

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Biegel (referensi 3), persediaan adalah bahan yang disimpan di dalam gudang yang kemudian akan digunakan untuk kelangsungan suatu proses produksi (bahan mentah menjadi setengah jadi dan diolah lagi menjadi barang jadi). Yang merupakan persediaan terdiri dari material atau bahan-bahan yang akan segera digunakan, dan juga barang-barang yang masih dalam proses atau barang jadi yang siap untuk dijual.

Persediaan dalam suatu industri bentuk penanganannya dapat menimbulkan masalah secara langsung maupun tidak langsung dalam kelangsungan proses produksi. Tingkat persediaan, jadwal produksi, dan permintaan konsumen mempunyai hubungan erat dengan perencanaan produksi dan pengendalian produksi. Dengan adanya hubungan tersebut maka sebelum dilakukan perencanaan dan pengendalian produksi harus diketahui lebih dahulu permintaan konsumen atas kuantitas barang jadi, dimana kesemuanya itu dapat dilakukan peramalan berdasarkan data-data terdahulu.

2.1.1 Fungsi Persediaan

Persediaan memiliki fungsi tersendiri bagi suatu usaha industri, yaitu:

1. Dapat menghilangkan resiko keterlambatan penerimaan bahan baku atau barang yang dibutuhkan oleh suatu industri.
2. Dapat meminimalkan resiko terjadinya penerimaan barang yang salah, namun produksi dapat berjalan terus.
3. Dapat meminimalkan resiko kenaikan harga material atau inflasi akibat kenaikan mata uang negara asing.
4. Memberikan keuntungan dari pembelian berdasarkan *quantity discount*
5. Dapat memberikan pelayanan yang memuaskan kepada konsumen dengan tersedianya barang jadi yang diinginkan

2.1.2 Biaya-Biaya dalam Persediaan

Dalam suatu persediaan ada beberapa unsur biaya yang mempengaruhinya, yaitu:

- Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*) atau Biaya Pengadaan Barang (*Procurement Cost*)

Merupakan biaya-biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan sehubungan dengan pemesanan atau pengadaan barang sejak dari pemesanan sampai tersedianya barang tersebut di gudang. Biaya-biaya tersebut berkaitan dengan administrasi dan komunikasi yang terdiri atas biaya telepon, biaya formulir pesanan, biaya pengangkutan, biaya bongkar-muat, biaya penerimaan barang dan biaya pemeriksaan barang. Biaya pemesanan tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan melainkan tergantung pada berapa sering proses pemesanan ini

dilakukan. Semakin sering proses pemesanan dilakukan maka semakin besar biaya pemesanannya.

- **Biaya Penyimpanan (*Inventory Cost*)**

Merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan diadakannya persediaan barang. Yang termasuk dalam biaya penyimpanan adalah biaya sewa gedung, biaya listrik, biaya perawatan, biaya administrasi pergudangan, gaji karyawan, biaya kerusakan, dan biaya penyusutan. Biaya penyimpanan dapat dinyatakan dalam persentase harga barang atau dalam bentuk nilai uang per unit barang. Semakin lama suatu barang disimpan di gudang, maka semakin besar biaya penyimpanannya.

2.1.3 Tipe Dasar Pengadaan Barang

Dalam sistem pengadaan barang terdapat dua tipe dasar, yaitu sistem ukuran pemesanan tetap (*Fixed Order Size System*) dan sistem selang pemesanan tetap (*Fixed Order Interval System*). Kedua sistem ini berbeda dan masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya.

- a. **Sistem Ukuran Pemesanan Tetap (*Fixed Order Size System*)**

Pada sistem ini pemesanan dilakukan saat jumlah suatu persediaan mencapai titik nol dengan asumsi keadaan adalah ideal. Dengan penambahan barang sesaat dan *lead time* adalah nol, maka pesanan akan tiba pada saat yang sama ketika persediaan mencapai titik nol.

Adapun ciri-ciri dari sistem tersebut adalah:

1. Ukuran yang dipesan mempunyai jumlah yang tetap dan ukurannya sama dengan ukuran pemesanan yang ekonomis.
2. Interval pesanan tidak tetap, tergantung pada laju penjualan.

Kekurangan dari metode ini adalah persediaan hanya mungkin terjadi selama selang waktu *lead time*, oleh karena itu *safety stock* sangat dibutuhkan selama masa *lead time* itu. Jadi dalam sistem persediaan dengan ukuran pemesanan tetap ini harus diperhatikan:

1. Ukuran order ekonomis
2. *Safety stock*
3. *Lead time*
4. Tingkat pemakaian rata-rata per periode waktu

b. Ukuran Selang Pemesanan Tetap (*Fixed Order Interval System*)

Sistem selang pemesanan tetap adalah berdasarkan pemantauan posisi persediaan secara periodik, tidak ada pemantauan secara terus menerus. Dengan menggunakan metode ini, maka kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan dapat terjadi pada saat selang pemesanan.

Adapun ciri-ciri dari sistem ini adalah:

1. Interval waktu pemesanan adalah tetap
2. Ukuran pemesanan tidak tetap, tetapi bergantung pada jumlah persediaan yang ada di gudang pada saat pemesanan kembali

3. Tidak ada suatu titik pemesanan kembali dan sebagai gantinya ada selang waktu pemesanan tertentu

2.2 *Manufacturing Resource Planning (MRP II)*

Menurut Gasperz (referensi 5), dalam sistem *MRP II*, perencanaan kapasitas tidak mencakup material, karena perencanaan material ditangani oleh fungsi perencanaan prioritas melalui penjadwalan *MPS* dan perencanaan kebutuhan material (*MRP*). Keberhasilan perencanaan dan pengendalian *manufacturing* membutuhkan perencanaan kapasitas yang efektif, agar mampu memenuhi jadwal produksi yang ditetapkan. Kekurangan kapasitas akan menyebabkan kegagalan memenuhi target produksi, keterlambatan pengiriman dan kehilangan kepercayaan dalam sistem formal yang mengakibatkan reputasi perusahaan akan menurun. Pada sisi lain, kelebihan kapasitas akan mengakibatkan tingkat utilisasi sumber-sumber daya yang rendah, biaya meningkat, harga produk menjadi tidak kompetitif, kehilangan pangsa pasar, dan penurunan keuntungan.

