

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian dan peranan persediaan (*inventory*)

Inventory adalah suatu teknik untuk memajemen material, yang berkaitan dengan persediaan. Manajemen material dalam *inventory* dilakukan dengan beberapa input yang digunakan yaitu ; permintaan yang terjadi (*demand*), dan biaya-biaya yang terkait dengan penyimpanan, serta biaya apabila terjadi kekurangan persediaan atau *stock out* (Muhammad Ridwan AP, 2002).

Tujuan pengawasan bahan dasar ialah berusaha menyediakan bahan dasar yang diperlukan untuk proses produksi sehingga proses produksi dapat berjalan lancar tidak terjadi (*out of stock*) dan dengan biaya yang minimal (Sukanto Reksohadiprodo, 1986).

Inventory adalah persediaan material yang digunakan sebagai sarana produksi atau untuk memuaskan dan memenuhi permintaan pelanggan. Yang termasuk dalam *inventory* adalah (Lalu Sumayang, 2003) :

1. Bahan baku atau bahan mentah atau *raw materials*.
2. Barang dalam proses atau barang setengah jadi atau *work in process*.
3. Barang Jadi atau *finished good*.

Inventory merupakan suatu model yang umum digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan usaha pengendalian bahan baku (*raw material*) maupun barang jadi (*finishing product*) dalam suatu aktivitas

perusahaan. Ciri khas model *inventory* adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya.

Perusahaan atau organisasi memerlukan persediaan dikarenakan 3 alasan berikut :

1. Adanya unsur ketidakpastian permintaan (permintaan yang mendadak).
2. Adanya unsur ketidakpastian dari pasokan supplier.
3. Adanya unsur ketidakpastian tenggang waktu pemesanan.

Menghadapi ketiga unsur ketidakpastian tersebut, pihak perusahaan harus melakukan manajemen persediaan proaktif, dalam arti mampu untuk mengantisipasi keadaan maupun menghadapi tantangan dalam manajemen perusahaan. Tantangan tersebut berkaitan erat dengan tujuan diadakannya persediaan, yaitu :

1. Untuk memberikan layanan yang terbaik kepada pelanggan.
2. Untuk memperlancar proses produksi.
3. Untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan (*stock out*).
4. Untuk menghadapi fluktuasi harga.

Pencapaian tujuan tersebut, menimbulkan konsekuensi bagi perusahaan, yaitu harus menanggung biaya maupun resiko yang berkaitan dengan keputusan persediaan. Oleh karena itu, sasaran akhir dari manajemen persediaan adalah menghasilkan keputusan tingkat persediaan, yang menyeimbangkan tujuan diadakannya persediaan dengan biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain, sasaran

akhir manajemen persediaan adalah untuk meminimumkan total biaya dalam perubahan tingkat persediaan (Zulian Yamit, 2003).

Dalam dataran teknis, *inventory* adalah suatu teknik yang berkaitan dengan penetapan terhadap besarnya persediaan bahan yang harus diadakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan operasi produksi serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah kebutuhan yang harus dipesan merupakan pertanyaan dasar yang harus terjawab dalam pengendalian persediaan. Adapun besar kecilnya persediaan bahan baku yang dimiliki oleh perusahaan ditentukan berbagai faktor, yaitu :

1. Volume pemesanan yang dibutuhkan untuk melindungi perusahaan terhadap gangguan kehabisan persediaan yang akan dapat menghambat atau mengganggu jalannya proses produksi.
2. Volume produksi yang direncanakan tergantung volume *sales* yang direncanakan.
3. Besarnya pembelian untuk mendapatkan bahan baku dengan harga pembelian yang paling murah.
4. Estimasi tentang fluktuasi bahan baku yang bersangkutan diwaktu yang akan datang.
5. Peraturan-peraturan pemerintah yang menyangkut persediaan material.
6. Harga pembelian bahan baku.
7. Biaya penyimpanan dan resiko penyimpanan di gudang.
8. Tingkat kecepatan material menjadi rusak atau turun kualitasnya.

Pada dasarnya persediaan dimaksudkan untuk mempermudah atau memperlancar jalannya operasi perusahaan yang harus dilakukan secara berturut-turut dan terus menerus untuk memproduksi barang yang selanjutnya disampaikan kepada konsumen.

2.2 Jenis Persediaan

2.2.1 Persediaan Menurut Fungsinya

Persediaan dapat dibedakan menurut fungsinya sebagai berikut (Sofjan Assauri, 1993):

1. *Batch stock* atau *lot size inventory*

Yaitu persediaan yang diadakan karena perusahaan membeli atau membuat barang-barang dalam jumlah yang banyak dibanding jumlah yang dibutuhkan pada saat itu.

Keuntungan dari *batch stock* adalah :

- a. Potongan harga pada pembelian
- b. Effisiensi produksi
- c. Penghematan biaya angkutan

2. *Fluctuation stock*

Persediaan yang diadakan untuk menghindari fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diramalkan. Jika terdapat fluktuasi permintaan yang sangat besar maka persediaan yang dibutuhkan sangat besar pula untuk menjaga kemungkinan naik turunnya permintaan.

3. *Anticipation stock*

Persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diramalkan, berdasarkan pola musiman yang terdapat dalam satu tahun dan untuk menghadapi penggunaan atau penjualan permintaan yang meningkat. Di samping itu, *anticipation stock* dimaksudkan pula untuk menjaga kemungkinan sukarnya diperoleh bahan-bahan sehingga tidak mengganggu jalannya produksi atau menghindari kemacetan produksi.

