D_2+2h.D_3)$
-
- $K_{(m)}$ = $\frac{1}{m}(A+ h.D_2+2h.D_3+ \dots+(m-1).h.D_m)$

Dengan *Stopping Rules* :

Jika menambah periode akan mengakibatkan bertambahnya biaya rata-rata tiap periode, maka hentikan iterasi. Syarat :

- $K_{m+1} \leq K_m$ maka Teruskan iterasi
- $K_{m+1} > K_m$ maka Hentikan iterasi

2. Least Unit Cost (LUC)

Bertujuan meminimalkan biaya rata-rata tiap unit. Dengan parameter :

- D_m = Permintaan pada periode ke- m
- $K(m)$ = Rata-rata biaya tiap periode bila melakukan order untuk m periode sekaligus.
- A = Biaya Order
- h = Biaya simpan tiap unit / periode

- Demand = D1,D2,.....,Dm
- $K_{(1)} = A / D1$
- $K_{(2)} = (A+h.D2) / (D1+D2)$
- $K_{(3)} = (A+h.D2+2h.D3) / (D1+D2+D3)$
-
- $K_{(m)} = (A+h.D2+2h.D3+.....+(m-1).h.Dm) / (D1+D2+D3+...+Dm)$

Dengan *Stopping Rules* :

Jika bertambah periode akan mengakibatkan bertambahnya biaya rata-rata tiap unit maka hentikan iterasi. Syarat :

- $K_{m+1} \leq K_m$ maka Teruskan iterasi
- $K_{m+1} > K_m$ maka Hentikan iterasi

3. *Part Period Balancing (PPB)*

Bertujuan untuk meminimalkan jumlah total biaya variable dari semua lot yang disimpan.

Part period= Jumlah total periode penyimpanan tiap unit barang disimpan.

PP = Σ periode penyimpanan x Σ unit yang disimpan.

PPm = Part period untuk m periode

h = Biaya simpan tiap unit / periode

Dm = Permintaan pada periode ke-m

Demand = D1,D2,D3,.....,Dm

$$PP_1 = 0$$

$$PP_2 = D_2$$

$$PP_3 = D_2 + 2.D_3$$

$$PP_4 = D_2 + 2.D_3 + 3.D_4$$

.....

$$PP_m = D_2 + 2.D_3 + 3.D_4 ++(m-1)D_m$$

$$\text{Lot Size} = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 ++ D_m$$

Pemilihan m

$$A \approx h \cdot PP_m$$

$$PP_m \approx A / h$$

$$A / h \approx PPF \text{ (Part Period Factor)}$$

Stopping Rules

Jika menambah periode akan mengakibatkan bertambahnya PP_m hingga melampaui PPF maka hentikan iterasi.

$$PP_m \leq PPF \quad \text{Teruskan Iterasi}$$

$$PP_m > PPF \quad \text{Hentikan Iterasi.}$$

4. *Wagner Within Algorithm (WW)*

Bertujuan untuk mencari alternative yang paling optimal diantara seluruh alternative yang ada.

$K_{t,l}$ = Total biaya bila semua permintaan dari periode t hingga, di order sekaligus dan dilakukan order pada periode ke-t.

$K_{t,l}^*$ = Biaya optimal hingga periode ke- l

K_{t-1}^* = Biaya optimal hingga period eke t-1

Rumus :

$$K_{t,l} = A + h \cdot (\sum_{j=t}^{t+l} D_j)$$

$$j = t+1$$

$$t = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$l = t+1, t+2, t+3, \dots, n$$

$$K_{t,l}^* = \min_{l=1,2,3,\dots,n} \{ K_{t-1}^* + K_{t,l} \}$$

$$K_{t,0}^* = 0$$

III. Peralatan dan Bahan

1. Data-data produksi perusahaan
2. *Software POM for Windows*

IV. Input

- Komponen dari produk yang akan dibeli
- Rata-rata permintaan tahunan masing-masing komponen produk tersebut (berdasarkan permintaan produk yang diperoleh dari disagregasi dari peramalan)
- Biaya simpan dan biaya pesan masing-masing komponen produk.

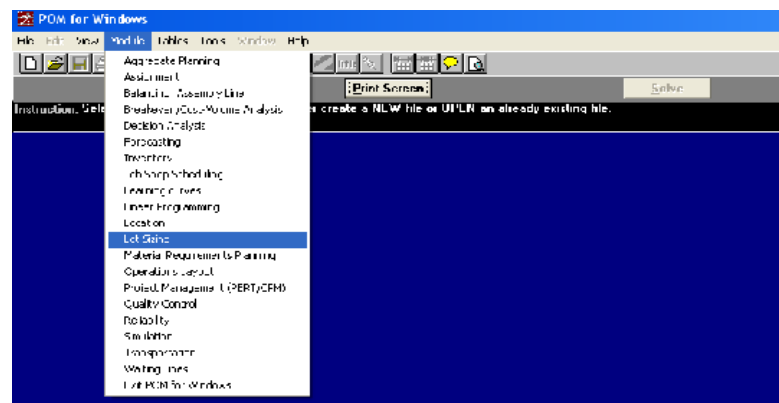
V. Prosedur Percobaan

Secara Umum :

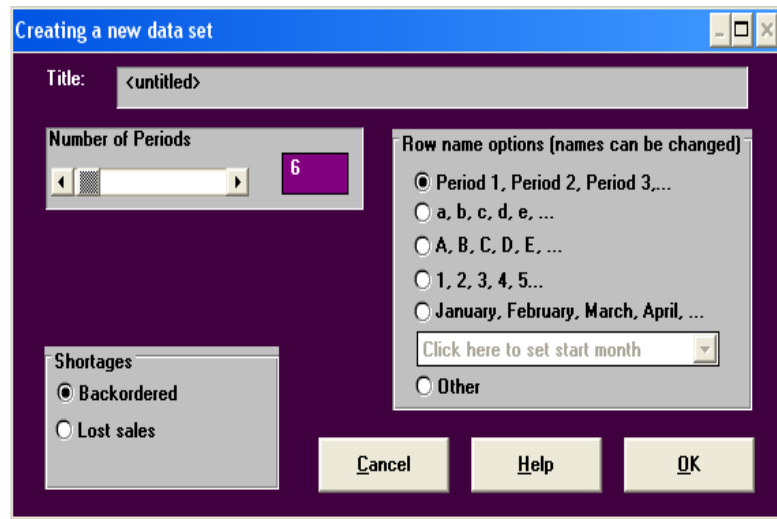
1. Memperoleh rencana produksi seperti telah dikemukakan dalam perencanaan produksi. Apabila menggunakan sistem MRP II, kita dapat memilih salah satu dari 3 strategi perencanaan strategi, yaitu : *level method*, *chase strategy*, dan *compromise strategy*.
2. Melakukan analisa hasil agregasi
3. Melakukan perhitungan disagregasi menjadi jumlah produksi untuk masing-masing produk (unit item).
4. Hasil disagregasi ini akan menjadi Jadwal Induk Produksi (MPS) barang jadi, yang selanjutnya menjadi input untuk *System Material Requirement Planning*, sehingga dapat dikatakan bahwa MPS merupakan penjabaran rencana produksi famili produk menjadi produk individu.