Sistem *manufacturing* tidak dapat memproduksi prioritas (*output*) yang diinginkan tanpa memiliki kapasitas (*input*) yang cukup. Karena itu, dalam system manufacturing modern aktivitas perencanaan prioritas (*priority planning*) sejajar dengan aktivitas perencanaan kapasitas, sehingga terdapat suatu hierarki dari rencana-rencana kapasitas (*capacity plans*) yang

sejajar dan sesuai dengan hierarki dari rencana-rencana prioritas (*priority plans*).

Pada dasarnya terdapat empat tingkat dalam hierarki perencanaan prioritas dan kapasitas yang terintegrasi, yaitu:

1. Tingkat Perencanaan Strategik, meliputi: Perencanaan Produksi dan Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya
2. Tingkat Perencanaan Taktikal meliputi: Penjadwalan Produksi Induk (*MPS*) dan *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*
3. Tingkat Perencanaan Operasional meliputi: Perencanaan Kebutuhan Material (*MRP*) dan Perencanaan Kebutuhan Kapasitas (*CRP*)
4. Tingkat Pelaksanaan dan Pengendalian meliputi: Pengendalian Aktivitas Produksi

2.3 Manajemen Permintaan

Pada dasarnya manajemen permintaan didefinisikan sebagai suatu fungsi pengelolaan dari semua permintaan produk untuk menjamin bahwa penyusun *MPS* mengetahui dan menyadari semua permintaan produk itu. Secara garis besar aktivitas-aktivitas dalam manajemen permintaan dapat dikategorikan ke dalam dua aktivitas utama, yaitu *order services* dan *forecasting*.

Order services merupakan suatu proses yang mencakup aktivitas penerimaan pesanan, *order entry*, serta *order promising* berkaitan dengan produk dari perusahaan. Aktivitas *forecasting* merupakan suatu fungsi bisnis

yang berusaha memperkirakan penjualan produk sehingga produk tersebut dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.

Hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam manajemen permintaan adalah tidak perlu meramalkan hasil-hasil yang dapat dihitung. Produk yang tergolong dalam *dependent demand* tidak boleh diramalkan, tetapi harus dihitung, sedangkan peramalan hanya boleh dilakukan untuk produk *independent demand*.

Dependent demand didefinisikan sebagai permintaan terhadap *material* atau *part* yang berkaitan langsung dengan struktur *bill of material* untuk produk akhir. Contohnya apabila kita telah mengetahui bahwa kita akan memproduksi 100 buah mobil maka kita harus menyediakan 500 ban. Dalam contoh tersebut, permintaan terhadap ban disebut sebagai *dependent demand*, karena terkait langsung dengan struktur *bill of material*.

Independent demand adalah permintaan terhadap *material* yang tidak terkait dengan *bill of material*. Produk yang tergolong ke dalam *independent demand* merupakan proyek untuk peramalan. Contohnya dalam industri mobil, permintaan untuk produk mobil adalah *independent demand* sehingga dapat diramalkan, sedangkan permintaan untuk ban mobil yang terkait dengan *bill of material* harus dihitung.

2.4 Konsep Dasar Peramalan

Menurut Gasperz (referensi 5), terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen permintaan yaitu:

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

Tujuan utama dari peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk meramalkan permintaan dari item-item *independent demand* di masa yang akan datang. Selanjutnya dengan mengkombinasikannya dengan pelayanan pesanan (*order service*) yang bersifat pasti, kita dapat mengetahui total permintaan dari suatu item atau produk agar memudahkan manajemen produksi dan inventori. Perencanaan produksi dan inventori, termasuk kapasitas dan sumber daya lainnya dalam industri manufaktur, sebaiknya mengacu pada data total permintaan produk di masa yang akan

datang. Dengan demikian jelas bahwa tujuan utama peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk mencapai efektivitas dan efisiensi dari manajemen produksi dan inventori dalam industri manufaktur.

Pemilihan item-item *independent demand* yang akan diramalkan tergantung pada situasi dan kondisi aktual dari masing-masing industri manufaktur. Namun yang terpenting bagi manajemen industri adalah memperhatikan bahwa item-item *independent demand* adalah item-item yang bebas atau tidak terkait langsung dengan struktur *Bill Of Material* untuk produk akhir yang akan dibuat oleh industri manufaktur itu. Jelas dalam setiap industri manufaktur, produk akhir merupakan item *independent demand* yang dipilih untuk diramalkan.

Penentuan horizon waktu peramalan akan tergantung pada situasi dan kondisi aktual dari masing-masing industri manufaktur serta tujuan dari peramalan itu sendiri. Bagaimanapun juga, peramal harus menentukan interval ramalan. Alternatif umum yang dipilih adalah menggunakan interval waktu: harian, mingguan, bulanan, triwulanan, semesteran atau tahunan. Dalam sistem peramalan berlaku aturan bahwa semakin jauh periode di masa mendatang yang diramalkan, dengan asumsi faktor-faktor lain tetap, hasil ramalan akan semakin kurang akurat. Dengan demikian semakin panjang horizon waktu peramalan, hasil-hasil ramalan akan semakin kurang akurat. Dalam industri manufaktur, pemilihan interval waktu mingguan dimaksudkan untuk peramalan jangka pendek (*short range forecasts*) sedangkan interval waktu bulanan untuk peramalan jangka

menengah (*mid range forecasts*) dan interval waktu triwulan untuk peramalan jangka panjang (*long range forecasts*).

2.4.1 Metode Peramalan Konstan

2.4.1.1 Metode Rata-rata Sederhana (*Simple Average*)

Merupakan metode yang mengambil rata-rata dari seluruh data observasi yang dikumpulkan untuk meramalkan data yang akan datang.

