Bab II
Landasan Teori

Perencanaan produksi merupakan salah satu sumber (input) dari sistem persediaan yang dibutuhkan dalam proses manufaktur untuk memenuhi jadwal produksi atau output yang dihasilkan, dan membandingkan kebutuhan produksi dengan persedian yang tersedia.

Pada dasarnya proses perencanaan produksi dapat dikemukakan melalui empat langkah utama, sebagai berikut :

Langkah 1 : Mengumpulkan data yang relevan dengan perencanaan produksi. Beberapa informasi yang dibutuhkan adalah : *Sales Forecast* yang bersifat tidak pasti dan pesanan-pesanan (*order*) yang bersifat pasti selama periode waktu tertentu. Dan perlu juga diperhatikan pesanan yang telah diterima pada waktu yang lalu namun belum dikirim. Penjumlahan dari data ini merupakan total kebutuhan atau total permintaan produk pada titik waktu tertentu.

Langkah 2 : Mengembangkan data di atas menjadi informasi yang teratur ke dalam sebuah tabel.

Langkah 3 : Menentukan kapabilitas produksi, berkaitan dengan sumber daya yang ada.

Langkah 4 : Melakukan *partnership meeting* yang dihadiri oleh manajer umum, manajer produksi, manajer pemasaran, manajer rekayasa (*engineering*), manajer pembelian, dan manajer-manajer lainnya yang dianggap relevan.

(**Vincent Gaspersz**, Production Planning and Inventory Control, hal 130)

2.1. Peramalan

Peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan dalam penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Dengan demikian peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal.

Hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam manajemen permintaan adalah "Tidak boleh mencoba meramalkan hasil-hasil yang dapat direncanakan atau dihitung". Produk-produk yang tidak boleh diramalkan adalah produk yang tergolong ke dalam *dependend demand* yaitu produk yang terkait langsung dengan atau yang diturunkan dari struktur *Bill Of Material* untuk produk akhir atau *item* tertentu. Permintaan untuk material atau produk yang diturunkan langsung dari struktur *Bill Of Material* harus dihitung dan tidak boleh diramalkan. Sebagai contoh produk ban yang terkait langsung dengan struktur *Bill Of Material* dari mobil, apabila telah diketahui bahwa kita akan memproduksi mobil sebanyak 100 unit, permintaan untuk ban harus dihitung yaitu 100 x 5 = 500 buah ban (termasuk ban cadangan). Dalam kasus inipermintaan terhadap ban disebut sebagai *Dependend Demand*, karena terkait langsung dengan struktur *Bill Of Material* untuk produk ban.

Sebaliknya *Independent Demand* didefinisikan sebagai permintaan terhadap material, part, atau produk, yang bebas atau tidak terkait langsung dengan struktur *Bill Of Material*. Produk yang tergolong ke dalam *Independent Demand* merupakan objek untuk peramalan. Sebagai contoh dalam kasus industri mobil permintaan untuk produk mobil merupakan *Independent Demand,* sehingga permintaan untuk produk mobil dapat diramalkan. Ada beberapa teknik peramalan, teknik tersebut dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu :

1. Metode Kuantitatif
   - Metode Deret Berkala (*Time series*)

     Metode *Time series* adalah metode peramalan secara kuantitatif dengan menggunakan waktu sebagai peramalan. Secara umum, permintaan pada

masa yang akan datang dipengaruhi oleh waktu. Untuk membuat suatu peramalan diperlukan data historis (masa lampau) permintaan. Data inilah yang akan dianalisis.

Pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel dan atau kesalahan masa lalu. Tujuan dari metode ini adalah menentukan pola dari deret historis yang mengekstrapolasikan dalam deret data historis yang kemudian mengekstrapolasikan data tersebut ke masa depan.

Perlu dipahami bahwa tidak ada suatu metode terbaik untuk suatu peramalan. Metode yang memberikan hasil ramalan secara tepat belum tentu tepat untuk meramalkan data yang lain. Dalam peramalan *Time series*, metode peramalan terbaik adalah metode yang memenuhi kriteria ketepatan ramalan. Kriteria ini berupa *Mean Absolut Deviation (MAPE)*
Peramalan dengan *Time Series* memiliki prosedur yang harus dilaksanakan secara utuh. Bila tidak, maka risiko-risiko berikut akan terjadi.

1. Hasil peramalan tidak valid, sehingga tidak dapat diterapkan.
2. Kesulitan mendapatkan atau memilih metode peramalan yang akan memberikan validitas ramalan tertinggi.
3. Memerlukan waktu dalam melakukan analisis dan peramalan.

Prosedur peramalan permintaan dengan metode *Time Series* adalah sebagai berikut :

1. Prosedur pola permintaan. Dilakukan dengan cara memp*lot*kan data secara grafisdan menyimpulkan apakah data itu berpola *trend,* musiman, siklikal, atau eratik.
2. Mencoba beberapa metode *Time Series* yang sesuai dengan pola permintaan tersebut untuk melakukan peramalan. Metode yang dicoba semakin bayak semakin baik. Pada setiap metode, sebaiknya dilakukan pula peramalan dengan parameter yang berbeda.

3. Mengevakuasi tingkat kesalahan masing-masing metode yang telah dicoba. Tingkat kesalahan diukur dengan kriteria MAD, MSE, MAPE, atau lainnya. Sebaiknya nilai tingkat kesalahan ini ditentukan dulu. Tidak ada ketentuan mengenai berapa tingkat kesalahan maksimal dalam peramalan.
4. Memilih metode peramalan terbaik di antara metode yang dicoba. Metode terbaik adalah metode yang memberikan tingkat kesalahan yang terkecil dibanding metode yang lainnya dan tingkat kesalahan tersebut dibawah batas tingkat kesalahan yang telah ditetapkan.
5. Melakukan peramalan dengan metode terbaik yang telah dipilih.

- Metode Kausal

  Merode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukan hubungan sebab akibat, dengan satu atau lebih variabel bebas. Sebagai contoh, penjualan = f (pendapatan, harga, kompetisi, dan lain-lain). Tujuan dari metode ini adalah menentukan bentuk hubungan dan menggunakannya untuk meramalkan nilai mendatang dari variabel tidak bebas.

2. Metode Kualitatif

Ramalan kualitatif digunakan untuk memberikan petunjuk, untuk membantu perencanaan dan untuk melengkapi ramalan kuantitatif, bukan untuk memberi ramalan nomerik tertentu. Beberapa ramalan yang digolongkan ke dalam model kualitatif adalah :

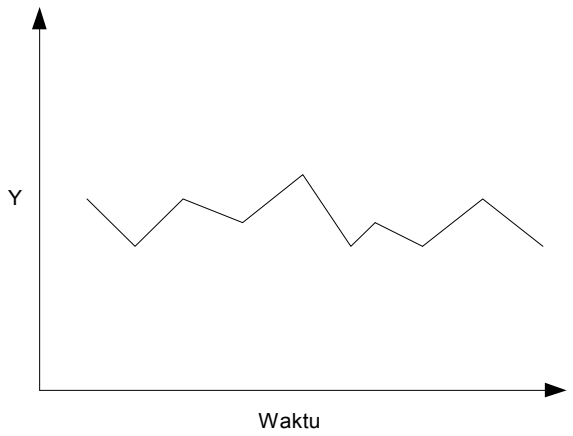
- Dugaan Manajemen, di mana peramalan semata-mata berdasarkan penimbangan manajemen, umumnya oleh manajemen senior.
- Riset Pasar, merupakan metode peramalan berdasarkan hasil-hasil dari survei pasar yang dilakukan oleh tenaga pasar produk atau yang mewakilinya.

- Metode Kelompok Terstruktur, merupakan teknik peramalan berdasarkan kepada proses konvergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebutkan identifikasinya.
- Analogi Historis, merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang dapat disamakan secara analogi.

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga pola yang tepat untuk pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat kriteria, yaitu :

1. Pola Harisontal (H)

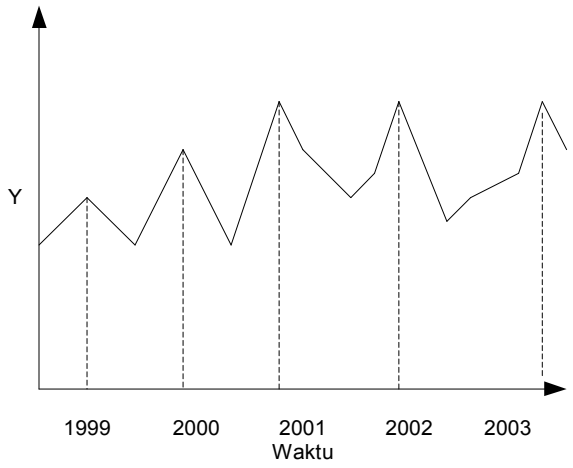
   Terjadi bila nilai data fluktuatif disekitar nilai data yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Demikian pula suatu keadaan pengendalian yang menyangkut pengambilan contoh dari suatu proses produksi kontinyu secara teoritis tidak mengalalami perubahan termasuk jenis ini.