2.2.2 Jenis persediaan Secara Fisik

Jenis persediaan secara fisik dapat dibedakan atas (T. Hani Handoko, 1997):

1. Persediaan bahan mentah (*raw materials*), yaitu persediaan barang-barang berwujud seperti kayu, besi, dan komponen-komponen lainnya yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased parts components*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau

yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.

2.3 Fungsi Inventory

Fungsi inventory dapat dibedakan menjadi (Sofjan Assauri, 1993):

1. Fungsi *Decoupling*, memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada *supplier*.
2. Fungsi *Economic Lot Sizing*, melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya perunit.
3. Fungsi Antisipasi, seringkali perusahaan mengalami fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman. Di samping itu, perusahaan juga menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang selama periode pesanan kembali, sehingga kuantitas persediaan ekstra (*safety inventories*).

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Persediaan Bahan Baku

Dalam mengadakan persediaan bahan baku untuk kegiatan proses produksi, terdapat beberapa faktor yang mempunyai pengaruh terhadap persediaan tersebut. Kebijakan persediaan bahan baku yang baik harus memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Perkiraan pemakaian bahan baku

Sebelum perusahaan mengadakan pembelian bahan baku, maka selayaknya manajemen perusahaan dapat mengadakan penyusunan perkiraan pemakaian bahan baku tersebut untuk keperluan proses produksi dalam perusahaan tersebut yang dapat diperkirakan oleh manajemen perusahaan dengan mendasarkan diri kepada perencanaan produksi maupun jadwal produksi yang telah disusun dalam perusahaan tersebut.

2. Biaya-biaya persediaan

Dalam penyelenggaraan persediaan bahan baku, perusahaan tidak terlepas dari adanya biaya-biaya persediaan yang harus ditanggung. Dalam hal ini dikenal dua biaya persediaan yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Biaya pemesanan adalah biaya persediaan yang jumlahnya akan semakin besar apabila frekuensi pemesanan bahan baku semakin besar dan biaya penyimpanan adalah biaya persediaan yang jumlahnya akan semakin besar apabila jumlah unit yang disimpan dalam perusahaan semakin tinggi.

3. Harga bahan baku

Harga bahan baku juga merupakan faktor penting dalam penentuan persediaan. Dengan diketahuinya harga bahan baku ini akan diketahui besarnya dana yang harus dipersiapkan untuk menyelenggarakannya.

4. Kebijakan pembelian

Didalam perusahaan, maka kebijakan pembelian dalam perusahaan yang bersangkutan akan dapat mempengaruhi seluruh kebijakan pembelian dalam perusahaan yang bersangkutan tersebut. Demikian pula

dengan penyelenggaraan persediaan bahan baku akan dapat dipengaruhi oleh kebijaksanaan pembelanjaan yang dilaksanakan dalam perusahaan. Di samping hal tersebut tentunya kemampuan finansial dari perusahaan yang bersangkutan secara keseluruhan juga akan mempengaruhi kemampuan perusahaan untuk membiayai seluruh kebutuhan perusahaan dalam hubungannya dengan penyelenggaraan persediaan bahan baku dalam perusahaan.

5. Waktu tunggu (*lead time*)

Waktu tunggu (*lead time*) adalah merupakan tenggang waktu yang diperlukan antara saat dilakukan pemesanan bahan baku tersebut dilaksanakan dengan kedatangan bahan-bahan baku yang dipesan tersebut. Waktu tenggang disini sangat penting karena apabila pemesanan bahan baku yang akan dipergunakan tidak memperhatikan waktu tenggang (*lead time*) maka akan terjadi kekurangan bahan baku (*stock out*). Lead time disini mempunyai sifat deterministik (pasti) dan probabilistik (tidak pasti).

6. Pemakaian secara nyata

Seberapa besar penyerapan bahan baku oleh proses produksi perusahaan serta bagaimana hubungannya dengan peraturan-peraturan yang sudah disusun harus senantiasa dianalisa. Dengan demikian maka akan didapat perkiraan kebutuhan pemakaian bahan baku mendekati kenyataan.

7. Persediaan pengaman dan pemesanan kembali

Untuk menanggulangi adanya kehabisan bahan baku maka perusahaan harus menyediakan persediaan pengaman (*safety stock*). Pemesanan kembali

(*reorder point*) merupakan saat pemesanan kembali harus dilakukan agar barang yang dipesan dapat datang tepat waktunya saat dibutuhkan.

8. Permintaan

Jumlah persediaan yang diperlukan untuk kegiatan produksi dalam satu periode. Permintaan disini mempunyai sifat deterministik (pasti) dan probabilistik (tidak pasti).

2.5 Biaya-biaya Persediaan

Dalam pembuatan setiap keputusan yang akan mempengaruhi besarnya (jumlah) persediaan, harus dipertimbangkan komponen-komponen biaya berikut:

1. Biaya pembelian (*purchasing cost*), adalah semua biaya yang digunakan untuk membeli barang/bahan.
2. Biaya pesan (*ordering cost*), adalah semua biaya yang diperlukan pada saat mendatangkan barang/bahan untuk disimpan.

Biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan pemesanan bahan-bahan atau barang dari penjual, sejak dari pemesanan (*order*) dan dikirim oleh penjual, sampai bahan atau barang tersebut tiba dan diinspeksi di gudang. Biaya-biaya tersebut antara lain :

- a. Biaya pengeluaran surat menyurat.
- b. Biaya telepon.
- c. Biaya pemeriksaan (inspeksi) saat penerimaan.
- d. Biaya bongkar muat, dan biaya lainnya.