Aplikasi dengan Software P.O.M :

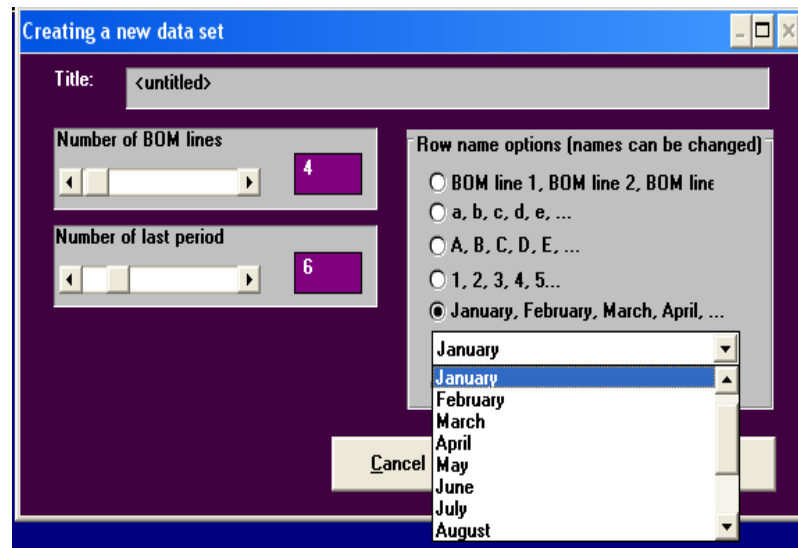
1. Buka Software POM Win
2. Klik Modul (*Lot Sizing*)



3. Klik File New
4. Klik Edit (*Time Series Analysis*)



5. Klik *Title*
6. Tentukan *Number Of Past Period*
7. Pilih *Row Name Option*



8. Ok.
9. Masukkan Data *Demand*

<untitled>					
PERIOD	DEMAND	PRODUCE			
January	275	175		Holding Cost	100
February	175	175		Setup Cost	2000
March	95	95		Initial Inventory	0
April	100	100		Lead time	0
May	210	210			
June	177	177			

10. Pilih Metode

Method					
Wagner - Whitin					
Wagner - Whitin	<untitled>				
Lot for lot	DEMAND	PRODUCE			
Economic Order Quantity				Holding Cost	100
Period Order Quantity				Setup Cost	2000
Part Period Balancing				Initial Inventory	0
User defined				Lead time	0
February	275	175			
March	95	95			
April	100	100			
May	210	210			
June	177	177			

11. Solve

12. Hasil Running

Lot Sizing Results					
<untitled> solution					
PERIOD	DEMAND	PRODUCE	Inventory	Holding Cost \$100.00	Setup Cost \$2000.00
Initial Inventory			0.		
January	275.	275.	0.		2,000.
February	175.	175.	0.		2,000.
March	95.	95.	0.		2,000.
April	100.	100.	0.		2,000.
May	210.	210.	0.		2,000.
June	177.	177.	0.		2,000.
Totals	1,032.	1,032.	0.	0.	12,000.
Average demand	172.				
Total cost =	12,000.				

V. Format Laporan Resmi

BAB I Pendahuluan

BAB II Landasan Teori

BAB III Pengumpulan Dan Pengolahan Data

3.1 Data Umum Produksi

3.2 Lot Sizing dengan POM

BAB IV Analisa

BAB V Kesimpulan

MODUL V

MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)

I. Tujuan Praktikum

1. Memperkenalkan sistem MRP sebagai metode perencanaan dan pengendalian pesanan dan persediaan item *dependent demand*.
2. Memberikan pemahaman mengenai prosedur penyusunan MRP
3. Melatih praktikan untuk melakukan perencanaan kebutuhan material sebagai bagian dari sistem MRP II berdasarkan studi kasus yang tersedia.

II. Landasan Teori

Material Requirement Planning adalah prosedur logis, aturan keputusan dan teknik pencatatan terkomputerisasi yang dirancang untuk menterjemahkan Jadwal Induk Produksi (*Master Production Schedule/MPS*) menjadi kebutuhan bersih (*Net Requirement*) untuk semua item. Sistem MRP dikembangkan untuk membantu perusahaan manufaktur merencanakan dan mengendalikan pesanan (produksi atau pembelian) dan persediaan untuk item-item *dependent demand*, dimana permintaan cenderung *discontinuous* dan *lumpy* (tidak halus/tidak rata). Item-item yang termasuk dalam *dependent demand* adalah bahan baku (*raw material*), *parts*, *subassemblies* dan *assemblies*, yang kesemuanya disebut *manufacturing inventories*.

- **Tujuan *Material Requirement Planning***

Secara umum MRP dimaksudkan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

- a. Meminimalkan Persediaan

MRP menentukan berapa banyak dan kapan suatu komponen diperlukan, disesuaikan dengan MPS. Dengan menggunakan metode ini maka pengadaan komponen-komponen yang diperlukan untuk suatu rencana produksi dapat dilakukan sebatas yang diperlukan saja sehingga dapat meminimalkan biaya persediaan.

- b. Mengurangi resiko karena keterlambatan produksi atau pengiriman
MRP mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah maupun waktunya dengan memperhatikan tenggang waktu (*lead time*) produksi maupun pengadaan/pembelian komponen, sehingga dapat memperkecil resiko tidak tersedianya bahan yang akan diproses, yang dapat mengakibatkan terganggunya rencana produksi.
- c. Komitmen yang realistis
Dengan MRP, jadwal produksi diharapkan dapat dipenuhi sesuai dengan rencana sehingga komitmen terhadap pengiriman barang dapat dilakukan secara lebih realistis. Hal ini dapat mendorong meningkatnya kepuasan dan kepercayaan pelanggan.
- d. Meningkatkan efisiensi
Hal ini dikarenakan jumlah persediaan, waktu produksi dan waktu pengiriman barang dapat direncanakan lebih baik sesuai dengan MPS.

1. Prasyarat Dan Asumsi pada MRP

Sebelum memanfaatkan teknik MRP perlu diperhatikan beberapa prasyarat dan asumsi yang mendasari sistem MRP agar dapat diterapkan secara efektif (memberikan hasil optimal). Syarat pendahuluan yang harus diperhatikan tersebut yaitu :

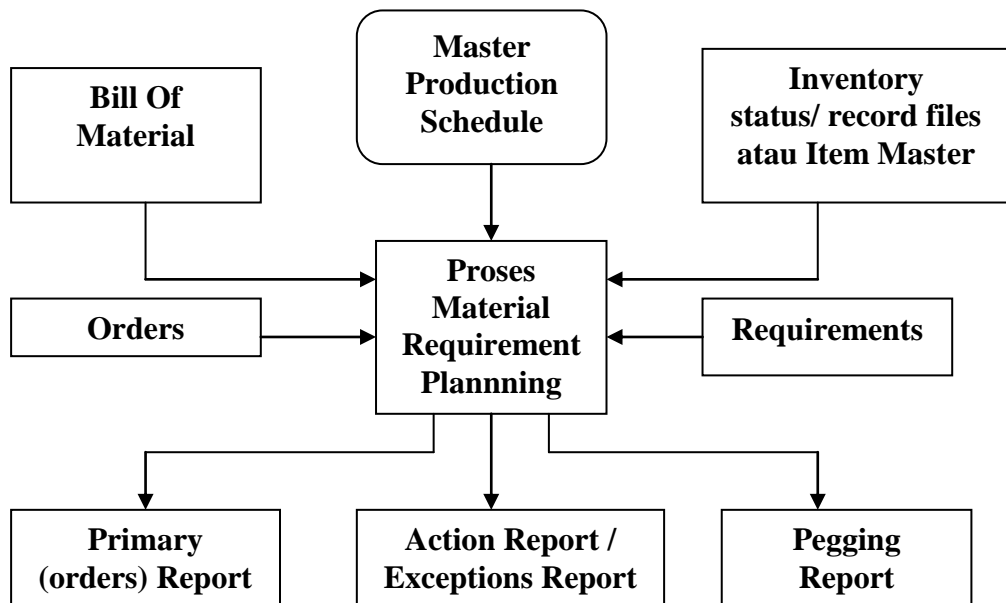
- a. Tersedianya MPS yang berisi informasi tentang jumlah pesanan dan waktu penyediaan
- b. Adanya identifikasi khusus bagi setiap item persediaan.
- c. Tersedianya struktur produk (*Bill of Material /BOM*)
- d. Tersedianya catatan tentang inventory untuk setiap item yang menyatakan keadaan persediaan sekarang dan yang akan datang/direncanakan

Sedangkan asumsi yang diperlukan sebagai prakondisi berlakunya sistem MRP adalah :

- a. Adanya data *file* yang terintegrasi dengan melibatkan data status persediaan dan data tentang struktur produk..