Gambar 2.1. Pola Horisontal.

2. Pola Musiman (S)

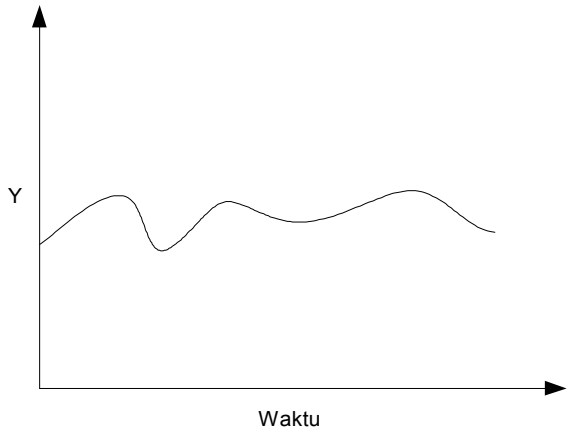
Terjadi bila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman, penjualan produk seperti bahan bakar pemanas ruangan, minuman ringan semuanya menunjukan pola-pola ini.



Gambar 2.2. Pola Musiman.

3. Pola Siklis (C)

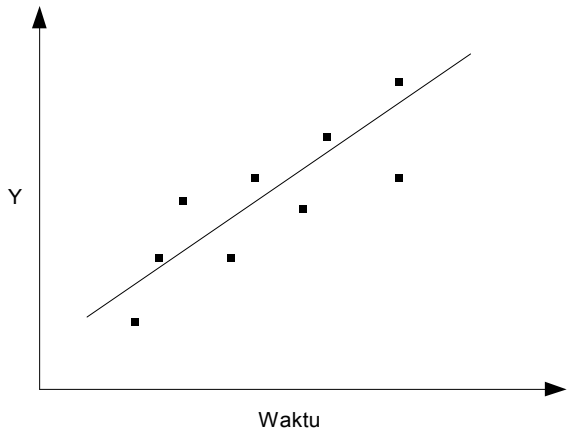
Terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukan jenis pula ini.



Gambar 2.3. Pola Siklis.

4. Pola Trend (T)

   Terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, Produk Nasional Bruto (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu pola trend selama perubahannya sepanjang waktu.



Gambar 2.4. Pola Trend.

2.1.1. Moving Average Model (Model Rata-Rata Bergerak)

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

$$\hat{f}_t = \frac{\sum f_{t-1} + f_{t-2} + f_{t-3} + ... + f_{t-m}}{m} \qquad \ldots 2.1.$$

Di mana :

m = jumlah periode yang digunakan sebagai dasar peramalan.

$\hat{f}$ = ramalan permintaan (*real*) untuk periode t.

f_t = permintaan aktual pada periode t.

Untuk menjelaskan proses peramalan dengan menggunakan metode rata-rata bergerak akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Langkah 1 : Identifikasi pola historis dari data aktual permintaan.

Sebelum memilih suatu model peramalan tertentu, sebaiknya kita mengidentifikasi pola historis dari data aktual itu.

Langkah 2 : Memilih model peramalan yang sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan.

Dengan memilih t-periode yang diperkirakan tepat (t = 2,3,4,5,6, dst) dalam hal ini kita dapat menggunakan beberapa nilai t-periode, kemudian memilih t-periode yang memiliki MSE terkecil.

Langkah 3 : Melakukan analisis data berdasarkan model peramalan yang di pilih.

Contoh : Hasil analisis data menggunakan model rata-rata bergerak 4 periode (t = 4 bulan) dan 5 periode (t = 5 bulan).

Tabel 2.1. Analisis Data

Bulan	Aktual	Ramalan MA 4	Absolute Deviation MA 4	Ramalan MA 5	Absolute Deviation MA5
Jan	280				
Feb	270				
Mar	330				
Apr	250				
Mei	340	282.5	57.5		
Jun	330	297.5	32.5	294	36
Jul	350	312.5	37.5	304	46
Agt	300	317.5	-17.5	320	-20
Sep	330	330	0	314	16
Okt	350	327.5	22.5	330	20
Nov	270	332.5	-62.5	332	-62
Des	290	312.5	-22.5	320	-30
			31.6		32.9

Langkah 3 : Memilih model peramalan yang tepat berdasarkan MSE terkecil.

Tabel 2.2. Rentang Bergerak (MR).

Periode	Aktual	Data Peramalan	Error	[MR]
1	340	282.5	57.5	
2	330	297.5	32.5	25
3	350	312.5	37.5	-5
4	300	317.5	-17.5	55
5	330	330	0	-17.5
6	350	327.5	22.5	-22.5
7	270	332.5	-62.5	85
8	290	312.5	-22.5	-40
			Jumlah	250
			MR	31.25

Untuk memeriksa apakah Rentang Bergerak (MR) tersebut berada dalam batas kendali atau tidak, maka perlu dilakukan pengontrolan.

2.1.2.Metode Rata-Rata Bergerak Tertimbang (Weighted Moving Average)

Metode rata-rata bergerak sederhana menggunakan bobot yang sama pada setiap periode. Hal ini menunjukan bentuk peramalan linier. Dalam banyak hal, periode yang diramalkan (periode $t + 1$) banyak memiliki keadaan yang sama dengan periode t dibandingkan dengan periode lain, misalnya $t-1$ atau $t-2$. Oleh karena itu, periode terakhir sebaiknya mendapat bobot yang lebih besar dibandingkan dengan periode sebelumnya (disini menyiratkan adanya bentuk peramalan yang non linier). Metode rata-rata tertimbang dikembangkan untuk dapat memenuhi keinginan itu.

Metode rata-rata bergerak tertimbang juga menggunakan data N periode terakhir sebagai data histories untuk melakukan peramalan, tetapi setiap periode mendapat bobot yang berbeda. Rumus metode rata-rata bergerak tertimbang sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \frac{W_t.X_t + W_{t-1}.X_{t-1} + ... + W_{t-N+1}.X_{t-N+1}}{W_t + W_{t-1} + ... + W_{t-N+1}} \quad \text{…2.2.}$$

Dimana :

$W_t =$ persentasi bobot yang diberikan untuk periode t apabila $W_t + W_{t-1} + ... + W_{t-N+1} = 1$, rumus nilai peramalan untuk periode $t+1$ dapat disederhanakan menjadi :

$$F_{t+1} = W_t.X_t + W_{t-1}.X_{t-1} + ... + W_{t-N+1}.X_{t-N+1} \quad \text{…2.3.}$$

2.1.3. Metode *Exponential Smoothing*

1. Metode pemulusan eksponensial
   a. Metode pemulusn eksponensial tunggal (Single Exponensial Smoothing)
      Metode eksponensial tunggl menmbahkan parameter α dalam modelnya untuk mengurangi factor kerandoman. Nilai peramalan yang dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

      $$F_{t+1} = \alpha.X_t + (1-\alpha).F_t \quad \text{…2.4.}$$

      Dimana :

      X_t = Data permintaan pada periode t

      α = Faktor/konstanta pemulusan

      F_{t+1} = Peramalan untuk periode t

   b. Metode pemulusan eksponensial linier
      Metode eksponensial tunggal hanya akan efektif apabila serial dat yang diamati memiliki pola horizontal. Jika metode itu digunakan untuk data yang memiliki unsur trend yang konsisten, nilai-nilai peramlannya akan selalu berada dibelakang nilai aktualnya. Metode yang tepat untuk peramalan serial data yang memiliki unsur trend adalah metode pemulusan eksponensial linier. Salah satu metode yang digunakan adalah metode pemulusan eksponensial linier dari Holt, yang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S_t = \alpha.X_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = \beta.(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta).T_{t-1} \quad \ldots 2.5.$$
$$F_{t+m} = S_t - T_t.m$$

Dimana :

F_{t+m} : Peramalan eksponensial linier

S_t : Faktor stationer pada saat t

T_t : Faktor trend pada saat t

m : periode yang akan diramalkan

Pemulusaan eksponensial linier dari Holt menambahkan persamaan T_t untuk memperoleh pemulusan trend dan menggabungkan trend ini dengan persamaan pemulusan standar sehingga menghasilkan persamaan F_t. Metode dari Holt ini menggunakan dua parameter, α dan β, yang masing-masing nilainya dapat dipilih dari setiap angka antara 0 sampai dengan 1. kedua parameter itu dapat mempunyai nilai yang sama atau berbeda besarnya.

c. Metode Pemulusan Eksponensial Musiman (*Exsponensial Smoothing Musiman*)