3. Biaya simpan (*holding cost*), adalah semua biaya yang timbul akibat penyimpanan bahan (diantaranya : biaya fasilitas penyimpanan, sewa gudang, biaya keusangan, asuransi, pajak, dll).
4. Biaya kekurangan persediaan adalah semua biaya yang timbul akibat tidak dapatnya memenuhi demand karena kurangnya persediaan (antaranya : keuntungan yang hilang, biaya sub kontrak, dll).
5. Biaya sistemik adalah biaya yang dipakai untuk membangun sistem persediaan.

2.6 Struktur Persoalan Persediaan

Untuk mengklasifikasikan persoalan persediaan, persoalan ini dapat ditinjau dari dua aspek yang saling berkaitan yaitu aspek permintaan bahan baku untuk sekarang atau untuk waktu yang akan datang dan aspek kedua adalah untuk mengadakan persediaan agar permintaan tersebut dapat dipenuhi.

Ada empat unsur utama yang harus diperhatikan dengan baik dalam melakukan analisis terhadap sistem persediaan, yaitu :

- a. Permintaan, adalah suatu yang dibutuhkan oleh pemakai yang perlu dikeluarkan dari persediaan. Ukuran permintaan ada yang bersifat tetap dan ada yang berubah-ubah (bervariasi).
- b. Penambahan persediaan, yaitu penambahan pada persediaan yang ada pada umumnya dapat dikendalikan. Sifat penambahan persediaan ini ukurannya dapat tetap atau bervariasi, dapat dengan atau tanpa waktu anjang-ancang (*lead time*).

- c. Biaya-biaya persediaan, yaitu biaya-biaya yang dikeluarkan untuk mengadakan persediaan.
- d. Faktor-faktor pembatas jumlah persediaan. Seperti keterangan pada unit keterbatasan tempat penyimpanan karena penambahan, keterbatasan pada penjadwalan dan tingkat persediaan, keterbatasan permintaan seperti terjadinya kekurangan persediaan serta keterbatasan dana.

Dari uraian di atas, jelas terlihat semua itu adalah kendala yang hampir dialami oleh semua perusahaan, baik itu perusahaan yang kecil maupun yang besar sekalipun. Sebagai landasan utama dalam memecahkan masalah tersebut, perlu ditetapkan suatu kebijaksanaan perusahaan terutama dalam persediaan. Dalam kaitannya dengan hal tersebut ada empat kebijaksanaan yang perlu dilakukan dengan Standar Kualitas (Sofjan Assauri, 1993) :

1. Persediaan minimum (*minimum point/Stock*)

Persediaan minimum merupakan batas jumlah persediaan yang paling rendah/kecil yang harus ada untuk suatu jenis bahan/persediaan (*stock out*). Untuk mengatasi hal tersebut maka persediaan minimum ini merupakan cadangan untuk menjamin keselamatan operasi atau kelancaran produksi perusahaan, oleh karena itu persediaan ini disebut persediaan penyelamat (*safety stock*). Jadi besarnya persediaan minimum hendaknya sama dengan besarnya persediaan penyelamat.

2. Besarnya standar pesanan (*Standar Order*)

Yang dimaksud dengan pesanan standar adalah banyaknya bahan yang dipesan dengan jumlah yang tetap untuk satu periode yang telah ditetapkan,

misalnya satu tahun. Pemesanan ini sering disebut juga dengan jumlah pemesanan yang ekonomis (*economic order quantity*), dimana hal ini dimaksudkan untuk meminimumkan biaya yang terkandung dalam persediaan. Biaya-biaya tersebut adalah biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*carying cost*). Untuk meminimumkan biaya dalam penyediaan, maka idealnya adalah biaya pemesanan tersebut sama dengan biaya penyimpanan.

3. Persediaan maksimum (*Maximum points/Stocks*)

Persediaan maksimum merupakan batas jumlah persediaan yang paling besar yang sebaiknya dapat diadakan oleh perusahaan. Batas persediaan maksimum kadang-kadang tidak didasarkan pada pertimbangan efektifitas dan efisiensi kegiatan perusahaan. Adapun maksud dari persediaan ini adalah agar perusahaan dapat menghindari kerugian-kerugian karena kekurangan bahan (*stok out*) dan tidak melakukan pengadaan yang berlebihan, yang dapat menimbulkan pengeluaran biaya yang banyak. Adapun besarnya persediaan maksimum yang sebaiknya dimiliki oleh perusahaan adalah jumlah dari pesanan standar (*standard order*) ditambah dengan besarnya biaya penyelamat (*safety order*). Dengan diketahui besarnya persediaan maksimum, maka akan dapat membantu pimpinan perusahaan dalam menentukan besarnya investasi maksimum yang perlu disediakan untuk bahan-bahan tertentu yang dibutuhkan.

4. Titik pemesanan kembali (*Reorder Point/Level*)

Titik pemesanan kembali adalah suatu titik atau batas dari jumlah persediaan yang ada pada suatu saat dimana pemesanan harus diadakan kembali. Dalam menentukan titik ini harus diperhatikan besarnya penggunaan bahan selama bahan-bahan yang dipesan belum datang dan persediaan minimum. Besarnya penggunaan selama bahan-bahan yang dipesan belum diterima ditentukan oleh dua faktor, yaitu *lead time* dan tingkat penggunaan rata-rata.

2.7 Model Persediaan

Secara umum model persediaan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Model deterministik, adalah model yang menganggap semua variabel telah diketahui dengan pasti.
2. Model probabilistik, adalah model yang menganggap semua variabel mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti, dan satu atau lebih variabel tersebut merupakan variabel-variabel acak.