Persamaannya adalah: $\bar{X} = 1/T (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_t)$

dimana:

\bar{X} = data peramalan yang akan datang

X_t = data observasi pada periode ke t

T = jumlah periode observasi

2.4.1.2 Model Rata-rata Bergerak (*Moving Average Model*)

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak akan efektif diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu. Metode rata-rata bergerak n-periode menggunakan formula sebagai berikut:

(permintaan dalam n-periode terdahulu)

Rata-rata Bergerak n-periode = _____

dimana n adalah banyaknya periode dalam rata-rata bergerak. Apabila kita menggunakan rata-rata bergerak 3 periode, maka formula dari metode rata-rata bergerak 3-periode adalah:

(permintaan dalam 3-periode terdahulu)

$$\text{Rata-rata Bergerak 3-periode} = \frac{\text{_____}}{3}$$

2.4.1.3 Metode Rata-rata Bergerak Terbobot (*Weighted Moving Average*)

Model rata-rata bergerak terbobot lebih responsif terhadap perubahan, karena data dari periode yang baru biasanya diberi bobot yang lebih besar. Suatu model rata-rata bergerak n -periode, *Weighted MA-n* dinyatakan sebagai berikut:

(pembobot periode n)(permintaan aktual periode n)

$$\text{Weighted MA-n} = \frac{\text{_____}}{\text{(pembobot)}}$$

Pemberian bobot untuk model rata-rata bergerak 4-bulan terbobot dilakukan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Koefisien Pembobot 4-periode

| Periode (Bulan) | Koefisien Pembobot |
|-------------------|--------------------|
| 1 bulan yang lalu | 4 |
| 2 bulan yang lalu | 3 |

| | |
|-------------------|----|
| 3 bulan yang lalu | 2 |
| 4 bulan yang lalu | 1 |
| Jumlah | 10 |

2.4.1.4 Metode Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing Model*)

Dalam model peramalan pemulusan eksponensial, apabila *forecast error* adalah positif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih tinggi daripada nilai ramalan ($A-F > 0$), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan nilai ramalan. Sebaliknya apabila *forecasts error* adalah negatif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih rendah daripada nilai ramalan ($A-F < 0$), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis menurunkan nilai ramalan. Proses penyesuaian ini berlangsung terus-menerus, kecuali apabila *forecasts error* telah mencapai nol. Kenyataan inilah yang mendorong peramal (*forecaster*) lebih suka menggunakan model peramalan pemulusan eksponensial, apabila pola histories dari data aktual permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu.

Peramalan menggunakan metode pemulusan eksponensial dilakukan berdasarkan formula berikut:

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

dimana:

F_t = nilai ramalan untuk periode waktu ke-t

F_{t-1} = nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu

α = koefisien pemulusan

A_{t-1} = nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu

Permasalahan umum yang dihadapi apabila menggunakan model pemulusan eksponensial adalah memilih konstanta pemulusan, α , yang diperkirakan tepat. Nilai konstanta pemulusan dapat dipilih di antara nilai 0 dan 1 karena berlaku $0 < \alpha < 1$. Bagaimanapun juga, untuk penetapan nilai α yang diperkirakan tepat, dapat digunakan panduan berikut:

- Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, dipilih nilai $\alpha = 0,9$; namun dapat juga dicoba nilai-nilai α lain yang mendekati satu.
- Apabila pola historis dari data aktual permintaan cenderung stabil dari waktu ke waktu, dipilih nilai $\alpha = 0,1$; namun dapat juga dicoba nilai-nilai α yang lain yang mendekati nol.

2.4.1.5 Metode *Double Exponential Smoothing*

Dasar dari metode ini sama dengan metode rata-rata bergerak linier yaitu bahwa kedua nilai penghalusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya. Berikut ini adalah persamaan yang dipakai dalam perhitungan *Double Exponential Smoothing*:

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

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

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

$$b_t = \alpha (S'_t - S''_t) / (1 - \alpha)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t (m)$$

dimana:

α = koefisien pemulusan

S'_t = nilai-nilai penghalusan eksponensial tunggal

S''_t = nilai-nilai penghalusan eksponensial ganda

a_t = penyesuaian nilai penghalusan tunggal untuk periode t

b_t = komponen kecenderungan

F_{t+m} = nilai ramalan untuk m periode ke depan dari t

2.4.2 Metode Peramalan *Trend*

2.4.2.1 Metode Pemulusan Eksponensial dengan Kecenderungan

(Exponential Smoothing with Trend Adjustment)

Formula untuk model pemulusan eksponensial dengan mempertimbangkan kecenderungan adalah:

$$\text{Forecast Including Trend (FIT)}_t = \text{New Forecast (F)}_t + \text{Trend Correction (T)}_t$$

Persamaan untuk koreksi kecenderungan (*trend correction*) menggunakan suatu konstanta pemulusan beta, α yang dihitung berdasarkan formula berikut:

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

dimana:

T_t = *smoothed trend* untuk periode t

α = konstanta dari *trend smoothing* yang dipilih

T_{t-1} = *smoothed trend* untuk periode t-1 (periode yang lalu)

F_t = nilai ramalan berdasarkan metode pemulusan eksponensial sederhana, untuk periode t

F_{t-1} = nilai ramalan berdasarkan metode pemulusan eksponensial sederhana, untuk periode t-1

2.4.2.2 Metode *Double Exponential Smoothing with Trend*

Dasar dari metode ini sama dengan metode rata-rata bergerak linier yaitu bahwa kedua nilai penghalusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya apabila terdapat unsur *trend*. Perbedaan antara kedua nilai tunggal dan ganda dapat ditambahkan kepada nilai penghalusan tunggal dan disesuaikan untuk *trend*.

Berikut ini adalah persamaan yang dipakai dalam perhitungan *Double Exponential Smoothing with Trend*:

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

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

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

$$b_t = \alpha (S'_t - S''_t) / (1 - \alpha)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t (m)$$

dimana:

S'_t = nilai-nilai penghalusan eksponensial tunggal

- S''_t = nilai-nilai penghalusan eksponensial ganda
 a_t = penyesuaian nilai penghalusan tunggal untuk periode t
 b_t = komponen kecenderungan
 F_{t+m} = nilai ramalan untuk m periode ke depan dari t
 M = jumlah periode peramalan

2.4.3 Metode Regresi Linier (*Linear Regression*)

Pada metode ini, data masa lalu menunjukkan fluktuasi yang acak di sekitar garis lurus dengan kemiringan tertentu dimana persamaan garis yang mewakilinya merupakan persamaan linier. Persamaannya adalah :

$$y'_t = a + bt$$

$$a = 1/n (y_t - b t)$$

$$n \sum t \cdot y_t - y_{(t)} \cdot t$$

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

dimana:

- t = periode waktu ke t
 y_t = data yang lalu
 y'_t = peramalan yang dilakukan

2.4.4 Validasi Model Peramalan

Terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran akurasi peramalan, namun yang paling sering dipergunakan adalah: *MAD* (*Mean Absolute*

Deviation = Rata-rata Penyimpangan Absolut), *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error* = Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut), dan *MSE* (*Mean Square Error* = Rata-rata Kuadrat Kesalahan). Akurasi peramalan akan semakin tinggi apabila nilai-nilai *MAD*, *MAPE*, dan *MSE* semakin kecil.