Sebagaimana halnya dengan persamaan pemulusan eksponensial linier yang dapat digunakan untuk meramalkan serial data yang memiliki pola trend, bentuk persamaan yang lebih tinggi dapat digunakan jika pola dasar serial data yang berpola musiman adalah metode pemulusan eksponensial linierdan musiman dari winter. Metode ini didasarkan atas tiga persamaan, yaitu unsur stationer, trend dan musiman, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$S_t = \alpha(X_t / I_{t-L}) + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta).T_{t-1} \quad \ldots 2.6.$$
$$I_t = \gamma(X_t / S_t) + (1-\gamma)I_{t-L}$$

Dimana :

L : Jumlah periode dalam satu siklus musim

I : Faktor penyesuaian musiman (indeks musiman)

Sedangkan rumus untuk peramalannya adalah sebagai berikut :

$$F_{t+m} = (S_t + T_t.m).I_{t-L+m} \quad \ldots 2.7.$$

Dimana :

F_{t+m} : Peramalan exponential smoothing musiman

S_t : Faktor stationer pada saat t

T_t : Faktor trend pada saan t

I_{t-L+m} : Faktor indeks pada saat $t - L + m$

d. Metode Dauble Exponential Smoothing

Metode ini digunakan untuk memuluskan peramalan pada *single exponential smoothing*. Dimana rumus perhitungan untuk peramalan ini sebagai berikut :

$$FSD_{t+1} = \alpha.(F_1) + (1-\alpha).FSD_{t-1} \quad \ldots 2.8.$$

Dimana :

FSD_{t+1} : peramalan double exponential smoothing

α : Faktor pemulusan

F_t : peramalan pada periode t

FSD_{t-1} : peramalan double exponential smoothing sebelumnya.

e. Metode Double Exponential Smoothing With Linier Trend

Metode ini digunakan untuk memuluskan peramalan pada *Exponential Smoothing With Linier Trend*. Dimana rumus perhitungan untuk peramalan ini sebagai berikut :

$$F_{t+m} = X_t + (S_t + T_t).m \quad \ldots 2.9.$$

Dimana :

Ft+m : Nilai peramalan

Xt : nilai pengamatan pada periode t

St : Faktor stationer pada saat t

Tt : Faktor trend pada saat t

m : periode yang akan diramalkan

Model peramalan *Exponential Smoothing* bekerja hampir serupa dengan alat *thermostat*, di mana apabila galat ramalan (*Forecast Error*) adalah positif, yang berarti nilai permintaan aktual lebih tinggi dari pada nilai ramalan (A – F > 0), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan nilai ramalan. Dan sebaliknya apabila galat ramalan adalah negatif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih rendah dari pada nilai ramalan (A – F < 0), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis menurunkan nilai ramalan.

Peramalan umum yang dihadapi apabila menggunakan model pemulusan eksponensial adalah memlih konstanta pemulusan **α** yang diperkirakan tepat. Nilai konstanta **α** dapat di pilih antara 0 dan 1, karena berlaku $0 < \alpha < 1$. Bagaimanapun juga untuk penetapan nilai **α** yang diperkirakan tepat, kita dapat menggunakan panduan sebagai berikut :

1. Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, kita memilih **α** yang mendekati satu. Biaya di pilih nilai **α** = 0,9 namun kita dapat mencoba nilai **α** yang lain mendekati satu katakanlah **α** = 0,8; 0,95; 0,99; dan lainnya tergantung pada sejauh mana gejolak dari data tersebut. Nilai **α** yang di pilih harus semakin tinggi menuju ke nilai satu.
2. Apabila pola historis dari tanda aktual permintaan tidak berfluktuasi atau relatif sama dari waktu ke waktu, kita memilih **α** ynag mendekati nol. Biasanya di pilih nilai **α** = 0,1 namun kita dapat mencoba nilai **α** yang lain yang mendekati nol katakanlah **α** = 0,2; 0,15; 0,05; dan lainnya tergantung pada sejauh mana kestabilan dari data tersebut. Semakin stabil nilai **α** yang di pilih harus semakin kecil menuju ke titik nol.

2.1.4. Model *Regresi Linier*

Regresi Linier adalah suatu metode populer untuk berbagai macam permasalahan. Formula *regresi linier* adalah sebagai barikut :

$$\hat{f}(t) = \hat{a} + \hat{b}t \qquad \ldots 2.10.$$

Di mana :

$$\hat{a} = \frac{\sum t^2 \sum f(t) - \sum t \sum t.f(t)}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}$$
$$\hat{b} = \frac{n\sum t.f(t) - \sum t \sum f(t)}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2} \qquad \ldots 2.11.$$

Ket : a & b = int *ercep* & *slope*

$\hat{f}(t)$ = nilai dari fungsi (permintaan) pada periode t (variabel terikat).

2.2. Pemilihan Model Peramalan

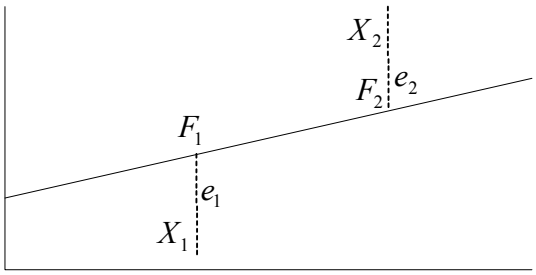
Untuk lebih meyakinkan bahwa model peramalan yang dipilih baik atau tidak,kita dapat menggunakan beberapa indikator dalam pengukuran akurasi peramalan, namun yang paling umum dipergunakan adalah : MAD (*Mean Absolute Deviation*= rata-rata penyimpangan absolut*),* MAPE (*Mean Absolute Procentage Error* = rata-rata persentase kesalahan absolute), MSE (*Mean Square Error* = rata-rata kuadrat kesalahan), akurasi peramalan akan semakin tinggi apabila nilai-nilai MAD, MAPE, dan MSE, semakin kecil.

2.2.1 Ukuran-ukuran Kesalahan Peramalan

Suatu peramalan sempurna jika variabel yang diramalkan sama dengan nilai sebenarnya. Kesalahan peramalan adalah perbedaan antara nilai variabel dengan yang sesungguhnya dan nilai peramalan pada periode yang sama, atau dalam bentuk rumus :

$$e_t = X_t - F_t \qquad \ldots 2.12.$$

seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5 kesalahan peramalan (sumber : Assauri, 1980)

Dimana :

e_t : Kesalahan prakiraan (kesalahan error)

X_t : Nilai variabel yang sesungguhnya

F_t : Nilai peramalan pada periode yang sama

Peramalan adalah hasil taksiran kita akan suatu nilai di masa yang akan datang. Karena masih berupa taksiran, maka besar kemungkinan adanya kesalahan-kesalahan pada peramalan tersebut. Ada beberapa statistik ukuran kesalahan yang biasa dipakai (Assuari, 1980).

1. Kesalahan Rata-rata

Kesalahan rata-rata (*AE, Average Error* atau bias) merupakan rata-rata perbedaan antara nilai sebenarnya dan nilai prakiraan, yang dirumuskan :

$$AE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e}{n} \qquad \ldots 2.13.$$

Kesalahan rata-rata suatu prakiraan (e_t) seharusnya mendekati angka nol jika data yang diamati (n) berjumlah besar. Apabila tidak berarti model yang digunakan mempunyai kecenderungan bias, yaitu prakiraan cenderung menyimpang di atas rata-rata atau dibawah rata-rata dari nilai sebenarnya.

2. Rata-rata Penyimpanan Absolut

Rata-rata penyimpanan absolut (MAD, Mean Absolut Deviation) merupakan penjumlahan kesalahan prakiraan tanpa menghiraukan tanda aljabarnya dibagi dengan banyaknya data yang di amati (n), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - F_i|}{n} \qquad \ldots 2.14.$$

Dalam MAD, kesalahan dengan arah positif atau negatif akan akan diberlakukan sama, yang diukur hanya besar kesalahan secara absolut.

3. Rata-rata Kesalahan Kuadrat

Metode rata-rata kesalahan kuadrat (MSE, *Mean Squared Error*) memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan prakiraan yang lebih kecil dari satu unit.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} ei^2}{n} \qquad \ldots 2.15.$$

4. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut

Pengukuran ketelitian dengan cara rata-rata persentase kesalahan absolut MAPE (Mean Absolute Percentage Error) menunjukan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktual.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{e}{x_i} 100}{n} \qquad \ldots 2.16.$$

Peramalan yang sudah didapatkan tentunya haruslah dimonitor dan dikendalikan. Metode yang digunakan dalam monitor dan pengendalian peramalan ini adalah dengan menggunakan metode Moving Range Chart. Moving range chart ini berguna untuk membandingkan nilai-nilai aktual dengan nilai peramalannya (Biegel, 1992).

Setelah memperoleh bentuk peramalan yang mempunyai nilai MSE yang terkecil maka langkah selanjutnya adalah melakukan verifikasi dengan menggunakan *Moving Range Chart* yang didesain untuk membandingkan antara *demand* yang sebenarnya dengan *demand* yang diramalkan untuk periode yang sama, atau dengan kata lain dilihat pentimpangan *demand* dari ramalan dalam periode yang diambil.