- b. *Lead time* untuk semua item diketahui, paling tidak diperkirakan.
 - c. Setiap item persediaan selalu ada dalam pengendalian.
 - d. Semua komponen untuk suatu perakitan dapat disediakan pada saat suatu pesanan untuk perakitan dilakukan.
 - e. Pengadaan dan pemakaian komponen bersifat diskrit.
 - f. Proses pembuatan antar *item* bersifat *independent*.
2. Struktur Sistem MRP

Sebagai sebuah sistem, MRP terdiri dari input, proses dan output. Struktur sistem MRP dapat digambarkan sebagai berikut :



Gb. Struktur Sistem MRP

- **Input MPR**

- a. **Master Production Schedule (MPS)**

Merupakan suatu pernyataan definitif tentang produk akhir (termasuk parts pengganti dan suku cadang) apa yang direncanakan untuk diproduksi, berapa kuantitas yang dibutuhkan, pada waktu kapan dibutuhkan dan bilamana produk itu akan diproduksi. MPS mendisagregasikan dan mengimplementasikan rencana produksi (*Aggregat Planning*) dan biasanya dinyatakan dalam konfigurasi spesifik dengan nomor-nomor item yang ada dalam *Item Master* dan BOM.

Pada perencanaan produksi dan pengendalian persediaan (*Production Planning and Inventory Control*) berdasarkan pendekatan MRP II, MPS yang menjadi input bagi proses MRP ini, merupakan output dari proses penjadualan produksi induk (*Master Scheduling*) yang sudah diuji kelayakannya berdasarkan kapasitas sumberdaya yang tersedia (melalui proses RCCP = Rought Cut Capacity Planning).

b. Bill Of Material (BOM)

Merupakan daftar dari semua *material, parts*, dan *subassemblies*, serta kuantitas dari msing-masing yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk atau *parent assembly*. BOM juga menggambarkan cara komponen-komponen bergabung ke dalam suatu produk selama proses manufaktur. MRP menggunakan BOM sebagai basis untuk perhitungan banyaknya setiap material yang dibutuhkan untuk setiap periode waktu.

c. Inventory status/ record files atau Item Master

Merupakan suatu *file* yang berisi informasi status tentang material, *parts, subassemblies*, dan produk-produk yang menunjukkan kuantitas on-hand, kuantitas yang dialokasikan (*allocated quantity*), waktu tunggu yang direncanakan (*planned lead times*) ukuran lot (*lot size*), stok pengaman , kriteria *lot sizing*, toleransi untuk *scrap* atau hasil, dan berbagai informasi penting lainnya yang berkaitan dengan suatu item.

Contoh format *inventory record files*:

Item Master Data Segment	Part No.	Descrip	Lead time		Std.cost		Safety Stock		
	Order Q'tity	Set up	Cycle	Last year's usage			Class		
	Scrap Allowence	Cutting Data		Pointers			Etc		
Inventory Status Segment	Allocated	Control Balance	Periods						Totals
			1	2	3	4	5	6	
	Gross Requirement								
	Scheduled receipt								
	On Hand								
	Planned Order release								
Subsidiary Data Segment	Order Details								
	Pending Action								
	Counters								
	Keeping Track								

d. Orders (Pesanan-pesanan)

Memberitahukan tentang berapa banyak dari setiap item yang akan diperoleh sehingga akan meningkatkan *stock on hand* di masa mendatang. Pada dasarnya terdapat dua jenis pesanan, yaitu : *shop orders of work orders or manufacturing orders* (diproduksi di dalam pabrik) dan *purchase orders* (pembelian dari pemasok eksternal).

Untuk kedua jenis pesanan tersebut, kita dapat mengkategorikan pesanan yang datang dalam bentuk yang berbeda, yang umum digunakan dalam MRP yaitu : *released orders or scheduled receipt or open orders*, merupakan pesanan yang secara resmi telah dikeluarkan apakah ke pabrik atau ke pemasok *eksternal*, dan *planned orders or planned receipt*, merupakan pesanan yang masih berada dalam komputer dan belum dikeluarkan secara resmi (pesanan masih berupa rencana yang belum dikeluarkan)

e. Requirements (Kebutuhan-kebutuhan)

Memberitahukan tentang berapa banyak dari masing-masing item itu dibutuhkan sehingga akan mengurangi *stock on hand* di masa mendatang. Pada dasarnya terdapat dua jenis kebutuhan, yaitu : kebutuhan internal yang biasanya digunakan dalam pabrik untuk membuat produk lain, dan kebutuhan eksternal yang akan dikirim ke luar pabrik, berupa : pesanan pelanggan (*customer orders*), *service parts* dan *sales forecasts*.

- **Output MRP**

- a. **MRP Primary (Orders) Report**

Laporan utama MRP biasanya menggunakan salah satu format horisontal dengan waktu dalam *buckets* (paket), biasanya dalam periode mingguan, atau format vertikal dengan waktu dalam tanggal (*bucketless format*). Laporan utama MRP menyajikan informasi *Gross Requirement*, *Schedule receipt*, *Projected on-hand*, *Projected available*, *Net requirement*, *Planned order receipt*, dan *Planned order release*.

b. MRP Action Report / MRP Exception Report

MRP Action report memberikan informasi kepada planner tentang item-item yang perlu mendapat perhatian segera, dan merekomendasikan tindakan-tindakan yang perlu diambil. Pada dasarnya MRP action report berisi beberapa informasi yang berkaitan dengan :

- Pengeluaran suatu pesanan (*Release an order*)
- Pengeluaran pesanan dengan waktu tunggu yang tidak cukup
- Pembatalan suatu pesanan (*cancel an open order*)
- *Rescheduling in (expedite)* dan *rescheduling out (de-expedite)*
- *Review order past due*

Contoh MRP Action (Exception) Report

MRP ACTION REPORT						
Planner : A B I H September 2001				Run Date : 15		
Item	Description	Action	Order	Quantity	Date From	Date to
B21	Mountain Bike	Release/Expedite Release	P2469	200	7/15	8/8
			P2475	200	7/15	
B23	Mountain Bike Special	Reschedule	W3321	100	7/31	8/22
S445	Spokes	Expedite	S8293	1000	8/15	8/28
S446	Seat-Vinyl	Cancel	S7321	50	8/12	

c. MRP Pegging Report

Pegging adalah suatu proses penelusuran melalui catatan MRP dan BOM untuk mengidentifikasi pengaruh perubahan kebutuhan suatu komponen terhadap komponen yang lain. *Pegging report* memudahkan perencana untuk menelusuri sumber dari kebutuhan kotor untuk suatu item/komponen. Terdapat dua jenis *pegging reports*, yaitu :

- a) *Single-Level Pegging Report*, berisi laporan terperinci mencakup proses secara keseluruhan mengikuti BOM. Sumber-sumber kebutuhan dari semua item yang ada dalam BOM ditampilkan dalam *Single-Level Pegging Report*.