Berkaitan dengan validasi model peramalan, dapat digunakan *tracking signal*. *Tracking signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. Suatu ramalan diperbaiki setiap minggu, bulan atau triwulan sehingga data permintaan yang baru dibandingkan terhadap nilai-nilai ramalan. *Tracking signal* dihitung sebagai *cumulative forecast error (CFE)* dibagi dengan *mean absolute deviation (MAD)*, sebagai berikut:

$$\text{Tracking Signal} = \text{CFE} / \text{MAD}$$

$$(\text{actual demand in period } i - \text{forecast demand in period } i)$$

$$= \frac{\text{_____}}{\text{MAD}}$$

dimana

(absolute dari *forecasts error*)

$$\text{MAD} = \frac{\text{_____}}{n}$$

n = banyaknya periode data

Tracking signal yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada ramalan, sedangkan *tracking signal* yang negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil daripada ramalan. Suatu *tracking signal* disebut baik apabila memiliki *CFE* yang rendah dan mempunyai *positive error* yang sama banyak atau seimbang dengan *negative error* sehingga pusat dari *tracking signal* mendekati nol.

Dalam sistem peramalan, penggunaan berbagai model peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat dari *forecasts error* yang berbeda pula. Salah satu seni dalam melakukan peramalan adalah memilih model peramalan terbaik yang mampu mengidentifikasi dan menanggapi pola aktivitas historis dari data. Secara umum, model-model peramalan dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif.

Pada dasarnya metode kualitatif ditujukan untuk peramalan terhadap produk baru, pasar baru, proses baru, perubahan sosial dalam masyarakat, perubahan teknologi atau penyesuaian terhadap ramalan-ramalan berdasarkan metode kuantitatif.

Metode kuantitatif intrinsik, sering disebut juga sebagai model-model deret waktu. Beberapa model deret waktu yang terkenal diterapkan dalam peramalan permintaan adalah: rata-rata bergerak (*moving average*), pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*), dan proyeksi kecenderungan (*trend projection*). Sedangkan model kuantitatif ekstrinsik

sering disebut juga sebagai model kausal dan yang populer adalah model-model regresi.

2.4.5 Verifikasi Peramalan

Biegel (referensi 3). Setelah didapat metode peramalan yang terbaik (nilai *MSE* terkecil), maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan verifikasi peramalan. Tujuan dari verifikasi peramalan adalah memeriksa apakah fungsi peramalan telah mewakili data yang ada.

Untuk memeriksa peramalan yang telah dilakukan, dapat digunakan Peta Rentang Bergerak (*Moving Range Chart*). Langkah-langkah dalam membuat peta rentang bergerak ini adalah sebagai berikut:

1. Hitung rentang bergerak untuk setiap periode

$$MR = [(F_t - A_t) - (F_{t-1} - A_{t-1})]$$

dimana:

MR = Moving Range

F_t = nilai ramalan periode t

A_t = nilai aktual periode t

F_{t-1} = nilai ramalan periode t-1

A_{t-1} = nilai aktual periode t-1

2. Hitung rata-rata rentang bergerak

$$MR = 1/(n-1) * MR$$

3. Buat peta rentang bergerak dengan ketentuan:

- Sumbu Y adalah $(F_t - A_t)$

- Sumbu X adalah periode n
 - Batas Kendali Atas = $2,66 MR$
 - Batas Kendali Bawah = $- 2,66 MR$
4. Plot $(F_t - A_t)$ untuk setiap periode
 5. Tentukan:
 - Daerah A, yaitu daerah diluar $| 1,77 MR |$
 - Daerah B, yaitu daerah diluar $| 0,89 MR |$
 - Daerah C, yaitu daerah diatas dan dibawah garis tengah peta rentang bergerak
 6. Kondisi *Out Of Control* terjadi apabila:
 - buah titik berurutan terletak pada salah satu sisi, 2 atau lebih terletak pada daerah A
 - buah titik berurutan terletak pada satu sisi, 4 atau lebih berada pada daerah B
 - 8 buah titik berurutan pada satu sisi

2.4.6 Manfaat Peramalan

Ada tiga manfaat dari peramalan, yaitu:

1. Menentukan apa yang dibutuhkan untuk ekspansi pabrik (ramalan jangka panjang).
2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk-produk yang ada untuk dikerjakan dengan fasilitas-fasilitas yang ada (ramalan fasilitas)

3. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk-produk yang ada untuk dikerjakan berdasarkan peralatan yang ada (ramalan perencanaan produksi)

Dalam setiap peramalan harus dipenuhi salah satu dari kegunaan diatas, sehingga hal ini akan menimbulkan tambahan waktu yang diperlukan untuk membuat kebijaksanaan ditambah dengan waktu yang timbul akibat kebijaksanaan tersebut. Peramalan yang memenuhi tujuan pertama diatas dapat dibuat dengan tujuan ekspansi pabrik. Untuk peramalan yang memenuhi tujuan kedua dan ketiga, dapat digunakan peramalaan perencanaan produksi. Dengan menggunakan peramalan maka perencanaan menjadi efektif dan efisien.

2.5 Perencanaan Agregat

Menurut Narasimhan (referensi 7), perencanaan agregat mempertimbangkan hal-hal yang mempengaruhi produksi, seperti persediaan, penjadwalan, kapasitas dan sumber daya. Dengan semakin berkembangnya kegiatan produksi pada perusahaan, masalah-masalah mengenai perencanaan dan pengendalian menjadi sangat kompleks. Tujuan perencanaan agregat adalah untuk menggunakan sumber daya manusia dan peralatan-peralatan yang ada sehingga masalah yang ada dapat diatasi.