Garfik di bawah dapat digunakan untuk membandingkan keadaan ramalan dengan *demand* sebenarnya pada masa yang akan datang. Sekali kita mengunakan

ramalan dari *Moving Range Chart,* maka kita menggunakan kedua alat diramalkan stabil atau tidak. *Moving Range Chart,* didefinisikan sebagai :

$$MR = \left| f^1 - f \right| - \left| f^1_{m-1} f_{m-1} \right|$$
$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{m-1} \qquad \ldots 2.17.$$

Garis pusat untuk *Moving Range Chart* adalah nol dan batas kontrolnya adalah :

$$UCL = +2{,}66 * \overline{MR}$$
$$LCL = -2{,}66 * \overline{MR} \qquad \ldots 2.18.$$

Dan variabel yang diplot pada *Moving Range Chart* adalah :

$$Error = f^d_m - f_m \qquad \ldots 2.19.$$

Bila semua titik terletak dalam batas kontrol, diharapkan peramalan dapat digunakan untuk masa datang, sampaidiperlukan kembali. Tetapi jika d*item*ukan satu titik keluar dari batas kontrol selam verifikasi maka data tersebut dapat diabaikan atau bila perlu merubah peramalan.

2.3. Persediaan

Secara umum, persediaan adalah segala sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintan. Persediaan adalah komponen, material atau produk jadi yang tersedia ditangan, menunggu untuk digunakan atau dijual. (**Groebner**, *Introduction to Management Science, 1992)*.

Persediaan adalah bahan mentah, barang dalam proses (*Work in Process*), barang jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (**Riggs,** 1976).

Secara fisik, *item* persediaan dapat dikelompokan dalam lima kategori, yaitu sebagai berikut :

1. Bahan mentah (*raw material*), yaitu barang-barang berwujud seperti baja, kayu, tanah liat, atau bahan-bahan mentah lainnya yang diperoleh dari sumber-sumber alam, atau diberi dari pemasok, atau diolah sendiri oleh

perusahaan untuk digunakan perusahaan dalam proses produksinya sendiri.

2. Komponen, yaitu barang-barang yang terdiri atas bagian-bagian (*Parts*) yang diperoleh dari perusahaan lain atau hasil produksi sendiri untuk digunakan dalam pembuatan barang jadi atau barang setengah jadi.
3. Barang setengah jadi (*work in process*), yaitu barang-barang keluaran dari tiap operasi produksi atau perakitan yang telah memiliki bentuk lebih kompleks dari pada komponen, namun masih perlu proses lebih lanjut untuk menjadi barang jadi.
4. Bahan pembantu (*supplies material*) adalah barang-barang yang diperlukan dalam proses pembuatan atau perakitan barang, namun bukan merupakan komponen barang jadi. Termasuk bahan penolong adalah bahan bakar, pelumas, listrik, dan lain-lain.
5. Barang jadi (*finished dood*) adalah barang-barang yang telah selesai diproses dan siap untuk didistribusikan ke konsumen.

Pengendalian persediaan merupakan fungsi manajerial yang sangat penting, karena matoritas perusahaan melibatkan investasi besar pada aspek ini (20%-60%). Ini merupakan dilema bagi perusahaan. Bila persediaan dilebihkan biaya penyimpanan dan modal yang diperlukan akan bertambah. Bila perusahaan menanam terlalu banyak modalnya dalam persediaan, menyebabkan biaya penyimpanan yang berlebihan. Kelebihan persediaan juga membuat modal menjadi mandek, semestinya modal tersebut dapat diinvestasikan pada sektor lain yang lebih menguntungkan (*opportunity cost*). Sebaliknya, bila persediaan dikurangi akan mengakibatkan kehabisan barang (*stock out*). Bila perusahaan tidak memiliki persediaan yang mencukupi, biaya pengadaan darurat akan lebih mahal. Dampak lain, mungkin kosongnya barang di pasaran dapat membuat konsumen kecewa dan lari ke merk lain.

Mengingak konsekuensi logis yang dilematis (kekurangan atau kelebihan) dari persediaan, perusahaan harus merencanakan dan mengendalikan persediaan ini

pada tingkat yang optimal. Kriteria optimal adalah minimasi keseluruhan biaya yang terkait dengan semua konsekuensi kebijakan persediaan.

2.3.1. Penyebab dan Fungsi Persediaan

Persediaan merupakan suatu hal yang tidak terhindarkan. Penyebab timbulnya persediaan adalah :

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan. Permintaan atas suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya. Untuk menyiapkan barang ini diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sangat sulit dihindarkan.
2. Keinginan untuk meredam ketidakpastian. Ketidakpastian terjadi akibat : permintaan yang bervarisi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tidak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam dengan mengadakan persedian.
3. keinginan melakukan spekulasi yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa yang akan datang.

Efisiensi produksi (salah satu muaranya adalah penurunan biaya produksi) dapat ditingkatkan melalui pengendalian sistem persediaan. Efisiensi ini dapat dicapai apabila fungsi persediaan dapat dioptimalkan. Beberapa fungsi persediaan adalah sebagai berikut :

1. Fungsi independensi. Persediaan bahan diadakan agar departemen-departemen dan proses individual terjaga kebebasannya. Persediaan barang jadi diperlukan untukmemenuhi permintaan pelanggan yang tidak pasti. Permintaan pasar tidak dapat diduga dengan tepat, demikian juga pasokan dari pemasok. Seringkali keduanya meleset dari perkiraan. Agar proses produksi dapat berjalan tanpa bergantung pada kedua hal ini (*independent*), mak persediaan harus mencukupi.

2. Fungsi ekonomis. Seringkali dalam kondisi tertentu, memproduksi dengan jumlah produksi tertentu (*lot*) akan lebih ekonomis dari pada memproduksi secara berulang atau sesuai permintaan. Pada kasus tersebut, maka biaya set up ini mesti dibebankan kepada setiap unit yang diproduksi, sehingga jumlah produksi yang berbeda membuat biaya produksi per unit juga akan berbeda, maka perlu ditentukan jumlah produksiyang optimal. Jumlah produksi yang optimal pada kasus ini ditentukan pada oleh stuktur biaya se up dan biaya penyimpanan, bukan oleh jumlah permintaan, sehingga timbullah persediaan. Pada beberapa kasus membeli dengan jumlah tertentu akanlebih ekonomis ketimbang membeli sesuai kebutuhan.
3. Fungsi antisipasi, fungsi ini diperlukan untuk mengantisipasi perubahan permintaan atau pasokan. Seringkali perusahaan mengalami kenaikan permintaan setelah dilakukan program promosi. Untuk memenuhi hal ini, maka diperlukan sediaan produk jadi agar tidak *stock out,* keadaan yang lain adalah bila suatu ketika diperkirakan pasokan bahan baku akan terjadi kekurangan. Jadi, tindakan menimbun persediaan bahan baku terlebih dahulu adalah merupakan tidakan rasional.
4. Fungsi fleksibilitas. Bila dalam proses produksi terdiri atas beberapa tahapan proses operasi dan kemudian terjadi kerusakan pada satu tahapan proses operasi, maka akan diperlukan waktu untuk perbaikan. Berarti produk tidak akan dihasilkan untuk sementara waktu.

2.3.2. Sistem Persediaan

Sistem persediaan adalah suatu mekanisme mengenai bagaimana mengelola masukan-masukan yang sehubungan dengan persediaan menjadi output, di mana untuk itu diperlukan umpan balik agar output memenuhi standar tertentu. Mekasnisme sistem ini adalah pembuatan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan, menentukan tingkat persediaan , menentukan persediaan yang harus dijaga, barang dalam proses, komponen, dan bahan baku secara optimal , dalam kuantitas yang optimal, dan pada waktu yang optimal. Kriteria optimal

adalah minimasi biaya total terkait dengan persediaan, yaitu biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya kekurangan persediaan.

Variabel keputusan dalam pengambilan persediaan tradisional dapat diklasifikasikan ke dalam variabel kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, variabel keputusan pada pengendalian sistem persediaan adalah sebagai berikut :

1. Berapa banyak jumlah barang yang akan dipesan atau dibuat.
2. Kapan pemesanan atau pembuatan harus dilakukan.
3. Berapa jumlah persediaan pengaman.
4. bagaimana mengendalikan persediaan.