Secara rinci masalah persediaan dapat ditinjau dari dua segi, yaitu : frekuensi pemesanan bahan yang dilakukan dan dari segi jumlah kebutuhan bahan pada waktu yang akan datang. Ditinjau dari pemesanan masalah persediaan dapat dibagi menjadi dua, yaitu : pemesanan yang dilakukan hanya satu kali (statis) dan pemesanan yang dilakukan berulang kali (dinamis). Sedangkan jika ditinjau dari segi jumlah kebutuhan bahan pada waktu yang akan datang, masalah persediaan dapat diketahui dengan pasti atau tidak dapat diketahui sama sekali.

Berdasarkan kedua tinjauan tersebut, model-model persediaan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Model persediaan statis dengan resiko (*Static inventory problem under risk*).
2. Model persediaan statis dengan ketidakpastian (*Static inventory problem under uncertainty*).
3. Model persediaan statis dengan kepastian (*Static inventory problem under certainty*).
4. Model persediaan dinamis dengan kepastian (*Dynamic inventory problem under certainty*).
5. Model persediaan dinamis dengan resiko (*Dynamic inventory problem under risk*).
6. Model persediaan dinamis dengan ketidakpastian (*Dynamic inventory problem under uncertainty*).

Suatu persoalan yang bersifat statis dan kebutuhannya pada waktu yang akan datang dapat diketahui dengan pasti, maka persoalan persediaan ini tidak memerlukan pengendalian.

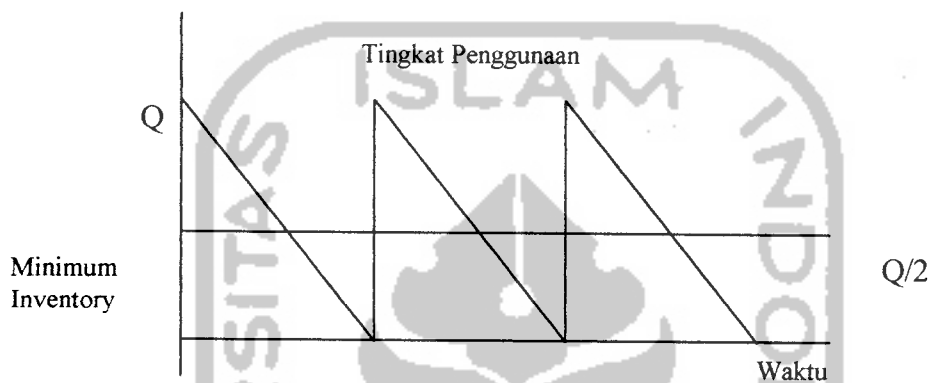
2.7.1 Model EOQ Deterministik

EOQ merupakan salah satu teknik kontrol persediaan yang paling tua dan banyak dikenal. Teknik ini dikemukakan oleh Ford W. Harris sekitar tahun 1915. dalam teknik ini diasumsikan bahwa:

- a. Demand (permintaan) diketahui dan bersifat konstan.
- b. Lead time diketahui dan konstan.

- c. Quantity discount tidak dimungkinkan.
- d. Variabel biaya yang diketahui hanyalah biaya pesan dan biaya simpan.
- e. Stockouts (shortage) sedapatnya dihindari.

Dengan asumsi tersebut, sistem inventory dapat ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2.1 Sistem Inventory

Dalam kaitannya dengan model persediaan di atas, biaya-biaya yang relevan dengan model ini adalah biaya pesanan dan biaya penyimpanan. Jika D adalah permintaan pertahun, Q adalah kuantitas pemesanan dan S adalah biaya pesan perunit, maka biaya pemesanan pertahun dapat dirumuskan :

$$\text{Biaya pesan pertahun} = \left(\frac{D}{Q} \right) S$$

Kemudian biaya simpan tahunan dapat dihitung dengan menjadikan jumlah rata-rata inventory (persediaan) dengan biaya simpan perunit/tahun. Dalam rata-rata inventory secara sederhana dihitung sebanyak setengah kali kuantitas pesanan bagi banyaknya inventory dan akan berkurang secara terus menerus hingga mencapai nol. Sehingga biaya simpan tahunan dapat dirumuskan sebagai berikut :

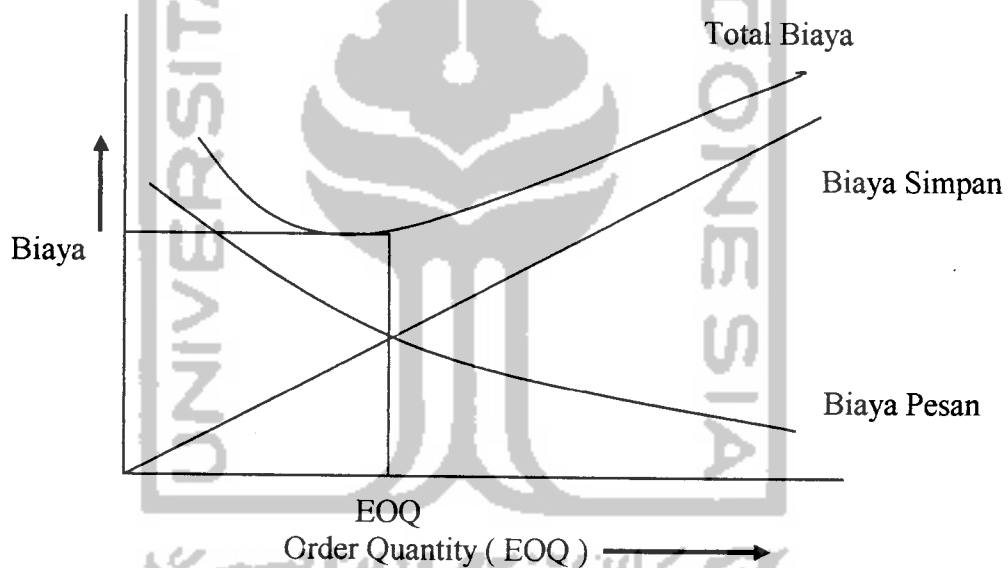
$$\text{Biaya simpan pertahun} = \left(\frac{Q}{2} \right) H$$