Perencanaan agregat berarti perencanaan yang dilakukan pada tingkat yang masih kasar untuk memenuhi total permintaan dari semua

produk yang menggunakan sumber daya yang sama pada fasilitas yang digunakan. Dengan adanya perencanaan agregat, maka diharapkan dapat meminimalkan total biaya yang dikeluarkan untuk produksi dengan melakukan perencanaan dan menentukan kombinasi yang optimal dari tingkat tenaga kerja dan persediaan.

Biaya-biaya yang berhubungan dengan perencanaan agregat antara lain:

1. Biaya dasar produksi

Biaya ini terbagi menjadi 2, yaitu:

- Biaya tetap, misalnya biaya asuransi
- Biaya variabel, misalnya biaya lembur

2. Biaya yang berkaitan dengan perubahan pada laju produksi

Contoh dari biaya ini adalah biaya sewa tenaga kerja, biaya pelatihan tenaga kerja

3. Biaya penyimpanan

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk persediaan yang berlebih

Penggunaan perencanaan agregat harus dapat memenuhi tujuan tertentu, yaitu harus dapat memenuhi keseluruhan *output*, persediaan dan hal-hal lain seperti yang ada dalam rencana perusahaan, penggunaan fasilitas perusahaan yang maksimal sehingga perusahaan menjadi efektif dan efisien, rencana yang dibuat harus konsisten dengan tujuan perusahaan yang sudah ditetapkan dan kebijakan mengenai karyawan perusahaan.

Disamping itu, perencanaan agregat juga harus memperhatikan fluktuasi dari setiap periode permintaan dan rencana dari lini produksi. Untuk mengatasi hal ini, ada beberapa pilihan yang dapat dilakukan:

1. Memproduksi pada tingkat konstan, sehingga pada saat permintaan sedikit maka akan terjadi kelebihan produksi yang kemudian disimpan dalam gudang. Cara ini akan mengakibatkan biaya yang tinggi pada biaya persediaan.
2. Merekrut atau memberhentikan karyawan sesuai dengan permintaan pasar terhadap produk. Cara ini akan mengakibatkan biaya yang tinggi pada perekrutan karyawan, pelatihan dan pesangon.
3. Melakukan lembur yang tidak bisa dilakukan secara terus-menerus karena ada batasnya.
4. Melakukan sub-kontrak pekerjaan dengan perusahaan lain pada saat permintaan tinggi.
5. Perusahaan memiliki kapasitas tetap yang digunakan secara penuh apabila permintaan tinggi.

Perencanaan agregat biasanya didasarkan pada kombinasi dari pilihan-pilihan tersebut. Dalam tugas akhir ini, akan digunakan dua strategi perencanaan agregat, yaitu:

- Strategi *Chase Production*

Strategi ini dilakukan dengan cara mengubah jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi sesuai dengan permintaan produk.

- Strategi Konstan (*Level Production*)

Strategi ini dilakukan dengan cara melakukan produksi yang konstan pada tiap periode tanpa memperhatikan jumlah permintaan.

2.6 Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya (*Resource Requirement Planning*)

Menurut Gasperz (referensi 5), perencanaan kebutuhan sumber daya merupakan tingkat perencanaan tertinggi dalam hierarki perencanaan kapasitas. Pada dasarnya perencanaan kebutuhan sumber daya dapat dilakukan melalui lima langkah berikut:

1. Memperoleh rencana produksi seperti yang telah dikemukakan dalam perencanaan produksi sebelumnya.
2. Menentukan struktur produk.
3. Menemukan *bill of resources* melalui formula:

Rata-rata waktu *assembly* = Proporsi *product mix* x Jam standar *assembly* per unit.

4. Menghitung kebutuhan sumber daya total.
5. Mengevaluasi rencana yang telah dilakukan. Dalam langkah ini setiap rencana dievaluasi performansinya berkaitan dengan tingkat efisiensi dan biaya, karena setiap rencana membutuhkan tingkat inventori maupun penggunaan tenaga kerja yang berbeda.

2.7 *Master Production Scheduling*

Pada dasarnya jadwal produksi induk (*Master Production Scheduling*) merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir (termasuk *parts* pengganti dan suku cadang) dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merencanakan memproduksi *output* berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu. *MPS* mengimplementasikan rencana produksi. Apabila rencana produksi yang merupakan hasil dari proses perencanaan produksi dinyatakan dalam bentuk agregat, jadwal produksi induk (*MPS*) dinyatakan dalam konfigurasi spesifik dengan nomor-nomor *item* yang ada dalam *Bill of Materials*.

Aktivitas penjadwalan produksi induk pada dasarnya berkaitan dengan bagaimana menyusun dan memperbaharui jadwal produksi induk, memproses transaksi dari *MPS*, memelihara catatan-catatan *MPS*, mengevaluasi efektivitas dari *MPS* dan memberikan laporan evaluasi dalam periode waktu yang teratur untuk keperluan umpan balik dan tinjauan ulang.

Berdasarkan uraian diatas kita mengetahui bahwa *MPS* berkaitan dengan pernyataan tentang produksi dan bukan pernyataan tentang permintaan pasar. *MPS* sering didefinisikan sebagai *anticipated built schedule* untuk item-item yang disusun oleh perencana jadwal produksi induk. *MPS* membentuk jalinan komunikasi antara bagian pemasaran dan bagian manufacturing sehingga seyogianya bagian pemasaran juga mengetahui

informasi yang ada dalam *MPS* terutama berkaitan dengan jumlah barang yang dapat dijanjikan kepada konsumen.

Informasi-informasi yang terdapat dalam *MPS* antara lain adalah:

- *Demand Time Fences (DTF)* adalah periode mendatang dari *MPS* dimana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap *MPS* tidak diizinkan karena akan menimbulkan kerugian yang besar akibat ketidaksesuaian jadwal.
- *Planning Time Fences (PTF)* adalah periode mendatang dari *MPS* dimana dalam periode ini perubahan terhadap *MPS* dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya. *PTF* sering ditetapkan dalam waktu tunggu kumulatif. Waktu tunggu kumulatif merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk sejak awal, yang merupakan jalur waktu terpanjang dari puncak (*end item*) ke bawah (*raw material*) dalam struktur produk.
- *Time Periods for Display* adalah banyaknya periode waktu yang ditampilkan dalam format *MPS*. Dalam system *MRP II* biasanya periode waktu ditampilkan dalam unit waktu mingguan.
- *Sales Forecast* adalah rencana penjualan atau peramalan penjualan untuk item yang dijadwalkan.
- *Actual orders* merupakan pesanan-pesanan yang diterima dan bersifat pasti.