- b) *Full Pegging Report*, menunjukkan kebutuhan sepenuhnya sampai MPS *end item* atau mungkin sampai *customer orders*.

Contoh *Pegging Report* :

Komponen 4

Periode	Kuantitas	Sumber
1	150	<i>Assembly C</i>
2	75	<i>Assembly L</i>
3	200	<i>Assembly A</i>
4	50	<i>Assembly A</i>

3. Format Tampilan MRP dan Terminologi

Pada dasarnya terdapat dua macam format tampilan MRP *Primary (Order Report)*, yaitu format tampilan horizontal (*bucketed system*) dan format tampilan vertikal (*bucketless system*).

Terminologi

Berikut ini akan dijelaskan istilah-istilah yang terdapat dalam tampilan MRP secara singkat :

- ***Lead Time***, merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak MRP menyarankan suatu pesanan sampai item yang dipesan itu siap digunakan.
- ***On Hand***, merupakan inventori on-hand yang menunjukkan kuantitas dari item yang secara fisik ada dalam *stock room*.
- ***Lot Size***, merupakan kuantitas pesanan (*order quantity*) dari item yang memberitahukan MRP berapa banyak kuantitas harus dipesan serta teknik lot-sizing apa yang digunakan.
- ***Safety Stock***, merupakan stock pengaman yang ditetapkan perencana untuk mengatasi fluktuasi dalam permintaan dan atau penawaran.
- ***Allocation***, merupakan kuantitas *on-hand* yang dialokasikan untuk penggunaan spesifik
- ***Scrap Factor***, merupakan faktor persentase dalam struktur produk yang digunakan dalam perhitungan MRP untuk mengantisipasi kehilangan material dalam proses manufaktur.

- **Low Level Code**, merupakan tingkatan dalam struktur produk (BOM).
- **Planning Horizon**, merupakan banyaknya waktu perencanaan ke depan. Dalam praktek *planning horizon* harus ditetapkan paling sedikit sepanjang *lead time* kumulatif dari sekumpulan item yang terlibat dalam proses manufaktur.
- **Gross Requirement**, merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk *anticipated requirements*, untuk setiap periode waktu. *Gross Requirement* bisa mencakup independent dan dependent demand.
- **Projected On-Hand**, merupakan *projected available balance* (PAB) dan tidak termasuk *planned orders*.

$$\text{Projected On-Hand} = \text{On-Hand pada awal periode} + \text{Scheduled Receipts} - \text{Gross requirements}$$
- **Projected Available**, merupakan kuantitas yang diharapkan ada dalam inventori pada akhir periode, dan tersedia untuk penggunaan dalam periode selanjutnya.

$$\text{Projected Available} = \text{On-Hand awal periode (atau Projected Available periode sebelumnya)} + \text{Scheduled Receipts periode sekarang} + \text{Planned Order Receipts periode sekarang} - \text{Gross Requirement periode sekarang}$$
- **Net Requirements**, merupakan kekurangan material yang diproyeksikan untuk periode ini, sehingga perlu diambil tindakan ke dalam perhitungan *Planned Order Receipts* agar menutupi kekurangan material pada periode itu.
- **Planned Orders Receipts**, merupakan kuantitas pesanan pengisian kembali (*Purchase order and/or manufacturing orders*) yang telah direncanakan oleh MRP untuk diterima pada periode tertentu guna memenuhi *net requirement* (kebutuhan bersih).

- **Planned Orders Releases**, merupakan kuantitas *planned orders* yang ditempatkan atau dikeluarkan dalam periode tertentu, agar item yang dipesan itu akan tersedia pada saat dibutuhkan.

4. Proses Perhitungan MRP

Proses MRP merupakan suatu kombinasi dari empat proses logic yang sangat sederhana, yaitu:

a. *Netting*

Merupakan proses perhitungan *net requirement* yang besarnya dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Net Requirements} = \text{Gross Requirement} + \text{Allocations} + \text{Safety Stock} - \text{Scheduled Receipts} - \text{Projected Available}$$
 pada akhir periode lalu.

Net Requirements akan ditunjukkan sebagai nilai positif yang sesuai dengan pertambahan negatif dari *projected on-hand* dalam periode yang sama. Apabila *lot sizing* dipakai, *net requirements* adalah prediksi kekurangan material, sehingga perlu dimasukkan dalam perhitungan *planned order receipts*, dan tidak hanya menghitung kenaikan dalam nilai negatif yang ditunjukkan dalam baris *projected on-hand*

b. *Lotting*

Merupakan proses untuk menentukan besarnya pesanan setiap item yang “optimal” berdasarkan kebutuhan bersih (*net requirement*) yang dihasilkan dari proses *netting*. Terdapat banyak alternatif untuk menghitung untuk menghitung *lot* pada modul berikutnya akan dibahas secara rinci.

Beberapa catatan :

- Apabila *lot size* tidak ditentukan, *planned order receipts* untuk satu periode akan identik dengan *net requirements* yang ditunjukkan pada periode yang sama. Dalam hal ini berarti kita menggunakan teknik *lot-for-lot*

- Apabila menggunakan *fixed quantity lot size*, dan bila ada *net requirements*, maka banyaknya kuantitas *planned order receipts* akan mengambil salah satu nilai, yaitu *standard lot size* atau *net requirements* aktual, tergantung mana yang lebih besar.
- Apabila menggunakan suatu *fixed multiple quantity lot size*, *planned order receipts* seharusnya menjadi sebesar *standart lot size* atau kelipatan dari besaran *standard lot size* agar cukup memenuhi *net requirements*.

c. Offsetting

Merupakan proses yang bertujuan untuk menentukan saat yang tepat untuk melakukan rencana pemesanan dalam rangka memenuhi kebutuhan bersih.

$$\mathbf{PORL_T = POR_{T-L}}$$

Dimana,

$PORL_T$ = *Planned Order Releases* (rencana pemesanan) pada periode T

POR_{T-L} = *Planned Order Receipts* (pesanan yang diterima) pada periode T

d. Explosion/Exploding

Merupakan proses perhitungan kebutuhan kotor untuk item *level* yang lebih bawah yang didasarkan atas *planned order releases*.

Data BOM sangat memegang peranan, karena atas dasar BOM inilah proses *explosion* akan berjalan.

5. Time-Phased Allocation

Time-phased allocation diperlukan jika kita ingin mengalokasikan kuantitas *on-hand (allocated stock)* selama periode yang lebih jauh dari planning horizon. Dalam *time-phased allocation*, proses *balancing* (yaitu proses perhitungan dalam MRP) akan mengurangi *allocated quantity* dari kuantitas yang tersedia pada awal periode yang sesuai (periode dimana alokasi *stock* diperlukan), bukan

allocated quantity dikurangkan dari *beginning inventory* saja. Sebagai akibatnya, *allocated quantity* akan menjadi tambahan kebutuhan yang harus diperhitungkan.

MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)						
<i>Part Number</i> :			<i>Beginning On-Hand</i> :			
<i>Lot Size</i> :			<i>Low Level Code</i> :			
<i>Lead Time</i> :			<i>Safety Stock</i> :			
	Time Periods (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Gross Requirement</i>						
<i>Schedule Receipts</i>						
<i>Allocations</i>						
<i>Projected On-Hand</i>						
<i>Projected Available</i>						
<i>Net Requirements</i>						
<i>Planned Order Receipt</i>						
<i>Planned Order Releases</i>						

Time-Phased allocation dalam proses MRP

6. Faktor *Scrap* dan *Yield* dalam Proses MRP

Scrap factor (synonym : *scrap rate*) merupakan factor persentase dalam struktur produk yang digunakan dalam perhitungan MRP untuk mengantisipasi kehilangan material dalam proses manufacturing.

Perhitungan MRP dengan memasukkan faktor *scrap* atau *yield* diterapkan pada *planned order releases*, bukan pada *gross requirements*, sebab *scrap* memperkirakan kehilangan material selama proses manufacturing (*planned order*), dan bukan kehilangan material dalam *stock-room*.

Planned order release qty = planned order receipt qty / yield, Yield = 1 – scrap rate.

Terdapat dua metode yang digunakan untuk menangani *scrap* dan *yield* dalam proses MRP, yaitu :

Metode pertama, memasukkan factor penyesuaian (*scrap factor or yield*) sebagai bagian dari data BOM dan menerapkannya terhadap perhitungan kuantitas penggunaan selama *explosion process*, yang berakibat menyesuaikan *gross requirements* ke atas guna

mengantisipasi kehilangan material dalam proses manufacturing. Keuntungan metode ini adalah factor penyesuaian (*scrap rate*) yang berbeda dari setiap part dapat ditetapkan pada part yang sesuai.

Metode kedua, memasukkan factor *scrap* dan *yield* ke dalam data status inventori. Dalam kasus ini, persentase *scrap* atau *yield* akan diterapkan ketika melakukan *balancing* process melalui penerapan dalam perhitungan *planned order release quantity*.

III. Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan untuk praktikum ini adalah dengan menggunakan *Software POM for Windows*.

IV. Input

- MPS
- Bill Of Material
- Inventory Status
- Lot size masing-masing komponen

IV. Prosedur Praktikum

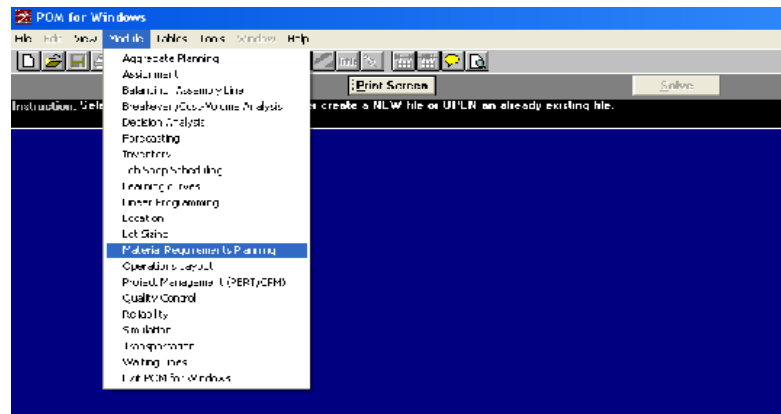
Secara Umum :

1. Identifikassi kebutuhan data dan analisa awal dari data yang tersedia.
(Studi Kasus)
2. Pembuatan Jadwal induk Produksi (*Master Production Schedule*) yang layak, artinya yang telah disesuaikan dengan sesuai dengan RCCP, melalui langkah-langkah berikut :
 - a. Masuklah ke Microsoft Excel
 - b. Buka file RCCP.xls
 - c. Isikan data –data berikut :
 - MPS Sementara
 - Jam standar/unit produk
 - Tingkat efisiensi

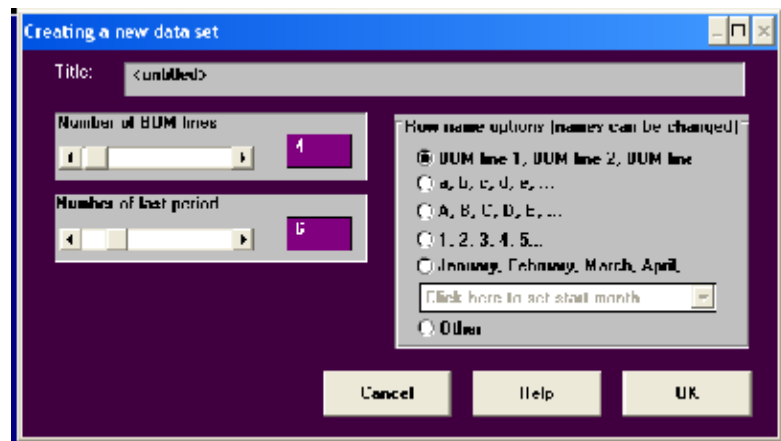
- Kapasitas jam mesin yang tersedia
- d. Analisa laporan RCCP (lihat juga grafik Load Profile) dan ambil kebijakan atas hasil laporan RCCP
- e. Tetapkan MPS yang layak
- f. Buat MPS dalam format laporan MPS sebagai informasi untuk departemen pemasaran, dengan membuka file Maser Scheduling (MS.xls). Isikan data-data yang dibutuhkan .
- g. Masukkan MPS yang layak sebagai inputMRP

Aplikasi dengan Software P.O.M :

1. Buka Software POM Win
2. Klik Modul (MRP)

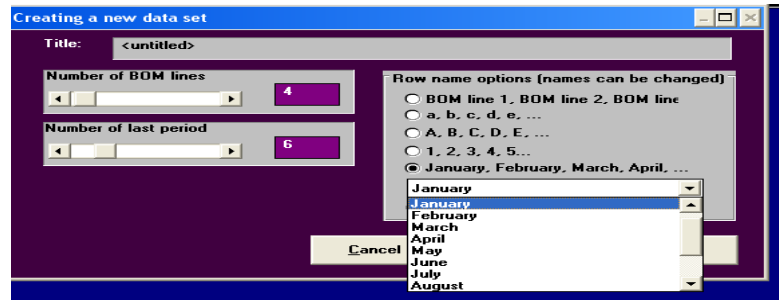


3. Klik File New
4. Klik Edit (Time Series Analysis)



5. Klik Title
6. Tentukan Number Of Past Period

7. Pilih Row Name Option



8. Ok.

9. Masukkan Data Demand

Instruction: Enter the demand (if level 0 item) or scheduled receipts (if level>0). This must be a non negative integer.

Item name	Level	Lead time	# per parent	Onhand inv	Lot size	Minimum Quantity	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6
January	0	3	1	10	0	56	56	179	156	121	231	115
February	1	5	4	10	0	224	224	716	624	484	924	460
March	1	6	1	10	0	56	56	179	156	121	231	115
April	2	5	1	10	0	56	56	179	156	121	231	115

10. Solve

11. Hasil Running

Material Requirements Planning Results							
Item name (low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6
January (0)							
TOT.REQ.		56.	179.	156.	121.	231.	115.
ON HAND	10	10	10				
SchdREC.							
NET REQ		46	169	156	121	231	115
PlanREC		56	169	156	121	231	115
ORD REC	156	121	231	115			
February (1)							
TOT REQ		484	924	460			
ON HAND	10	10	16	16	180	664	1,588
SchdREC.		224	716	624	484	924	460
NET REQ		240	208				
PlanREC.		250	224				
ORD REL.							
March (1)							
TOT.REQ.		121.	231.	115.			
ON HAND	10	10	1	5	46	167	398
SchdREC.		56	179	156	121	231	115
NET REQ		55	51				
PlanREC		56	56				
ORD REC							
April (2)							
TOT REQ							
ON HAND	10	10	56	245	401	522	793
SchdREC.		56	179	156	121	231	115
NET REQ							
PlanREC							
ORD REL.							