Secara kuantitatif, masalah persediaan berkaitan dengan sistem pengoprasian persediaan yang akan menjamin kelancaran pengelolaan persediaan adalah sebagai berikut :

1. Jenis barang apa yang dimiliki.
2. Di mana barang tersebut berada.
3. Berapa jumlah barang yang akan dipesan.
4. Siapa saja yang menjadi pemasok masing-masing *item.*

Secara luas, tujuan dari sistem persediaan adalah menemukan solusi optimal terhadap seluruh masalah yang terkait dengan persediaan. Dikaitkan dengan tujuan umum perusahaan, maka ukuran optimalitas pengendalian persediaan seringkali diukur dengan keuntungan masksimum yang dicapai. Karena perusahaan memiliki banyak subsistem selain persediaan, maka mengukur kontribusi pengendalian persediaan dalam mencapai total keuntungan bukan hal mudah. Optimalisasi pengendalian persediaan biasanya diukur dengan total biaya minimal pada suatu periode tertentu.

2.3.3. Jenis-Jenis Persediaan

Menurut Freddy Rangkuti terdapat beberapa jenis pesediaan, yaitu :

- *Batch Stock / Lot Size Memory*

  Yaitu persediaan yang diadakan karena perusahaan membeli atau membutuhkan barang-barang dalam jumlah yang lebih besar dari jumlah kebutuhan sebenarnya saat itu.

- *Fluctuation Stock*

  Yaitu persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan pelanggan yang tidak dapat diramalkan.

- *Anticipation Stock*

  Yaitu persediaan yang diadakan untuk menghadapi permintaan yang dapat diramalkan berdasarkan pola musiman yang terdapat dalam satu tahun, serta untuk menghadapi penggunaan atau penjualan atau permintaan yang meningkat.

2.3.4. Biaya dalam Persediaan.

Menurut Eddy harjanto biaya-biaya yang terdapat dalam persediaan dapat digolongkan ke dalam tiga jenis biaya, yaitu ;

1. Biaya Pengadaan.

   Biaya pengadaan atau biaya pemesanan (*ordering cost*) adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan kegiatan pemasaran barang atau bahan, sejak dari penempatan pemesanan sampai tersedianya barang jadi di gudang.

   Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya pemesanan ini adalah :

   - Biaya administrasi dan penempatan order.
   - Biaya pembuatan faktur.
   - Biaya pemilihan pemasok.
   - Biaya pengangkutan dan bongkar muat.
   - Biaya penerimaan dan pemeriksaan barang.

   Biaya pemesanan tidak tergantung dari jumlah yang dipesan, tetapi bergantung dari berapa kali pesanan dilakukan.

2. Biaya Penyimpanan.

   Biaya penyimpanan (*carrying cost*), yaitu biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang. Biaya-biaya yang termasuk dalam penyimpanan adalah :

   - Biaya Sewa gedung.

     Biaya ini dihitung per satuan unit barang dan bergantung pada kepemilikan gudang, yaitu :

     - Milik sendiri, perhitungan dengan depresiasi gudang.
     - Sewa, perhitungan dengan biaya sewa.
   - Biaya Administrasi Pergudangan.
   - Upah Pelaksanan Pergudangan.
   - Biaya Listrik.
   - Biaya Asuransi.

     Digunakan untuk mengantisipasi kejadian yang tidak diperhitungkan pada barang yang disimpan.
   - Biaya Kerusakan.
   - Biaya Penanganan Barang.
   - Biaya Modal dan Investasi Barang.

3. Biaya Kekurangan Persediaan.

   Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*), adalah biaya yang timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang pada waktu yang diperlukan.

   Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya kekurangan persediaan ini adalah :

   - Biaya administrasi tambahan.
   - Biaya tertundanya penerimaan keuangan.
   - Biaya kehilangan pelanggan.

   Dalam perusahaan dagang, terdapat tiga alternatif yang dapat terjadi karena kekurangan persediaan, yaitu tertundanya penjualan, kehilangan penjualan, dan kehilangan pelanggan.

4. Biaya Kelebihan Persediaan.

   Merupakan sejumlahkebutuhan bahan baku yang tidak dibutuhkan lagi dalam waktu dekat, di mana biaya itu sering terjadi pada persoalan statis, sedangkan

pada persoalan dinamis tidak akan terjadi, karena kelebihan bahan bisa digunakan pada periode berikutnya.

5. Biaya Bahan.

   Biaya bahan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pembelian bahan atau barang yang besarnya tergantung berapa harga persatuan berat bahan yang dibeli.

2.3.5. Istilah dalam Sistem Persediaan

Dalam persediaan terdapat beberapa istilah-istilah penting yang bisa dipergunakan dalam sistem persediaan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Demand*

   Keputusan pengadaan persediaan dibuat berdasarkan perkiraan permintaan masa datang. Beberapa sifat permintaan :

   - Deterministik : dalam hal ini berdasarkan permintaan yang diketahui.
   - Probabilistik : besarnya permintaan hanya diketahui berbentuk suatu distribusi tertentu.
   - Statis : laju permintaan untuk setiap periode adalah sama.
   - Dynamis : laju permintaan setiap periode tidak sama.

2. *Lead time (*Waktu Ancang-Ancang*)*

   Adalah lamanya waktu yang dibutuhkan mulai saat pemesanan dilakukan sampai barang atau bahan yang dipesan tiba di tempat.

5. *Reorder Point (*Titik Pemesanan Kembali*)*.

   Adalah titik di mana jumlah persediaan bahan maksimum digudang pada siklus yang bersangkutan dukurangi pemakaian sesungguhnya.

4. *Order Level (*Tingkat Pemesanan*)*.

   Adalah besarnya persediaansebagai patokan dalam menentukan ukuran pemesanan, jadi ukuran pesanan tergantung dari besarnya *order level* dikurangi persediaan yang ada di gudang pada saat itu.

5. *Schedulling Periodic (*Periode Pemesanan*)*.

Adalah periode waktu antara pemesanan terjadi. Untuk sistem persediaan dengan periode pemesanan tetap, maka besarnya pemesanan tergantung dari besarnya *order level.*

2.3.6 Total Biaya Persediaan.

Bentuk persamaan yang digunakan dalammenghitung total biaya persediaan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Karena harga per unit dianggap tetap, maka biaya yang berpengaruh adalah biaya pemesanan dan biaya simpan, sehingga *Total Inventory Cost* :

$$TIC = A\frac{\lambda}{Q} + h\frac{Q}{2} \qquad \ldots 2.20.$$

karena Q unit memberikan TIC minimum adalah :

$$Q = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} \qquad \ldots 2.21.$$

maka TIC minimum adalah :

$$TIC = A\frac{\lambda}{\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}} + h\frac{\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}}{2}$$

$$TIC = A\frac{2\lambda}{2\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}} + h\frac{\frac{2A\lambda}{h}}{2\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}}$$

$$TIC = \frac{2A\lambda + 2A\lambda}{2\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}}$$

$$TIC = \frac{2A\lambda}{\sqrt{\frac{2A\lambda}{h}}}$$

$$TIC^2 = \frac{(2A\lambda)^2}{\frac{2A\lambda}{h}}$$

$$TIC^2 = (2A\lambda)^2 x\frac{h}{2A\lambda} \qquad \ldots 2.22.$$

$$TIC^2 = 2xAxhx\ \lambda$$

$$TIC = \sqrt{2Ah\lambda}$$

Maka total cost per tahun adalah :

TC =TIC + OB atau

TC = OP + OS + OB …2.23.

Di mana :

OP = Biaya Pesan

OS = Biaya Simpan

OB = Biaya Beli (harga/unit x Jumlah unit bahan)

λ = Jumlah kebutuhan dalam setahun

A = Biaya pemesanan untuk tiap kali pesan

h = Biaya pemesanan per unit

Qo = Jumlah pemesanan optimal setiap kali pesan

Untuk menentukan besarnya harga variabel-variabel tersebut di atas, maka digunakan rumus sebagai berikut :

h = p x i …2.24.

$$Qo = \sqrt{\frac{2A\lambda'}{h}} \quad \text{…2.25.}$$

λ' = Peramalan jumlah kebutuhan bahan

p = Harga bahan per unit

i = Biaya penyimpanan dalam persen

2.4. Metode Q

Dikatakan Metode Q karena variabel keputusan dalam metode ini adalah Q (yang menotasikan kuantitas) pesanan. Kriteria optimal adalah total biaya persediaan yang minimal.