H = Biaya simpan perunit

Sehingga biaya yang ditimbulkan dalam persediaan adalah hasil penjumlahan antara biaya simpan dan biaya pemesanan pertahun dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$TC = \frac{DS}{Q} + \frac{QH}{2}$$

Hubungan antara biaya-biaya dalam persediaan tersebut dapat dilihat dalam grafik sebagai berikut



Gambar 2.2 Grafik Kurva Biaya Inventory

Dalam kurva grafik biaya inventory tersebut di atas, total biaya (TC) akan mencapai nilai minimum pada saat biaya simpan sama dengan biaya pesan, sehingga titik minimal kurva biaya total dapat diferensial TC terhadap Q , yaitu :

$$\frac{TC}{\delta Q} = \frac{HQ}{2} \frac{\delta}{\delta^2} + \frac{SD}{Q} \frac{\delta}{\delta Q}$$

$$\frac{H}{2} - \frac{SD}{Q^2} = 0$$

$$\frac{H}{2} = \frac{SD}{Q^2}$$

$$Q^2 = \frac{2SD}{H} \text{ atau } Q = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

Dimana :

D = Jumlah permintaan

H = Biaya simpan pertahun

S = Biaya pesan pertahun

Q = kuantitas pesanan yang optimal

2.7.2 Model EOQ Probabilistik

Suatu model dikatakan probabilistik adalah bila salah satu dari permintaan (*demand*) atau waktu tunggu (*lead time*) atau bahkan keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti. Suatu hal yang harus dipertimbangkan dalam model probabilistik ini adalah adanya kemungkinan terjadinya kehabisan persediaan (*stockout*). Masalah kehabisan persediaan ini timbul karena naiknya tingkat pemakaian persediaan bahan yang tidak diharapkan atau waktu penerimaan bahan yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan.

Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, maka diadakan satu fungsi persediaan pengaman (*safety stock*), yaitu persediaan yang diadakan atau persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan tersebut.

Dalam model probabilistik yang menjadi hal pokok adalah analisis terhadap perilaku persediaan selama *lead time*. *Reorder point* adalah saat dimana pesanan

harus dibuat, yang mana diharapkan dalam kegiatan tersebut adalah pesanan datang sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan atau selama *lead time* yang telah ditetapkan.

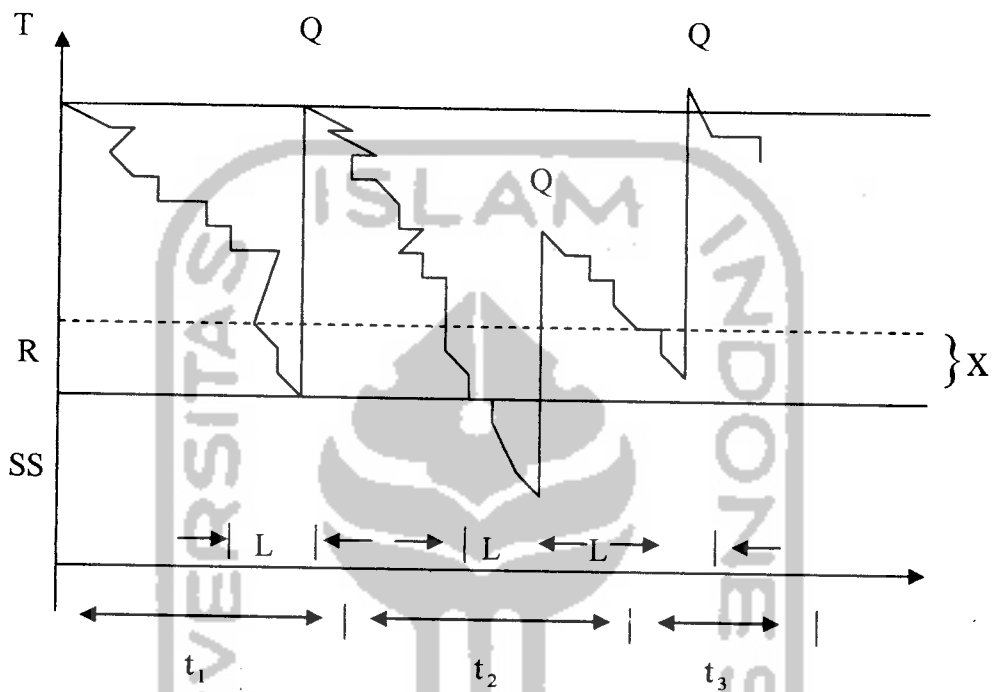
Karena pada kondisi ini, *lead time* dan *demand* bersifat probabilistik, maka akan ada tiga kemungkinan sebagai berikut :

1. *Demand*/tingkat permintaan adalah tetap (konstan) namun *lead time*/periode waktu datangnya pesanan berubah-ubah atau tidak tentu.
2. *Time*/periode waktu datangnya pesanan tetap namun/tingkat permintaan adalah berubah-ubah atau tidak tetap.
3. Baik *demand* maupun *lead time* berubah-ubah atau tetap.