V. Format Laporan Resmi

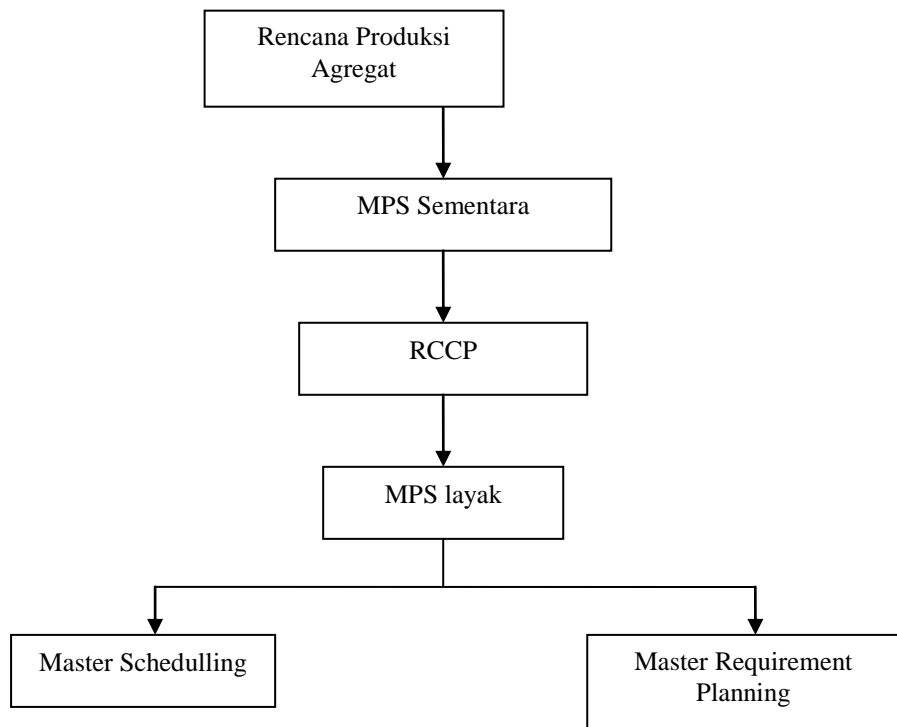
BAB I Pendahuluan

BAB II Studi Kasus

BAB III Pengolahan Data dan Analisa

BAB IV Kesimpulan

SUMMARY



Skema Hubungan Agregat Planning, Master Production Schedul, RCCP dan MRP

MODUL VI

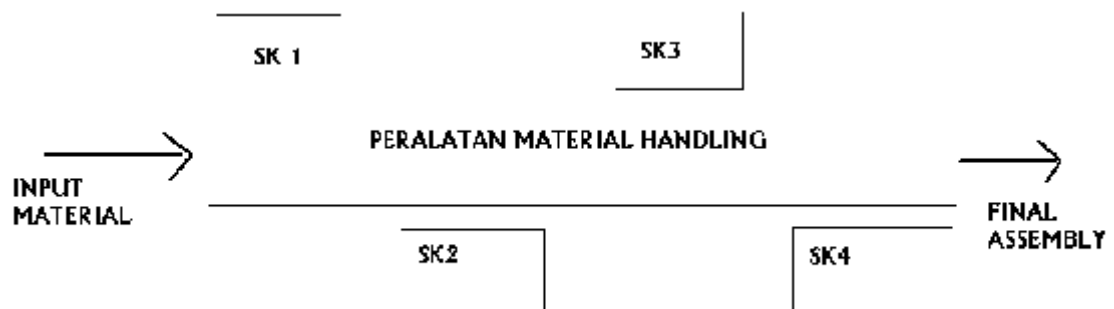
ASSEMBLY LINE BALANCING

Tujuan Praktikum :

- Praktikan memahami metode heuristik dalam *assembly line balancing*.
- Praktikan dapat melakukan analisa permasalahan didalam *assembly line balancing*.

1. PENDAHULUAN

Assembly line atau lini perakitan adalah bagian dari lini produksi yang material bergerak secara kontinyu dengan rata-rata laju kedatangan material berdistribusi uniform melewati stasiun kerja yang mengerjakan perakitan. Sebagai contoh, lini perakitan mobil, lini perakitan komputer, adapun lini perakitan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8.1 Kondisi Lini Perakitan

Pada lini perakitan, secara garis besar, ada dua masalah yang harus diperhatikan, yaitu :

- Menyeimbangkan beban kerja.
- Menjaga lini perakitan beroperasi secara kontinyu.

Lini perakitan yang baik adalah lini perakitan yang dapat memenuhi dua kriteria di atas. Secara teknis, usaha untuk memenuhi dua kriteria diatas adalah dengan mendistribusikan elemen kerja ke setiap stasiun kerja dengan acuan waktu siklus / *Cycle Time (CT)*. Apabila hal ini tercapai secara sempurna, maka lini perakitan akan menjadi seimbang untuk setiap beban stasiun kerjanya (yaitu selama CT, dan beroperasi secara kontinyu, yaitu dengan laju sebesar CT).

Cycle Time didefinisikan sebagai rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk merakit satu unit produk jadi. Pengukuran CT dilakukan dengan kondisi bahwa pekerja bekerja dengan normal. Pada lini perakitan, salah satu alat yang digunakan dalam material handling adalah konveyor. Tipe-tipe konveyor yang sering dipakai dalam lini perakitan adalah *belt* konveyor, rantai, *overhead* dan *screw*.

2. TERMINOLOGI-TERMINOLOGI

Beberapa terminologi yang digunakan dalam analisis lini perakitan adalah:

- Produk adalah produk yang mengalir melewati stasiun kerja-stasiun kerja dalam lini perakitan sampai stasiun kerja yang terakhir. *Throughput* dari lini perakitan diukur dari jumlah produk yang dikeluarkan dalam suatu waktu.
- Elemen kerja adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan.
- Stasiun kerja adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja dikerjakan.
- Waktu siklus adalah biasa disingkat CT (*cycle time*). Sebagai waktu antar kedatangan dua produk jadi. Nilai minimum dari CT yang diijinkan adalah harus lebih besar dari waktu terbesar dari elemen kerja.
- Waktu SK adalah sebagai waktu yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja untuk mengerjakan semua elemen kerja yang didistribusikan pada stasiun kerja tersebut. Besarnya waktu SK tidak boleh melebihi CT.
- Delay time adalah selisih antara CT dengan waktu SK. Merupakan waktu menganggur yang terjadi di setiap stasiun kerja.
- Precedence diagram adalah diagram yang menggambarkan urutan dan keterkaitan antar elemen kerja perakitan sebuah produk. Pendistribusian elemen kerja yang dilakukan untuk setiap stasiun kerja harus memperhatikan precedence diagram perakitan.

3. KRITERIA – KRITERIA PEMBANDING

Pada usaha penyeimbangan lini perakitan, kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pembanding antara kondisi awal dengan kondisi setelah usaha penyeimbangan tersebut dilakukan adalah :

3.1 Efisiensi lini :

Efisiensi lini didefinisikan sebagai rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Dari definisi ini, dapat dikatakan bahwa apabila waktu yang digunakan sama dengan waktu yang tersedia, maka efisiensi lini akan mencapai 100%. Sebaliknya, apabila waktu yang digunakan lebih kecil dari waktu yang tersedia, maka di dalam lini terjadi *idle*.