- *Projected Available Balances (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* dapat dipandang sebagai suatu perbandingan penawaran dan permintaan. Apabila *PAB* bernilai negatif berarti pada periode itu penawaran tidak mampu memenuhi permintaan.
- *Available to Promise* merupakan informasi yang sangat berguna bagi departemen pemasaran untuk mampu memberikan jawaban yang tepat mengenai waktu pengiriman barang kepada konsumen. Nilai *ATP* memberikan informasi tentang berapa banyak item tertentu yang dijadwalkan pada periode waktu itu tersedia untuk pesanan pelanggan, sehingga bagian pemasaran dapat membuat janji yang tepat kepada pelanggan.
- *Master Production Schedule* merupakan jadwal produksi yang diantisipasi untuk item tertentu.

Tabel 2.2 *Master Production Scheduling****Master Production Scheduling***

Demand Time Fences : *Lot Size* :

Planning Time Fences: *Safety Stock* :

| | <i>Time Periods (Week)</i> | | | |
|-----------------------|----------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Sales Forecast</i> | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| <i>Actual Orders</i> | | | | |
| <i>Projected Available Balance</i> | | | | |
| <i>Available to Promise</i> | | | | |
| <i>Cumulative ATP</i> | | | | |
| <i>MPS</i> | | | | |

2.8 *Rough Cut Capacity Planning*

Rough Cut Capacity Planning merupakan urutan kedua dari hierarki perencanaan prioritas-kapasitas yang berperan dalam mengembangkan *MPS*. *RCCP* melakukan validasi terhadap *MPS* yang juga menempati urutan kedua dalam hierarki perencanaan prioritas produksi. Guna menetapkan sumber-sumber spesifik tertentu, khususnya yang diperkirakan akan menjadi hambatan potensial, adalah cukup untuk melaksanakan *MPS*. Dengan demikian kita dapat membantu manajemen untuk melaksanakan *Rough Cut Capacity Planning*, dengan memberikan informasi tentang tingkat produksi di masa mendatang yang akan memenuhi permintaan total itu.

Pada dasarnya *RCCP* didefinisikan sebagai proses konversi dari Rencana Produksi dan *MPS* ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber-sumber daya kritis seperti: tenaga kerja, mesin dan peralatan, kapasitas gudang, kapabilitas pemasok material dan *parts*, dan sumber daya keuangan. *RCCP* adalah serupa dengan Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya (*Resource Requirement Planning=RRP*), kecuali

bahwa *RCCP* adalah lebih terperinci daripada *RRP* dalam beberapa hal, seperti: *RCCP* diagregasikan kedalam level item atau *sku* (*Stock keeping unit*); *RCCP* diagregasikan berdasarkan periode waktu harian atau mingguan; dan *RCCP* mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi.

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

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari *MPS*.
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu.
3. Menentukan *bill of resources*

Perhitungan terhadap waktu *assembly* rata-rata untuk setiap produk menggunakan formula: Waktu *assembly* rata-rata = unit produk yang dihasilkan x jam standar *assembly* per unit.

4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan *RCCP*

Perhitungan kebutuhan sumber daya spesifik perlu mempertimbangkan kondisi aktual dalam perusahaan seperti tingkat efisiensi yang ada.

Selanjutnya hasil-hasil dari *RCCP* ditampilkan dalam suatu diagram yang dikenal sebagai *load profile*. *Load profile* merupakan metode yang umum dipergunakan untuk menggambarkan kapasitas yang dibutuhkan *versus* kapasitas yang tersedia. Dengan demikian *load profile* didefinisikan sebagai tampilan dari kebutuhan kapasitas di waktu mendatang berdasarkan pesanan-pesanan yang direncanakan dan dikeluarkan sepanjang suatu periode waktu tertentu.

2.9 Material Requirement Planning

Menurut Gasperz (referensi 5), perencanaan kebutuhan material (*Material Requirement Planning = MRP*) adalah metode penjadwalan untuk *purchased planned orders* dan *manufactured planned orders*. *Planned manufacturing orders* kemudian diajukan untuk analisis lanjutan berkenaan dengan ketersediaan kapasitas dan keseimbangan menggunakan perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*).

Metode *MRP* merupakan metode perencanaan dan pengendalian pesanan dan inventori untuk item-item *dependent demand*, dimana permintaan cenderung *discontinuous*. Item-item yang termasuk dalam *dependent demand* adalah: bahan baku (*raw materials*), *parts*, *subassemblies* dan *assemblies*, yang kesemuanya disebut *manufacturing inventories*. Teknik-teknik *MRP* dan *CRP* paling cocok diterapkan dalam lingkungan *job shop manufacturing*, meskipun *MRP* dapat pula diadopsi dalam lingkungan *repetitive manufacturing*.

Berdasarkan *MPS* yang diturunkan dari rencana produksi, suatu sistem *MRP* mengidentifikasi item apa yang harus dipesan, berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan, dan bilamana waktu memesan item itu.

Horizon perencanaan (*planning horizon*) yang dipilih untuk pengembangan *MRP* secara umum adalah sama dengan yang dipilih untuk *MPS*, yaitu harus paling sedikit selama waktu tunggu kumulatif terpanjang (*longest cumulative lead time*) diantara semua item yang diproduksi.

Long of time buckets yang dipilih tergantung pada lingkungan *manufacturing*, dimana untuk lingkungan yang sangat dinamik dengan frekuensi perencanaan ulang (*replanning frequencies*) yang sangat sering seperti dalam situasi *Just In Time* periode waktu yang tercakup oleh setiap *time bucket* lebih pendek, sedangkan untuk lingkungan *manufacturing* yang memiliki waktu tunggu produksi yang sangat panjang, *length of time buckets* nya menjadi lebih panjang.

Frekuensi perencanaan ulang (*replanning frequencies*) menunjukkan berapa sering seharusnya aplikasi *MRP* dilakukan, yang tergantung pada lingkungan *manufacturing* dan ukuran dari *time bucket* yang dipilih. Dalam lingkungan dinamik, dimana perubahan-perubahan sering terjadi atau prosesnya tidak stabil, membutuhkan frekuensi perencanaan ulang yang lebih sering dibandingkan apabila berada dalam lingkungan yang lebih stabil.