2.7.3 Sistem Q

Sistem persediaan dengan jumlah pemesanan tetap, sedang jarak waktu pemesanan berubah-ubah atau biasa juga disebut dengan *Continuous review fixed-order quantity* (FOQ). Dalam sistem ini pemesanan dilakukan bila jumlah persediaan telah mencapai suatu jumlah tertentu. Jumlah persediaan tertentu inilah yang menjadi indikasi bagi pemesanan dan dinamakan titik pemesanan kembali (*reorder point*). Jumlah barang yang dipesan bila persediaan mencapai titik pemesanan kembali selalu tetap besarnya. Jumlah persediaan yang menjadi titik pemesanan kembali adalah suatu jumlah yang cukup untuk melayani kebutuhan selama waktu anjang-ancang dengan memperhitungkan kebutuhan yang berfluktuasi selama waktu anjang-ancang. Persediaan untuk meredam fluktuasi ini dinamakan persediaan pengaman. Dengan demikian dalam sistem Q

ini persediaan pengaman diperlukan hanya selama waktu anjang-ancang (*lead time*).



Gambar 2.3 Sistem Q

Dalam metode Q, status persediaan dimonitor secara terus-menerus setiap terjadi transaksi. Jika status persediaan turun sampai titik R yang ditentukan sebelumnya, maka akan dilakukan pemesanan sejumlah Q unit yang selalu tetap. Karena jumlah setiap pemesanan tetap, maka waktu antar pemesanan akan bervariasi tergantung dari sifat acak permintaannya.

Keuntungan dan kerugian Sistem Q:

- Jumlah persediaan pengaman tidak terlalu besar, sehingga ongkos yang keluar tidak terlalu besar dan dapat berkurang.
- Kemungkinan akan terjadinya kekurangan persediaan lebih kecil.
- Sistem ini memerlukan pengawasan dan ketelitian yang lebih tinggi

Metode Q ditentukan oleh nilai Q dan R. Dalam prakteknya, nilai Q akan ditetapkan berdasarkan rumus EOQ dengan menggunakan permintaan rata-rata (D) . Hal ini berarti bahwa permintaan tersebut bukanlah bersifat sangat tidak pasti, sehingga bisa didekati nilainya dengan nilai rata-rata.

Nilai dari R ditentukan berdasarkan biaya kehabisan persediaan atau berdasarkan kemungkinan – kemungkinan persediaan. Dalam prakteknya, nilai R lebih banyak ditentukan berdasarkan kemungkinan kehabisan persediaan dengan mempertimbangkan tingkat pelayanan. Hal ini disebabkan karena biaya kehabisan persediaan sulit diperkirakan dan diperhitungkan secara matematis.

Tingkat pelayanan yang dimaksudkan tersebut adalah probabilitas bahwa semua pesanan akan dipenuhi (hanya dari persediaan) selama lead time suatu siklus pemesanan kembali. Tingkat pemesanan kembali dapat dianggap sebagai distribusi probabilitas yang krisis dari suatu kurva distribusi permintaan, dimana diasumsikan bahwa suatu sistem persediaan tidak akan berjalan menyimpang dari persediaan yang dilakukan. Sehingga dapat dikatakan bahwa satu-satunya resiko kehabisan adalah selama lead time pemesanan kembali.

Titik pemesanan kembali dapat didefinisikan sebagai :

$$\bar{R} = D_L + SS \quad (2.8)$$

Dimana : \bar{R} = Titik pemesanan kembali

D_L = Permintaan rata-rata selama lead time

SS = *Safety stock*, yang dapat dinyatakan sebagai:

$$SS = Z \cdot S_{dl} \quad (2.9)$$

Dimana :

Z = Faktor pengaman yang besarnya tergantung tingkat pelayanan

S_{dl} = Standar deviasi kelebihan permintaan selama lead time

Sehingga dapat dinyatakan bahwa :

$$R = D_L + ZS_{dl} \quad (2.10)$$

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa kita dapat mengendalikan titik persamaan kembali dan tingkat pelayanan dengan pengendalian faktor Z dan S_{dl} . Nilai yang tinggi dari Z akan membuat titik pemesanan kembali dan tingkat pelayanan menjadi tinggi.

Pada Sistem Q, variabel yang dibutuhkan dan perhitungan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- χ = Jumlah kebutuhan selama 1 tahun dari hasil peramalan
- Q = Jumlah pesanan optimal
- A = Ongkos tiap satu kali pesan
- c = Harga satuan atau harga produksi/unit
- H = Ongkos simpan pertahun dalam prosentase nilai persediaan rata-rata dalam rupiah
- K = Ongkos kekurangan persediaan
- R = Rata-rata kebutuhan selama *lead time*
- z = Nilai faktor keamanan dalam table
- d = Rata-rata kebutuhan perbulan
- Sr = Standar deviasi kebutuhan selama *lead time*

$F(R+W)$ = tingkat pelayanan

Harga $f(R+W)$ dihitung dengan mengumpamakan terlebih dahulu $F(R+W) = 1$, artinya kemungkinan kehabisan persediaan adalah sama dengan nol. Anggapan ini didasarkan pada harga 2.h.c. dan K^2 , yang merupakan bilangan-bilangan besar dibandingkan dengan harga $K[1-F(R+W)]$, sehingga dapat diabaikan dalam perhitungan tanpa menimbulkan perbedaan harga $f(R+W)$ yang cukup berarti.

$g(w)$ = ordinat persediaan pengaman pada distribusi normal standar

$$g(w) = \frac{2(Sr)^2 h.c. [A + K \{1 - F(R+W)\}]}{K^2 \chi}$$

(s) = Standar deviasi dari data kebutuhan bahan baku masa lalu

$$(s) = \sqrt{\frac{(X - \bar{X})^2}{n}}$$

Sr = Standar deviasi pemakaian bahan selama waktu anjang-ancang (lead time)

$$Sr = (s) \cdot \sqrt{\delta}$$

δ = Waktu anjang-ancang (lead time)

$$F(R+W) = \frac{I}{Sr} \cdot g(w)$$

W = Persediaan pengaman (safety stock)

$$W = z \times Sr$$

Dimana harga z diperoleh dari tabel distribusi normal standar dengan melihat hasil nilai dari ordinat pengaman ($g(w)$).