Sebelum lini diseimbangkan, dari *precedence diagram*, dapat diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua elemen kerja. Berkaitan dengan waktu yang tersedia, lini akan mencapai keseimbangan apabila setiap daerah pada lini mempunyai waktu yang sama, sehingga rumus untuk menghitung efisiensi lini sebelum diseimbangkan adalah :

$$\text{Eff} = (\sum t_i / (R \times T)) \times 100\%$$

Dengan t_i : waktu proses elemen kerja yang ada dijalur terpanjang.

R : jumlah daerah yang terbentuk dari *precedence diagram*.

T : waktu terbesar dari semua elemen kerja.

Setelah diseimbangkan, maka dalam lini perakitan akan terbentuk stasiun kerja-stasiun kerja yang terhubung secara seri. Pendistribusian elemen kerja-elemen kerja yang ada sehingga membentuk stasiun kerja dilakukan dengan berdasarkan waktu siklus (CT), sehingga waktu yang tersedia di setiap stasiun kerja adalah sebesar CT, dan waktu yang tersedia dalam lini perakitan secara total adalah CT dikalikan dengan stasiun kerja yang terbentuk, sehingga rumus untuk menentukan efisiensi lini perakitan setelah diseimbangkan adalah :

$$\text{Eff} = (\sum t_i / (CT \times N)) \times 100\%$$

Dengan n : jumlah elemen kerja yang ada

CT : *cycle time* atau waktu siklus

N : jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Usaha penyeimbangan yang baik adalah usaha yang dapat menaikkan efisiensi lini perakitan bila dibandingkan dengan sebelum diseimbangkan, atau dengan kata lain, efisiensi setelah diseimbangkan lebih besar dari efisiensi sebelum diseimbangkan.

Balance Delay

Balance delay didefinisikan sebagai rasio antara waktu idle dalam lini dengan waktu yang tersedia. Nilai *balance delay* semakin mendekati 0, semakin baik, karena hal ini menunjukkan bahwa waktu *idle* yang terdapat dalam lini perakitan juga semakin mendekati 0. Sebelum lini diseimbangkan, rumus untuk menentukan *balance delay* lini perakitan adalah :

$$BD = ((R \times T) - t_i / (R \times T)) \times 100\%$$

Dengan t_i : waktu proses elemen kerja yang ada di jalur terpanjang.

R : jumlah daerah yang terbentuk dari *precedence diagram*.

T : waktu terbesar dari semua elemen kerja.

Setelah diseimbangkan, maka waktu yang tersedia dalam lini perakitan adalah sama dengan CT dikalikan dengan jumlah stasiun kerja yang terbentuk. Sehingga rumus untuk menentukan *balance delay* lini perakitan setelah diseimbangkan adalah sebagai berikut :

$$BD = ((CT \times N) - t_i / (CT \times N)) \times 100\%$$

Dengan n : jumlah elemen kerja yang ada

CT : *cycle time* atau waktu siklus

N : jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Penentuan *balance delay* lini perakitan, baik sebelum atau sesudah penyeimbangan dapat pula menggunakan formula 1 – efisiensi lini perakitan.

Usaha penyeimbangan yang baik adalah usaha yang dapat menurunkan *balance delay* lini perakitan bila dibandingkan dengan sebelum diseimbangkan, atau dengan kata lain, *balance delay* setelah diseimbangkan lebih kecil dari *balance delay* sebelum diseimbangkan.

Idle Time

Idle time didefinisikan sebagai waktu menganggur yang terkandung dalam lini perakitan. Besarnya idle time dapat dihitung dengan cara mengurangi waktu yang tersedia dengan waktu yang digunakan. Sebelum diseimbangkan, penentuan besarnya idle time lini perakitan menggunakan formula :

$$\text{Idle} = R \times T - \sum t_i$$

Dengan t_i : waktu proses elemen kerja yang ada di jalur terpanjang.

R : jumlah daerah yang terbentuk dari precedence diagram

T : waktu terbesar dari semua elemen kerja

Sedangkan formula untuk menentukan *idle time* lini perakitan setelah diseimbangkan adalah :

$$\text{Idle} = CT \times N - \sum t_i$$

Dengan n : jumlah elemen kerja yang ada

CT : cycle time atau waktu siklus

N : jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Usaha penyeimbangan yang baik adalah usaha yang dapat menurunkan *idle time* lini perakitan bila dibandingkan dengan sebelum diseimbangkan, atau dengan kata lain, *idle time* setelah diseimbangkan lebih kecil dari *idle time* sebelum diseimbangkan.

Pada sebuah usaha untuk menyeimbangkan lini perakitan, ada kalanya menghasilkan beberapa alternatif solusi, yang apabila dilihat dari 3 kriteria diatas, sama-sama baiknya. Pada kondisi seperti ini, dibutuhkan sebuah parameter untuk memilih alternatif solusi yang akan diimplementasikan. Parameter yang digunakan untuk memilih solusi yang terbaik adalah indeks penghalusan (*smoothing index* /SI). Formula untuk menentukan besarnya SI adalah sebagai berikut :

$$SI = \sqrt{\frac{\sum (ST_{\max} - ST_i)^2}{N}}$$

Dengan ST_{\max} : waktu terbesar dari stasiun kerja yang terbentuk.

ST_i : waktu stasiun kerja i yang terbentuk

N : jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Nilai SI yang semakin kecil menunjukkan tingkat keseimbangan beban kerja setiap stasiun kerja yang tinggi.

2. PEMBATAS DALAM LINE BALANCING

Untuk menyeimbangkan suatu lini perakitan / produksi, ada beberapa factor yang menjadi pembatas yaitu :

- Pembatas teknologi : pembatas ini disebut juga precedence constraint, yaitu pembatas proses pengerjaan yang tertentu. Sebagai contoh : suatu proses tidak mungkin dikerjakan apabila proses sebelumnya belum selesai dikerjakan atau suatu proses harus dilakukan langsung segera setelah penyelesaian suatu proses tertentu. Urutan proses serta ketergantungannya digambarkan dalam diagram ketergantungan dan OPC.
- Pembatas fasilitas : pembatasan ini adalah berkaitan dengan adanya fasilitas produksi yang tidak dapat dipindahkan.
- Pembatas posisi : pembatas yang berkaitan dengan orientasi produk terhadap operator tertentu.
- Pembatas zona (*Zoning Constraint*) : pembatas zona terdiri dari *Positive Zoning constraint / PZC* dan *negative Zoning Constraint (NZC)*. PZC berarti elemen-elemen pekerjaan tertentu harus ditempatkan saling berdekatan dalam stasiun kerja yang sama, sedangkan NZC berarti elemen-elemen pekerjaan tertentu harus ditempatkan saling berjauhan.

3. METODE PENYEIMBANGAN LINI PERAKITAN

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan lini perakitan. Secara umum dibagi menjadi 2 metode dasar yaitu :

- Metode analitik : merupakan metode yang dapat menghasilkan suatu solusi yang optimal.
- Metode *heuristic* : metode yang dapat menghasilkan solusi terbaik, tetapi belum tentu optimal.