Tabel 2.3 *Material Requirement Planning*

Material Requirement Planning

Lead Time : *Lot Size* :

On Hand : *Safety Stock* :

| | | Time Periods (Minggu) | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Gross Requirement</i> | | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| <i>Scheduled Receipts</i> | | | | | |
| <i>Projected On Hand</i> | | | | | |
| <i>Projected Available</i> | | | | | |
| <i>Net Requirements</i> | | | | | |
| <i>Planned Order Receipts</i> | | | | | |
| <i>Planned Order Release</i> | | | | | |

Berikut keterangan istilah-istilah dalam tabel:

1. *Lead Time*

Merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak *MRP* menyarankan suatu pesanan sampai item yang dipesan itu siap untuk digunakan.

2. *On Hand*

Merupakan inventori *on-hand* yang menunjukkan kuantitas dari item yang secara fisik ada dalam gudang.

3. *Lot Size*

Merupakan kuantitas pesanan (*order quantity*) dari item yang memberitahukan *MRP* berapa banyak kuantitas yang harus dipesan serta teknik *lot-sizing* apa yang dipakai.

4. *Safety Stock*

Merupakan stok pengaman yang ditetapkan oleh perencana *MRP* untuk mengatasi fluktuasi dalam permintaan (*demand*) ataupun

supply. *MRP* merencanakan untuk mempertahankan tingkat stok pada level ini pada semua periode waktu.

5. *Planning Horizon*

Merupakan banyaknya waktu ke depan (masa mendatang) yang tercakup dalam perencanaan. Dalam praktek, horizon perencanaan harus ditetapkan paling sedikit sepanjang waktu tunggu kumulatif dari sekumpulan item yang terlibat dalam proses *manufacturing*.

6. *Gross Requirement*

Merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk kebutuhan yang diantisipasi (*anticipated requirements*) untuk setiap periode waktu. Suatu *part* tertentu dapat mempunyai kebutuhan kotor (*gross requirements*) yang mencakup *dependent* dan *independent demand*.

7. *Projected On Hand*

Merupakan *projected available balance (PAB)* dan tidak termasuk *planned orders*. *Projected On Hand* dihitung berdasarkan formula:

$$\text{Projected On Hand} = (\text{On Hand pada awal periode} + \text{Scheduled Receipts}) - \text{Gross Requirements}$$

8. *Projected Available*

Merupakan kuantitas yang diharapkan ada dalam inventori pada akhir periode, dan tersedia untuk penggunaan dalam periode selanjutnya. *Projected available* dihitung berdasarkan formula berikut:

Projected Available = *On Hand* pada awal periode (atau *Projected Available* pada periode sebelumnya) + *Scheduled Receipts* periode sekarang + *Planned Order Receipts* periode sekarang – *Gross Requirements* periode sekarang

9. *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.

Net Requirements dihitung berdasarkan formula berikut:

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

10. *Planned Order Receipts*

Merupakan kuantitas pesanan pengisian kembali (pesanan *manufacturing* atau pesanan pembelian) yang telah direncanakan oleh *MRP* untuk diterima pada periode tertentu guna memenuhi kebutuhan bersih (*net requirements*). Apabila menggunakan teknik *lot-for-lot* maka *planned order receipts* dalam setiap periode selalu sama dengan *net requirements* pada periode itu. Jika *planned order* dimodifikasi melalui kebijaksanaan *lot sizing* maka *planned orders* dapat melebihi *net requirements*. Setiap kelebihan diatas *net requirements* akan dimasukkan kedalam *projected available inventory* untuk penggunaan pada periode berikutnya.

11. *Planned Order Releases*

Merupakan kuantitas *planned orders* yang ditempatkan atau dikeluarkan dalam periode tertentu, agar item yang dipesan itu akan tersedia pada saat dibutuhkan. Item yang tersedia pada saat dibutuhkan itu tidak lain adalah kuantitas *planned order receipts* yang ditetapkan menggunakan *lead time offset*.

2.10 Capacity Requirement Planning

Gasparz (referensi 5). *MRP* mengasumsikan bahwa apa yang dijadwalkan dapat diterapkan, tanpa memperhatikan keterbatasan kapasitas. Kadang-kadang asumsi ini *valid*, tetapi kadang-kadang tidak dapat dipenuhi. Perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*) menguji asumsi ini dan mengidentifikasi area yang melebihi kapasitas (*overload*) dan yang berada dibawah kapasitas (*underload*), sehingga perencana dapat mengambil tindakan yang tepat. *CRP* membandingkan beban yang diterapkan pada setiap *work center* melalui *open and planned orders* yang diciptakan oleh *MRP*, dengan kapasitas yang tersedia pada setiap pusat kerja dalam setiap periode waktu dari horizon perencanaan.

2.10.1 Input CRP

- *Scheduled of Planned Factory Order Release*: jadwal ini merupakan salah satu *output* dari *MRP*. *CRP* memiliki dua sumber utama dari *load data*, yaitu (1) *scheduled receipts* yang berisi data *order due date*,

order quantity, operation completed, operation remaining, dan (2) *planned order release* yang berisi data *planned order release date, planned order receipt date, planned order quantity*. Sumber-sumber lain seperti *product rework, quality recalls, engineering prototypes, excess scrap* dan lain-lain harus diterjemahkan ke dalam satu dari dua jenis pesanan yang digunakan oleh *CRP* tersebut.

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

kerja, banyaknya hari kerja per periode, banyaknya *shift* yang dijadwalkan per hari kerja, banyaknya jam kerja per *shift*, faktor utilisasi, faktor efisiensi, rata-rata waktu antrian, rata-rata waktu menunggu dan bergerak.

2.10.2 Proses *CRP*

- Menghitung kapasitas *work center*

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

- Menentukan beban (*load*)

Perhitungan *load* pada setiap *work center* dalam setiap periode waktu dilakukan dengan menggunakan *backward scheduling*, menggunakan *infinite loading*, menggandakan *load* untuk setiap item melalui kuantitas dari item yang dijadwalkan dalam suatu periode waktu. Dengan demikian *load* ditetapkan pada setiap pusat kerja untuk periode waktu mendatang yang diakumulasikan berdasarkan pada *open orders (scheduled receipts)* dan *planned order release*. Proses ini biasanya menggunakan komputer.