Q = Jumlah pesanan optimal

$$Q = \frac{K \cdot \chi \cdot f(R+W)}{h \cdot c}$$

P = Titik pemesanan kembali = R + W

Total biaya (TIC) = ongkos pesan/th + ongkos simpan + ongkos *safety stock* + ongkos kekurangan persediaan.

$$\text{TIC} = \frac{\lambda x A}{Q} + \frac{c x H x Q}{2} + H(ROP - R) + \frac{B_B \times E(\chi > ROP)}{Q} + \frac{\lambda x K [1 - F(R + w)]}{Q}$$

2.7.4 Sistem P

Sistem P, atau bisa juga disebut *The periodic review fixed-order interval* (FOI), adalah sistem persediaan dengan jarak waktu antara dua pemesanan tetap sedangkan jumlah bahan yang dipesan berubah-ubah. Dalam sistem P pemesanan dilakukan pada suatu waktu tertentu dimana jarak waktu antara dua pemesanan tetap. Persediaan pengaman diperlukan tidak hanya untuk meredam fluktuasi kebutuhan selama waktu ancang-ancang saja, tetapi juga untuk seluruh konsumsi persediaan. Dengan demikian maka persediaan pengamannya lebih besar dari sistem Q. Dalam metode P ini, status persediaan akan diamati pada interval waktu yang tetap dengan asumsi bahwa permintaan akan bersifat acak.

Metode P berfungsi dengan cara yang sangat berbeda dibandingkan metode Q karena:

1. Metode P tidak mempunyai titik pemesanan kembali, tetapi lebih menekankan pada target persediaan.
2. Metode P tidak mempunyai nilai EOQ karena jumlah pemesanan akan bervariasi tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan.
3. Dalam metode P, interval pemesanannya tetap sedangkan kuantitas pesanannya berubah-ubah.

Keuntungan dan kerugian Sistem P:

- a. Tidak memerlukan pengawasan dan ketelitian yang lebih tinggi.
- b. Persediaan keamanan harus lebih besar jumlahnya.
- c. Kemungkinan kekurangan persediaan akan lebih besar dari Sistem Q.

Jumlah pemesanan yang optimal dalam *Fixed Interval Model* ditentukan dengan cara perhitungan sebagai berikut :

Jumlah pemesanan (Q) = Permintaan yang diharapkan + *Safety stock* selama interval proteksi

$$Q = d(T + LT) + (z \cdot \sigma \cdot \sqrt{T + LT})$$

Jumlah persediaan pengaman :

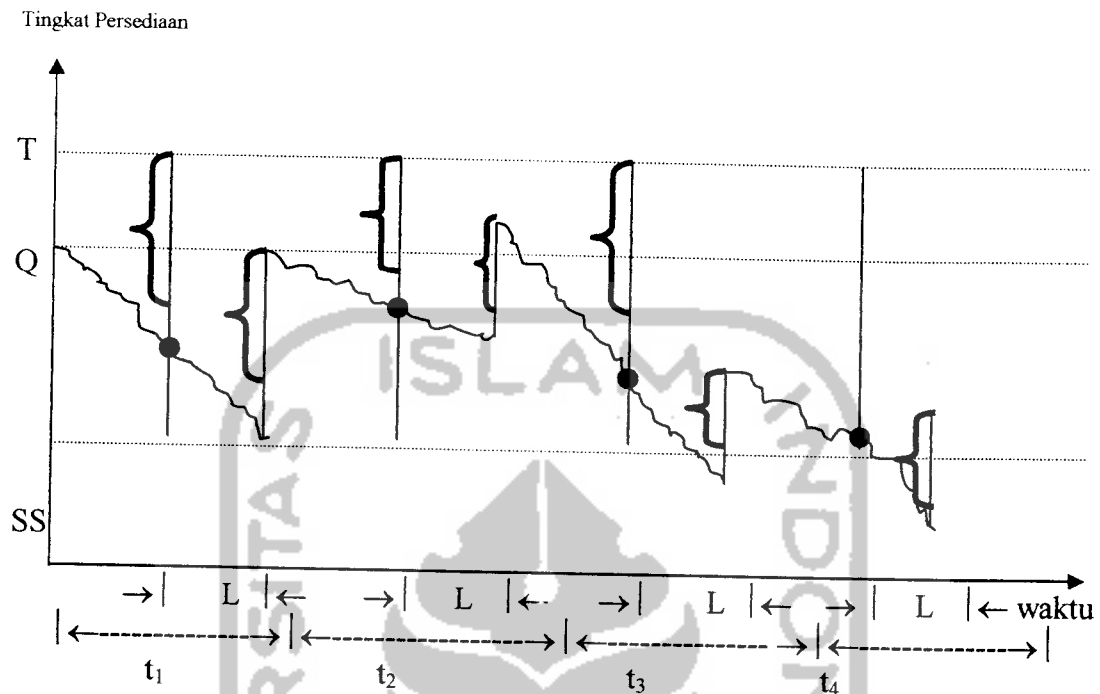
$$E = z \cdot \sigma \cdot \sqrt{T + LT}$$

Total inventory cost (TIC) = ongkos pesan / tahun + ongkos simpan + ongkos *Safety stock* + ongkos kekurangan persediaan.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \frac{f \cdot d \cdot x \cdot A}{Q} + \frac{c \cdot x \cdot H \cdot x \cdot Q}{2} + (H + K) + \\ &\quad \frac{f \cdot d \cdot x \cdot K \{1 - F(R + W)\}}{Q} \end{aligned}$$