Beberapa metode heuristic yang umum digunakan adalah :

5.1 Kilbridge – Wester Heuristic / Shortest Operation Time

Pada metode ini, pengelompokan elemen kerja dimulai dari elemen kerja yang mempunyai elemen kerja pendahulu yang paling sedikit. Langkah-langkah pengelompokan elemen kerja menggunakan metode ini adalah :

- Buat *precedence diagram*. Pada *precedence diagram* yang telah dibuat, tandai daerah-daerah yang memuat elemen-elemen kerja yang tidak saling bergantung.
- Tentukan CT dengan cara mencoba-coba factor dari total waktu elemen kerja yang ada. Setelah CT ditentukan, kemudian tentukan jumlah stasiun kerja yang mungkin terbentuk, menggunakan rumus :

$$N = \sum t_i / CT$$

Dengan N : jumlah stasiun kerja

t_i : elemen kerja ke-i

- Distribusikan elemen kerja pada setiap stasiun kerja dengan aturan bahwa total waktu elemen kerja yang terdistribusi pada sebuah stasiun kerja tidak boleh melebihi CT.
- Keluarkan elemen kerja yang telah didistribusikan pada stasiun kerja, dan ulangi langkah 3 sampai semua elemen kerja yang ada terdistribusi ke stasiun kerja.

Metode Moodie – Young / Longest Operation Time

Metode ini terdiri dari 2 fase yaitu :

Fase 1 : pada fase ini, dari *precedence diagram* kemudian dibuat matrik P dan F, yang menggambarkan elemen kerja pendahulu (P) dan elemen kerja sesudahnya (F) untuk semua elemen kerja yang ada. Apabila ada 2 elemen yang bisa dipilih, maka dipilih elemen yang mempunyai waktu terbesar.

Fase 2 : Pada fase ini, dilakukan re-distribusi elemen kerja ke setiap stasiun kerja hasil dari fase 1. Fase 2 ini dilakukan dengan beberapa langkah :

- Identifikasi waktu stasiun kerja terbesar dan waktu stasiun kerja terkecil.
- Tentukan GOAL, dengan rumus :

$$\text{GOAL} = (\text{waktu SK max} - \text{waktu SK min}) / 2$$
- Identifikasi sebuah elemen kerja yang terdapat dalam stasiun kerja dengan waktu yang paling maksimum, yang mempunyai waktu lebih kecil dari GOAL, yang elemen kerja tersebut apabila dipindah ke stasiun kerja dengan waktu yang paling minimum tidak melanggar precedence diagram.
- Pindahkan elemen kerja tersebut.
- Ulangi evaluasi sampai tidak ada lagi elemen kerja yang dapat dipindah.

Tabel 8.1 P Matriks dan F matriks

Elemen	P matriks			Elemen	F matriks		
1	0	0	0	1	2	4	0
2	1	0	0	2	3	0	0
3	2	0	0	3	6	0	0
4	1	0	0	4	5	0	0
5	4	0	0	5	6	0	0
6	3	5	0	6	7	9	10
7	6	0	0	7	8	0	0
8	7	0	0	8	12	0	0
9	6	0	0	9	12	0	0
10	6	0	0	10	11	0	0
11	10	0	0	11	12	0	0
12	8	9	11	12	0	0	0

Pengelompokan elemen kerja mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- Tandai elemen yang mempunyai nilai pada P matriks semuanya 0, kemudian tempatkan elemen kerja tersebut pada sebuah stasiun kerja. Jika ada dua elemen kerja yang mempunyai nilai pada P matriks semuanya 0, maka pilih elemen kerja dengan waktu yang terbesar.

- Tandai elemen kerja yang ada pada F matriks yang sesuai dengan elemen kerja yang telah ditempatkan pada sebuah stasiun kerja sebagai hasil langkah 1. Kemudian ganti dengan angka 0 elemen kerja pendahulu yang ada pada P matriks yang sesuai dengan elemen kerja penerus yang ada pada F matriks.
- Teruskan langkah sampai semua elemen kerja sudah ditempatkan pada sebuah stasiun kerja dengan total waktu yang mendekati atau sama dengan CT dan tidak melebihi CT.

Jika CT ditetapkan sebesar 10, maka pengelompokan elemen kerja yang terjadi adalah sebagai berikut (hasil fase 1) :

Tabel 8.2 Pengelompokan elemen kerja hasil fase 1

Stasiun Kerja	Elemen	Ti	Waktu SK	Slack Time
1	1	5	8	2
	2	3		
2	4	3	9	1
	5	6		
3	3	4	9	1
	6	5		
4	10	4	10	0
	11	4		
	7	2		
5	8	6	7	3
	9	1		
6	12	7	7	3

Setelah masuk fase 2, dan dilakukan perubahan untuk perbaikan selanjutnya, maka didapat solusi sebagai berikut :

Tabel 8.3 Pengelompokan elemen kerja hasil fase 2

Stasiun Kerja	Elemen	Ti	Waktu SK	Slack Time
1	1	5	8	1
	2	3		
2	4	3	9	0
	5	6		
3	3	4	9	0
	6	5		
4	10	4	8	1
	11	4		
5	7	2	8	1
	8	6		
6	9	1	8	1
	12	7		

Metode Immediate Update First Fit / IUFF (Heuristic) / Most Following Tasks

Pada metode ini, pengelompokan elemen kerja dilakukan dengan melibatkan sebuah fungsi score. Pada metode ini biasanya digunakan notasi IUFF_n, dengan $n = 1, \dots, 8$, untuk menggambarkan fungsi mana yang digunakan. Penggolongan fungsi score pada metode ini ada 8, yaitu :

Tabel 8.4 Fungsi score pada IUFF

n	Nama	Deskripsi
1	Bobot posisi (Helgeson dan Birnie).	Jumlah dari waktu proses elemen kerja yang bersangkutan dengan elemen kerja yang mengikutinya sampai selesai.
2	Kebalikan bobot posisi	Jumlah dari waktu proses elemen kerja yang bersangkutan dengan

		elemen kerja yang mendahuluinya sampai awal.
3	Jumlah pengikut	Jumlah elemen kerja yang mengikuti.
4	Jumlah pengikut langsung	Jumlah elemen kerja yang langsung mengikuti.
5	Jumlah predecessor	Jumlah elemen kerja yang mendahului.
6	Waktu elemen kerja	Waktu elemen kerja.
7	Berat posisi mundur yang berulang	Jumlah waktu elemen kerja dan elemen kerja lain yang mengikutinya.
8	Tepi mundur yang berulang.	Jumlah tepi di semua jalur yang berawal dari sebuah elemen kerja.

Metode ini berusaha mengelompokkan elemen kerja dengan langkah-langkah :

- Berikan fungsi *score* $n(x)$ untuk setiap elemen kerja x .
- Update, sekumpulan elemen kerja yang tersedia (elemen kerja yang mempunyai elemen kerja pendahulu yang sudah dikelompokkan pada sebuah stasiun kerja).
- Untuk elemen kerja yang tersisa, kelompokkan elemen kerja berurutan dari yang mempunyai fungsi *score* tertinggi kemudian kembali lagi ke langkah 2.

Rank and assign Heuristic / Ranked Positional Weight

Metode ini mirip dengan metode IUFF, namun ada sedikit perbedaan. Pada metode ini, setelah fungsi *score* setiap elemen kerja dihitung, kemudian elemen kerja di ranking berdasar fungsi *score*-nya. Elemen kerja yang mempunyai fungsi *score* tertinggi diberi ranking 1, dan seterusnya.

Pada metode ini, langkah-langkah yang digunakan untuk mengelompokkan elemen kerja-elemen kerja pada stasiun kerja adalah sebagai berikut :

- Hitung fungsi *score* tiap elemen kerja berdasarkan fungsi pada metode IUFF.

- Buat perangkaan untuk semua elemen kerja berdasarkan nilai fungsi *score*.
- Kelompokkan elemen kerja-elemen kerja pada stasiun kerja dengan memperhatikan precedence diagram dan batasan CT.