2.4.1. *Economic Order Quantity* (*EOQ*)

EOQ adalah besarnya jumlah pesanan yang ekonomis, artinya pesanan yang memiliki biaya pesan dan biaya simpan per tahun yang paling minimal. Untuk mengetahui berapa besarnya *EOQ* ini, maka harus diketahui dulu berapa biaya

dalam sekali pesan, biaya penyimpanan yang biasanya dinyatakan dalam presentase dari biaya perunit bahan, jumlah kebutuhan bahan dalam periode tertentu serta harga bahan per unit. Dan *EOQ* ini dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} \qquad \ldots 2.26.$$

Di mana :

λ = Jumlah kebutuhan dalam setahun

A = Biaya pemesanan untuk tiap kali pesan

h = Biaya pemesanan per unit

2.4.2. Persediaan Pengaman *(Safety Stock)*

Persediaan pengaman adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan atau *stock out*. Kemungkinan terjadinya *stock out* ini dapat disebabkan karena penggunaan bahan baku yang lebih besar dari perkiraan semula, atau keterlambatan dan penerimaan bahan baku yang dipesan. Akibat pengadaan persediaan penyelamat terhadap biaya perusahaan adalah mengurangi kerugian yang ditimbulkan karena terjadinya *stock out,* akan tetapi sebaliknya akan menambah besarnya *carring cost.*

Besarnya pengurangan biaya atau kerugian perusahaan adalah perkalian antara jumlah persediaan pengaman yang diadakan untuk menghadapi *stock out* per unitnya. Sebaliknya pertambahan biaya terjadi sebesar perkalian prosentase *carring cost* terhadap harga atau nilai persediaan pengaman. Oleh karena itu pengadaan persediaan pengaman oleh perusahaan dimaksudkan untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan karena terjadinya *stock out,* tetapi juga pada saat itu diusahakan agar *carrying cost* serendah mungin.

Dalam menentukan persediaan pengaman sebaliknya didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan yang rasional yang dapat diukur sehingga dapat

menghasilkan penentuan kebijaksanaan yang tepat dan efektif agar kelangsungan perusahaan dalam kegiatan produksinya dapat terjamin.

Terdapat berbagai macam metode pendekatan dalam perhitungan jumlah persediaan pengaman, antara lain :

1. Metode Konservatif

Besarnya persediaan pengaman ditentukan berdasarkan laju pemakaian terbesar yang penuh terjadi dikalikan dengan waktu ancang-ancang yang pernah terjadi. Hasil perkalian tersebut akan mendapatkan jumlah persediaan pengaman yang sangat besar tetapi sangat aman.

2. Metode Prosentase Pengaman

Dasar yang digunakan adalah perkalian rata-rata laju pemakaian dengan rata-rata waktu ancang-ancang dan diambil suatu faktor pengaman yang biasanya berkisar antara 25-40%.

Contoh :

- Rata-rata laju persediaan pemakaian = 25 hari
- Rata-rata *lead time* = 10 hari
- Faktor pengaman = 30 %

Maka besarnya persediaan pengaman = 30%(25 x 10)

= 75 unit

3. Metode akar rata-rata pemakaian selama *lead time*

Model ini berpijak pada ciri has distribusi poisson di mana dianggap bahwa variasi yang terjadi pada pemakaian bahan selama *lead time* mengukuti gejala distribusi tersebut. Caranya dengan mengambil harga akan laju pemakaian selama *lead time* dan mengalikannya dengan faktor pengaman, harga faktor pengaman (k) merupakan besar resiko habisnya persediaan yang bisa diterima oleh pihak manajemen, atau dengan persamaan :

$$SS = k\sqrt{Sx\,\tau S} \qquad \ldots 2.27.$$

di mana : k = faktor pengaman

τ = waktu ancang-ancang (*lead time)*

S = rata-rata laju pemakaian

4. Metode Kombinasi

Metode ini merupakan kombinasi dari metode 2 dan metode 3 dengan sedikit modifikasi. Caranya adalah dengan mencari harga rata-rata dan deviasi standar laju pemakaian dan dengan mempertimbangkan faktor pengaman yang menunjukan resiko habisnya persediaan yang diperbolehkan atau dengan persamaan ;

$$SS = k\sigma\sqrt{\tau} \qquad \ldots 2.28.$$

di mana : k = faktor pengaman

σ = deviasi standar laju pemakaian

τ = waktu ancang-ancang *lead time*

5. Metode Pemakaian Selama waktu Ancang-ancang

Metode ini berdasarkan pertimbangan atas adanya variasi atau deviasi pada laju pemakaian maupun pada waktu ancang-ancangnya. Cara ini dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung harga rata-rata dan deviasi standar pemakaian maupun waktu ancang-ancang.

Misalkan :

- Rata-rata pemakaian = s
- Deviasi standar pemakaian = σ
- Rata-rata *lead time* = τ
- Deviasi standar *lead time* = S τ

Maka rata-rata pemakaian selama *lead time* :

Dengan deviasi standar = $\sqrt{\left[\tau(\sigma)^2 + S^2(S_\tau)^2\right]}$ …2.29.

Besarnya SS = k $\sqrt{\left[\tau(\sigma)^2 + S^2(S_\tau)^2\right]}$ …2.30.

6. Metode Statistik

Metode ini berdasarkan pada perhitungan deviasi permintaan (*demand*) atau adanya kesalahan peramalan yang dihitung berdasarkan rata-rata harga mutlak deviasi.

$$\mu_t = \lambda x \tau \qquad \ldots 2.31.$$

di mana : τ = waktu ancang-ancang (*lead time)*

r = reorder point

t = jumlah periode

λ = *demand* peramalan pada periode t

maka besarnya

$$SS = r - \mu_\tau \qquad \ldots 2.32.$$

2.4.3. Penentuan Waktu Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Pemesanan barang atau bahan baku yang tidak menentu dapat menyebabkan terganggunya kelancaran produksi. Oleh karena itu perlu ditentukan waktu pemesanan kembali bahan yang paling tepat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemesanan kembali adalah :

a. Waktu yang diperlukan dari saat pemesanan sampai bahan tersebut datang disebut *lead time*. *Lead time* ini akan mempengaruhi besarnya bahan yang dipakai selama *lead time,* artinya semakin lama atau cepat *lead time* maka semakin besar atau kecil jumlah barang atau bahan yang diperlukan untuk pemakaian selama *lead time.*
b. Tingkat pemakaian rata-rata per satuan waktu

   Besarnya bahan yang diperlukan selama *lead time* adalah jumlah waktu *lead time* dikali tingkat pemakaian rata-rata bahannya.

c. Persediaan Pengaman (*safty stock*)

Jumlah persediaan bahan yang minimum harus ada untuk menjaga kemungkinan keterlambatan datangnya bahan yang dibeli atau dipesan agar perusahaan tidak mengalami *stock out.*

Dalam hal ini titik pemesanan kembali diperlukan adalah besarnya persediaan maksimum di gudang pada siklus yang bersangkutan dikurangi pemakaian sesungguhnya yang mendekati. Adapun persamaan rumus penentuan *reorder point* adalah sebagai berikut :

$$r = Z_{\alpha}.S_x + \mu_r \qquad \ldots 2.33.$$

di mana : r = *reorder point*

Z_{α} = hasil tabel distribusi normal

S_x = standar deviasi selama *lead time*

μ_r = kebutuhan rata-rata

2.5 Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning*)

Material Requirement Planning adalah suatu konsep dalam manajemen produksi yang membahas cara yang tepat dalam perencanaan kebutuhan barang dalam proses produksi, sehingga barang yang dibutuhkan dapat tersedia sesuai dengan yang direncanakan.

Salah satu alasan mengapa MRP digunkan secara cepat dan meluas sebagai teknik manajemen produksi terutama dalam lingkungan manufaktur karena Mrp menggunakan kemampuan komputer untuk menyimpan dan mengolah data yang berguna dalam menjalankan kegiatan perusahaan.sebelum menggunakan MRP, perencanaan pengendalian persediaan dan produksi dilakukan melalui pendekatan reaktif sebagai berikut :

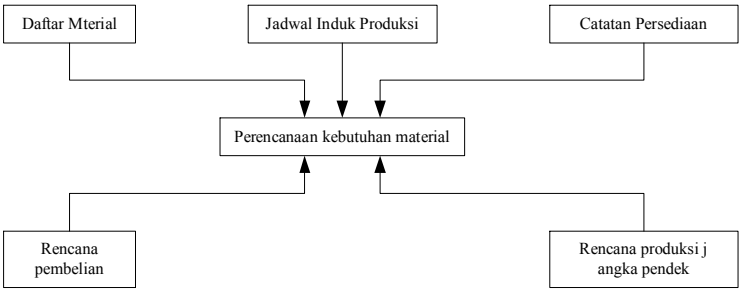
1. *Reoder point policy,* dimana persediaan secara kontinyu diawasi dan pengadan dilakukan apabila jumlah barang persedian sudah sampai pada tingkat yang ditentukan.

2. *Periodic order cycle policy,* dimana persediaan diawasi dan pada setiap periode tertentu sejumlah barang ditambahkan agar jumlah persediaan tetap berada pada tingkat persediaan yang ditentukan.

Secara umum sistem MRP dimaksudkan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Meminimalkan persediaan
2. Mengurangi resiko krena keterlambatan produksi atau pengiriman
3. Komitmen realities
4. Mengikatkan efisiensi

Komponen dasar MRP terdiri atas jadwal induk produksi, daftar material dan catatan persediaan, yang dapat digambarkan dalam suatu sistem MRP. Berdasarkan informasi dari jadwl induk produksi dapat diketahui permintaan dalam suatu produk akhir. Selanjutnya, dengan mengetahui komponen yang membentuk komponen akhir itu, status persediaan, dan waktu tenggang yang bersangkutan, dapat disusun suatu perencanaan kebutuhan dari komponen yang diperlukan (lihat gambar 2.3).