- Menyeimbangkan kapasitas dan beban

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

2.10.3 Output CRP

- Laporan Beban Pusat Kerja (*Work Center Load Report*)

Laporan ini menunjukkan hubungan antara kapasitas dan beban. Apabila dalam laporan ini tampak ketidakseimbangan antara kapasitas dan beban, proses *CRP* secara keseluruhan mungkin perlu diulang. *Work center load report* sering ditampilkan dalam bentuk grafik batang (*bar chart*) yang sangat bermanfaat untuk melihat hubungan antara beban yang diproyeksikan dan kapasitas yang tersedia, sekaligus mengidentifikasi apakah terjadi *overload* atau *underload*. *CRP* biasanya menghasilkan *work center load profile* untuk setiap pusat kerja yang diidentifikasi dalam pabrik. Perbandingan antara beban dan kapasitas dapat juga ditampilkan dalam format kolom.

- Perbaiki *scheduled of planned factory order release*

Perbaikan jadwal ini menggambarkan bahwa output dari *MRP* disesuaikan terhadap *specific release dates* untuk *factory orders* berdasarkan perhitungan keterbatasan kapasitas. Perbaikan *scheduled of planned factory order releases* merupakan output tidak langsung (*indirect output*) dari proses *CRP* sebab mereka adalah hasil dari *human judgement* yang berdasarkan pada analisa dari output laporan *work center load*. Salah satu pilihan penyesuaian yang mungkin, di samping perubahan kapasitas, adalah mengubah *planned start dates* yang dibuat melalui rencana *MRP*. Hal ini mempunyai pengaruh terhadap pergeseran beban diantara periode waktu untuk mencapai keseimbangan yang lebih baik.

2.10.4 Metode Pengukuran Kapasitas

Pada dasarnya terdapat tiga metode pengukuran kapasitas yaitu:

1. *Theoretical Capacity (Design Capacity)*

Merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari system manufacturing yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi ideal seperti: tiga *shift* per hari, tujuh hari per minggu, tidak ada *downtime* mesin. Dengan demikian *theoretical capacity* diukur berdasarkan pada jam kerja yang tersedia untuk melakukan pekerjaan, tanpa suatu kesempatan untuk berhenti atau istirahat, *downtime* mesin ataupun alasan lainnya. Sebagai contoh: jika suatu *work center* memiliki 4

mesin dan dijadwalkan untuk beroperasi dalam satu *shift* selama 8 jam, dalam periode 5 hari seminggu, maka kapasitas teoritis adalah $4 \times 8 \times 5 = 160$ jam/minggu. Jam kerja ini selanjutnya dapat diterjemahkan kedalam unit produksi dengan menggunakan jam kerja standar. Sebagai misal: untuk memproduksi 1 unit produk membutuhkan waktu standar 0,2 jam, maka secara teoritis 160 jam kerja/minggu akan menghasilkan 800 unit/minggu.

2. *Demonstrated Capacity (Actual Capacity)*

Merupakan tingkat output yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara aktual dari pusat kerja di waktu lalu, yang biasanya diukur menggunakan angka rata-rata berdasarkan beban kerja normal. Sebagai contoh: jika suatu pusat kerja menghasilkan rata-rata 650 unit per periode kerja, sedangkan jam kerja standar adalah 0,2 jam per unit produk, maka *demonstrated capacity* dihitung sebagai $650 \times 0,2 = 130$ jam standar/periode waktu.

3. *Rated Capacity (Calculated Capacity)*

Diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Dihitung melalui penggandaan waktu kerja yang tersedia dengan faktor utilisasi dan efisiensi. Waktu kerja yang tersedia adalah banyaknya jam kerja aktual yang dijadwalkan atau tersedia, pada pusat kerja selama periode tertentu. Waktu kerja yang tersedia per periode waktu dihitung sebagai:

banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode.

Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase *clock time* yang tersedia dalam pusat kerja secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu. Utilisasi dapat ditentukan untuk mesin atau tenaga kerja, atau keduanya, tergantung pada mana yang lebih cocok untuk situasi dan kondisi aktual di perusahaan. Utilisasi tidak dapat melebihi 100%.

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

Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang ditetapkan. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Jam standar yang diperoleh}}{\text{Jam aktual untuk produksi}}$$

Dengan demikian *calculated capacity* per periode = banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode x utilisasi x efisiensi

2.10.5 Keuntungan CRP

Terdapat beberapa keuntungan apabila kita melakukan *CRP*, yaitu:

- Mengkonfirmasi bahwa kapasitas cukup, ada pada basis kumulatif sepanjang horizon perencanaan.
- Mempertimbangkan ukuran lot spesifik.

2.10.6 Kelemahan CRP

Terdapat beberapa kelemahan apabila kita melakukan *CRP*, yaitu:

- Hanya dapat diterapkan terutama dalam lingkungan *job shop manufacturing*.
- Membutuhkan perhitungan yang banyak sekali, sehingga harus menggunakan komputer.
- Membutuhkan data input yang banyak.
- Tidak mampu memberikan informasi terperinci yang tepat dalam periode harian (*day-to-day*) sehingga keputusan jangka pendek menjadi sulit diambil secara tepat.

2.10.7 Perhitungan Perencanaan Kebutuhan Kapasitas

CRP membutuhkan perhitungan yang terpisah berkaitan dengan kebutuhan *setup time* dan *run time*. Analisis *CRP* lebih terperinci dibandingkan *RCCP*, dimana dalam analisis *CRP* dibutuhkan informasi tentang *standard setup time* dan *standard run time per unit* item yang akan dibuat. Perhitungan *operation time per unit* dalam analisa *CRP* = *run time per unit* + *setup time per unit*.

Langkah-langkah yang diperlukan untuk melaksanakan analisa *CRP* yaitu:

- Memperoleh informasi tentang pesanan produksi yang dikeluarkan (*planned order release*) dari *MRP*.
- Memperoleh informasi tentang *standard run time per unit* dan *standard setup time per size*.
- Menghitung kapasitas yang dibutuhkan dari masing-masing pusat kerja.
- Membuat laporan *CRP*.