Gambar 2.6 Sistem MRP

2.5.1 Langkah-langkah Dalam MRP

Langkah-lngkah yang perlu diperhatikan dalam MRP :

1. *Netting* yaitu menghitung kebutuhan bersih dari kebutuhan kasar dengan memperhitungkan jumlah diterima dengan jumlah yang diolokasikan.
2. Konversi dari kebutuhan bersih menjadi kuantitas-kuantitas pesanan.
3. Menempatkan suatu pelepasan pemesanan pada waktu yang tepat dengan cara menghitung mundur dari waktu yang dikehendaki dengan memperhitungkan waktu tenggang, agar memenuhi pesanan komponen yang ber sangkutan.
4. Menjabarkan rencana produksi akhir ke kebutuhan kasar untuk komponen-komponennya melalui dftar material.

2.5.2 Metode-metode Dalam MRP

1. *Metode Lot Sizing* (LS)

   Merupakan cara yang paling sederhana dari semua teknik pengukuran lot yang ada. Tujuannya untuk meminimumkan ongkos simpan dengan persediaan disesuaikan dangan kapasitas produksinya. Metode ini sering digunakan untuk item-item yang mempunyai init atau harga sangat mahal.

2. *Economic order quantity* (*EOQ*)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} \qquad \ldots 2.34.$$

   Dimana :

   λ = Jumlah kebutuhan dalam setahun

   A = Biaya pemesanan untuk tiap kali pesan

   h = Biaya pemesanan per unit

3. *Fixed Order Quantity* (*FOQ*)

a. Ukuran lot pesnan dibuat tetap jumlahnya setiap periode, tetapi periodenya selalu berubah.

b. Penetapan jumlah dilakukan berdasarkan subjektif, factor-faktor empirik atu sesuai dengan pengalaman.

4. *Period Order Quantity* (POQ)

   Metode ini sering disebut juga dengan metode uniform order ctcle, merupakan pengembangan dari metode *EOQ* untuk permintaan yang tidak seragam dalam beberapa periode.

   Rata-rata permintaan digunakan dalam *EOQ* untuk mendapatkan rata-rata jumlah barang setiap kali pemesanan. Angka ini selanjutnya dibagi dengan rata-rata jumlah permintaan per periode dan hasilnya dibulatkan ke dakam angka integer. Angka terakhir menunjukan jumlah periode waktu yang dicakup satu rumus, sebagai berikut :

   $$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} \qquad \ldots 2.35.$$

   Dimana :

   λ = Jumlah kebutuhan dalam setahun

   A = Biaya pemesanan untuk tiap kali pesan

   h = Biaya pemesanan per unit

   Untuk perhitungan biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya total perhitungannya sama seperti metode0metode selanjutnya.

   Periode pemesanannya = $(JPP) = T \times \frac{EOQ}{Total\ \ Kebutuhan}$

5. *Fixed Period Requitmrnt* (*FPR*)

   Penetapan ukuran lot hanya berdasarkan *periode* waktu tertentu saja, selang antar pemesanan tetap, besarnya ukuran lot didapat dengan cara menjumlahkan kebutuhan bersih pada *periode* yang akan dating.

6. *Least Unit Cost* (LUC)

   Ukuran kuantitas pemesanan dilakukan dengan trial dan error cara coba-coba dengan jalan mempertanyakan kondisi terbaik, yaitu apakah lot disuatu *periode* sebaiknya sama dengan kebutuhan bersih pada *periode-periode* berikutnya. Keputusannya ditentukan berdasarkan ongkos perunit terkecil dari setiap ukuran lot yang akan terpilih.

Dalam sistem MRP dikenal berbagai macam teknik penentuan *lot*. Berdasarkan tingkatannya, teknik penentuan *lot* dapat dikategorikan sebagai berikut :

- Teknik ukuran *lot* untuk satu tingkat dengan kapasitas tak terbatas.
- Teknik ukuran *lot* untuk satu tingkat dengan kapasitas terbatas.
- Teknik ukuran *lot* untuk banyak tingkat dengan kapasitas tak terbatas.
- Teknik ukuran *lot* untuk banyak tingkat dengan kapasitas terbatas.

Teknik penerapan ukuran *lot* untuk satu tingakat dengan asumsi kapasitas tak terbatas dapat diklasifikasikan lagi ke dalam empat cara sebagai berikut :

- *Fixed Order Quantity (FOQ)*
- *Lot-For-Lot (L-4-L)*
- *Fixed Period Requirement (FPR)*
- *Economic Order Quantity (EOQ)*

Teknik ukuran *lot FOQ* dan *EOQ* berorientasi pada tingkat kebutuhan, sedangkan pada teknik *lot FPR* dan L-4-L merupakan teknik ukuran *lot* diskrit, karena hanya memenuhi permintaan sesuai dengan yang telah direncanakan dalam periode tertentu. Ukuran *lot* diskrit tidak akan menghasilkan sisa jumlah komponen karena teknik tersebut hanya memenuhi permintaan dengan jumlah yang sama seperti telah direncanakan. Kelemahan dari teknik *lot* diskrit ini adalah bila dimasa yang akan datang terjadi lonjakan permintaan, maka harus dilakukan perhitungan ulang.

Teknik penentuan ukuran *lot* mana yang paling baik dan tepat bagi suatu perusahaan adalah persoalan yang sulit, karena sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut :

- Variasi dari kebutuhan, baik dari segi jumlah maupun periodenya.
- Rentang waktu perencanaan.
- Ukuran periodenya (mingguan, bulanan, dan sebagainya)
- Perbandingan biaya pesan dan biaya simpan

Hal-hal itulah yang mempengaruhi keefektifan dan keefisienan suatu metode dibandingkan metode lainnya. Dalam praktik, umumnya teknik L-4-L seringkali menjadi pilihan. Apabila ada kesulitan yang berarti, barulah teknik yang lain dipakai.

Kesulitan lainnya dalam penentuan ukuran *lot* adalah untuk kasus struktur produk yang bertingkat banyak (*multilevel case)* karena masih dalam tahap pengembangan. Sehingga bisa disimpulkan, ada dua pendekatan dalam menentukan *lot*, yaitu periode demi periode untuk kasus *level* dan *level* demi *level* untuk kasus *multilevel*. Dimana keduanya akan mempengaruhi tingkat kesulitan dalam MRP. Berikut ini akan diberikan penjelasan tentang beberapa teknik ukuran *lot* untuk satu tingkat dengan kapasitas tak terbatas. Misalkan ada suatu perusahaan yang mempunyai data-data kebutuhan akan suatu komponen sebagai berikut.

Tabel 2.3. Contoh Data Kebutuhan

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Kebutuhan Bersih	20	50	60	80	40	40	40	60	400

- Harga per unit = Rp. 10.000,-/unit
- Biaya simpan = Rp. 3.000,-/unit/periode
- Biaya Pesan = Rp. 21.500,-/pesan

2.5.2.1. *Fixed Order Quantity (FOQ)*

Dengan metode *FOQ* ukuran *lot* ditentukan secara subjektif. Berapa besarnya dapat ditentukan berdasarkan pengalaman produksi atau intuisi. Tidakada teknik yang dapat dikemukakan untuk menentukan berapa ukuran *lot* ini. Kapasitas produksi selama *lead time* produkis dalam hal ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan besarnya *lot*. Sekali ukuran *lot* ditetapkan, maka ukuran *lot* ini akan digunakan untuk seluruh periode selanjutnya dalam perencanaan.

Berapa pun kebutuhan bersihnya, rencana pesan akan sebesar *lot* yang telah ditentukan tersebut. Metode ini dapat ditempuh untuk *item-item* yang biaya pemesanannya sangat mahal.

Besarnya jumlah mencerminkan pertimbangan faktor-faktor luar, seperti peristiwa atau kejadian yang tidak dapat dihitung dengan teknik-tekik penentuan ukuran *lot*. Beberapa keterbatasan kapasitas atau proses yang harus dipertimbangkan antara lain batas waktu rusak, pengepakan, penyimpanan , dan lain sebagainya. Apabila teknik ini diterapkan dalam sistem MRP, maka besarnya jumlah pesanan dapat menjadi sama atau lebih besar dari kebutuhan bersih, yang kadang-kadang diperlukan bila ada lonjakan permintaan.

Sebagai contoh, ukuran *lot* produksi secara intuitif telah ditetapkan sebesar 100 unit, kemudian pemesanan dilakukan apabila jumlah kebutuhan bersih untuk beberapa periode yang akan datang mendekati 100. salah satu ciri dari metode *FOQ* ini adalah ukuran *lot*-nya selalu tetap. Tetapi periode pemesanannya yang selalu berubah.

Tabel 2.4. Penerapan Ukuran *Lot* dengan *FOQ*.

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8
Kebutuhan Bersih	20	50	60	80	40	40	40	60
Jumlah Pesan	100		100	100			100	
Sediaan	80	30	70	90	50	10	70	10

2.5.2.2. *Economic Order Quantity (EOQ)*

Penetapan ukuran *lot* dengan teknik ini sangat populer sekali dalam sistem persediaan tradisional. Dalam teknik ini besarnya ukuran *lot* adalah tetap. Penentuan *lot* berdasar biaya pesan dan biaya simpan, dengan formula sebagai berikut.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\lambda}{h}} \qquad \ldots 2.36.$$

Di mana :

λ = Jumlah kebutuhan dalam setahun

A = Biaya pemesanan untuk tiap kali pesan

h = Biaya pemesanan per unit

hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2x21500x400}{3000}}$$

= 75 unit.

Tabel 2.5. Penerapan Ukuran *Lot* dengan *EOQ*.

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8
Kebutuhan Bersih	20	50	60	80	40	40	40	60
Jumlah Pesan	75		75	75	75		75	75
Sediaan	55	5	20	15	50	10	45	60

Biaya simpan = (55+5+20+15+50+10+45+60) x Rp. 3.000,- = Rp. 780.000,

Biaya pesan = 6 x Rp. 21.500,- =Rp. 129.000,

Biaya total = Rp. 909.000,

2.5.2.3. *Lot – for – Lot.*

Teknik penetapan ukuran *lot* dilakukan atas dasar pesanan diskrit. Disamping itu, teknik ini merupakan cara paling sederhana dari semua teknik ukuran *lot* yang ada. Teknik ini selalu melakukan perhitungan kembali (bersifat dinamis) terutama apabila terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga dengan teknik ini ongkos simpan menjadi nol, oleh karena itu sering digunakan untuk *item-item* yang mempunyai biaya simpan per unit sangat mahal.

Apabila dilihat dari pola kebutuhan yang mempunyai sifat diskontinyu atau tidak teratur, maka teknik L-4-L ini memiliki kemampuan yang sangat baik. Di samping itu, teknik ini digunakan pada sistem produksi manufaktur yang mempunyai sifat *set-up* permanen pada proses produksinya.

Tabel 2.6. Penerapan Ukuran *Lot* dengan L-4-L.

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8
Kebutuhan Bersih	20	50	60	80	40	40	40	60
Jumlah Pesan	20	50	60	80	40	40	40	60
Sediaan	0	0	0	0	0	0	0	0

Biaya simpan = (0) x Rp. 3.000,- = Rp. 0,
Biaya pesan = 8 x Rp. 21.500,- =Rp. 168.000,
Biaya total = Rp. 768.000,

2.5.2.4. *Fixed Period Requirement (FPR)*

Dengan metode *FPR* penentuan ukuran *lot* didasarkan pada periode waktu tertentu saja. Besarnya jumlah kebutuhan tidak berdasarkan ramalan, tetapi dengan cara menjumlahkan kebutuhan bersih pada periode mendatang. Bila dalam metode *FOQ* besarnya jumlah ukuran *lot* adalah tetap sementara selang waktu antar pemesanan tidak tetap. Dalam metode *FPR* ini selang waktu antar pemesanan dibuat dengan ukuran *lot* sesuai dengan kebutuhan bersih.

Untuk contoh yang sama, misalnya ditentukan periode pemesanan adalah setiap dua periode (ditentukan secara intuitif). Hasil perhitungannya adalah :

Tabel 2.7. Penerapan Ukuran *Lot* dengan *FPR*.

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8
Kebutuhan Bersih	20	50	60	80	40	40	40	60

Jumlah Pesan	70		140		80		100	
Sediaan	50		80		40		60	

Biaya simpan = (230) x Rp. 3.000,- = Rp. 690.000,
Biaya pesan = 4 x Rp. 21.500,- =Rp. 86.000,
Biaya total = Rp. 776.000,

2.6. Metode P

Model P adalah suatu model persediaan yang variabel keputusannya adalah periode pemeriksaan persediaan (berapa hari / minggu / bulan / periode sekali pemeriksaan dilakukan pada persediaan). Dalam model ini, jumlah unit yang dipesan akan berubah-ubah tergantung sisa atau jumlah persediaan saat diperiksa. Jika pada saat diperiksa , jumlah sediaan di gudang masih banyak, maka dipesan sedikit. Jika sisa persediaan tinggal sedikit, dipesan dalam jumlah yang lebih besar. Besar kecilnya jumlah pesanan akan berubah-berubah tergantung sisa, sementara variabel yang tetap adalah jarak waktu pemeriksaan.

2.6.1. Perbandingan Metode P terhadap Metode Q

Ada dua alternatif kebijakan dalam model tradisional pengendalian yang dapat dipilih oleh sebuah perusahaan. Alternatif ini dikembangkan karena alternatif satu dengan yang lainnya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kedua alternatif ini memiliki dasar perhitungan dan tindakan yang saling berbeda. Namun tidak bisa untuk dikatakan alternatif yang satu adalah lebih baik dari alternatif yang lain.kedua alternatif kebijakan tersebut adalah sebagai berikut.

- Pemeriksaan terus menerus, jika mencapai titik pemesanan kembali lakukan pemesaan.
- Pemerikasaan dalam selang waktu tertentu, pesan banyak kekurangan.

Dalam model Q (*FOQ*), pemeriksaan dilakukan jika jumlah persediaan mencapai titik pemesanan kembali. Jika pemesanan dilakukan pada tingkat persediaan dibawah titik pemesanan kembali, maka persediaan akan habis duluan sebelum persediaan tiba. Pesanan pada persediaan di atas titik pemesanan kembali akan menyebabkan jumlah persediaan terlalu banyak sehingga tidak ekonomis. Dengan demikian, dengan menggunakan model Q, jumlah persediaan harus dipantau terus-menerus. Jika mencapainya titik pemesanan kembali, lakukan pemesanan sejumlah Q.

Memantau persediaan terus-menerus bukan pekerjaan mudah. Apalagi jenis barang dalam persediaan di gudang sangat banyak. Model P adalah suatu model persediaan di mana pemantauan terus-menerus tidak perlu dilakukan. Pemantauan cukup dilakukan beberapa hari sekali, beberapa minggu sekali, atau beberapa periode sekali. Jarak waktu antar pemerikasaan adalah tetap. Jarak waktu inilah variabel keputusan dalam model P. Karena jarak waktu bersifat tetap, maka jumlah yang dipesan akan berubah-berubah tergantung dari kapasitas gudang dan sisa persediaan.

Sebelum membahas model P, terlebih dahulu perlu dipahami mengenai titik pemeriksaan kembali dan sediaan pengaman. Memperkirakan kapan terjadi titik pemesanan kembali tidak dapat dilakukan secara pasti dengan melihat rata-rata permintaan harian. Titik pemesanan kembali ini, dapat terjadi lebih cepat atau lebih lambat dari perkiraan. *Lead time* pengiriman pemesanan tidak selalu tetap, namun bisa berubah-ubah. Selain itu banyak kemungkinan lain bisa terjadi sehingga kemungkinan kehabisan persediaan sering terjadi.

Apabila biaya kehabisan barang ini dianggap penting, maka kehabisan persediaan tidak boleh terjadi. Diakibatkan oleh permintaan yang tidak mungkin konstan dalam kenyataan, maka kemungkinan kehabisan persediaan ini dapat terjadi. Untuk menghindari kehabisan persediaan ini, model Q memberikan rekomendasi berupa adanya persediaan dalam jumlah tertentu.

2.6.2. Operasional Model P

Dalam model P ini, status persediaan akan diamati pada interval waktu yang tetap. Jumlah persediaan dalam hal ini tidak dipantau terus-menerus, melainkan diperiksa pada interval waktu yang telah ditetapkan berdasar perhitungan dalam model P. Dalam kenyataan, kebijakan periode pemeriksaan tetap ini kadang kala harus diambil jika pemasok memiliki jadwal tetap untuk datang ke perusahaan dan perusahaan tidak dapat memesan semaunya. Misalkan karena masalah transportasi antar pulau, pemasok akan datang sebulan sekai pada setiap tanggal 20. maka pada setiap tanggal 20 jumlah persediaan diperiksa. Selanjutnya kekurangan persediaan dipesan dan akan datang sesuai *lead time,* dalam kasus ini bisa sebulan, bisa pula dua bulan.

Model P berfungsi dengan cara yang sangat berbeda dibandingkan model Q karena hal-hal berikut :

- Model P tidak mempunyai titik pemesanan kembali, tetapi lebih menekankan pada target persediaan.
- Model P tidak mempunyai nilai *EOQ* karena jumlah pemesanan akan bervariasi tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan.
- Dalam model P, interval pemesanannya tetap sedangkan kualitas pemesanannya berubah-rubah.