Dimana :

- Q = Jumlah pemesanan optimal
- d = Rata-rata kebutuhan perbulan
- f = Frekuensi pemesanan
- A = Ongkos pemesanan untuk setiap kali pesan
- H = Ongkos penyimpanan pertahun
- K = Ongkos kekurangan persediaan
- c = Harga satuan item
- z = Nilai factor keamanan dalam table
- R = Rata-rata kebutuhan selama *lead time*
- σ = Standar deviasi kebutuhan selama *lead time*
- W = Jumlah persediaan pengaman
- T = Interval pemesanan, waktu antar pemesanan
- LT = *Lead time* (waktu ancang-ancang)



Gambar 2.4 Sistem P

2.8 Uji Kenormalan Data

Distribusi Frekuensi

- Tujuan pengelompokan data ke dalam distribusi frekuensi adalah untuk memperoleh gambaran yang sederhana, jelas dan sistematis mengenai suatu peristiwa yang dinyatakan dalam angka-angka.
- Agar distribusi frekuensi yang dihasilkan cukup baik dalam penyajian, maka hendaknya penyusunnya memperhatikan :

1. Jumlah kelas

- Penentuan jumlah kelas dari suatu distribusi tergantung pada ciri-ciri data kasarnya dan tujuan penggunaan data itu sendiri setelah digolongkan ke dalam kelas-kelas tertentu.
- Jumlah kelas juga berhubungan erat dengan besarnya interval kelas, sifat data kasar dan jumlah angka-angkanya yang ingin dikelompokkan ke dalam kelas-kelas tersebut.
- Jumlah kelas tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit. Jumlah kelas yang terlalu banyak atau terlalu sedikit tidak mungkin memberi gambaran yang sederhana tentang keterangan-keterangan yang terkandung di dalam data.

Sturges memberikan suatu pedoman untuk menentukan jumlah kelas yang sebaiknya dipergunakan untuk pengelompokan data, yaitu :

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana : K = Jumlah kelas

N = Jumlah keseluruhan observasi yang terdapat
dalam data

2. Penentuan interval kelas dan batas kelas

- Besarnya interval kelas bagi tiap-tiap kelas berhubungan erat dengan penentuan jumlah kelas dan sebaiknya diusahakan agar sama-sama semua dalam bilangan-bilangan praktis.
- Besarnya interval kelas dapat diperkirakan dengan rumus :

$$i = \frac{\text{rentang}}{1 + 3,3 \log n}$$

3. Menghitung nilai rata-rata dan standard deviasi, yaitu dengan persamaan berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N Xi}{N}$$

Dimana : \bar{X} = Rata-rata kebutuhan bahan baku (dari data historis)

Xi = Jumlah data pengamatan

n = Banyaknya data pengamatan

Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Xi^2 - \frac{[\sum_{i=1}^n Xi]^2}{n}}{n-1}}$$

4. Untuk mengadakan pengujian ini, terlebih dahulu harus dihitung frekuensi yang diharapkan terjadi (E_i). Langkah-langkah tersebut adalah :
- Membuat interval kelas yang memuat frekuensi pengamatan (O_i).
 - Menentukan batas kelas masing-masing interval kelas.
 - Menentukan nilai Z untuk batas kelas. Persamaan untuk menentukan nilai Z dalam batas kelas adalah :

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

- Menentukan luas setiap batas kelas interval (P_i), yaitu luas dibawah kurva normal $Z_i - Z_{i+1}$

- e. Menghitung frekuensi yang diharapkan (E_i), yaitu hasil perkalian antara P_i (luas interval kelas) dengan banyaknya data pengamatan (n) atau dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$E_i = P_i \cdot n$$

5. Menguji kenormalan data dengan uji Khi-kuadrat.

Uji tersebut didasarkan atas baiknya kesesuaian antara frekuensi terjadinya amatan dalam sampel yang diamati dengan frekuensi harapan yang diperoleh dari distribusi yang dihipotesiskan. Suatu uji Khi-kuadrat antara frekuensi amatan dan harapan didasarkan pada besaran :

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = Frekuensi observasi, $i = 0, 1, 2, 3, \dots, k$

E_i = Frekuensi harapan, $i = 1, 2, 3, \dots, k$

Bila X^2 merupakan nilai peubah acak X^2 yang didistribusi sampelnya dihampiri sangat dekat dengan distribusi Khi-kuadrat, dengan O_i dan E_i masing-masing menyatakan frekuensi amatan dan harapan dalam sel ke- i .

Bila frekuensi amatan sangat dekat dengan frekuensi harapan padanannya, maka nilai X^2 akan kecil, menunjukkan kesesuaian yang baik. Bila frekuensi amatan cukup berbeda dengan frekuensi harapan maka nilai X^2 dan kesesuaian jelek. Kesesuaian yang baik akan mendukung H_0 , sedangkan kesesuaian yang jelek mendukung penolakannya. Daerah kritis akan terjadi pada ujung kanan distribusi Khi-kuadrat.

- a. Menentukan harga X^2_{α} ; dk dengan menggunakan tabel distribusi Khi-kuadrat.

Dimana :

α = Tingkat kepercayaan

dk = Derajat kebebasan ($k - m$)

$m = p - 1$; jumlah parameter yang digunakan untuk menghitung frekuensi harapan, ($m = 3$, yaitu nilai rata-rata, nilai standar deviasi dan jumlah frekuensi) dan dikurangi dengan 1 yaitu derajat tidak bebasnya.

Besarnya derajat kebebasan dalam uji Khi-kuadrat sama dengan banyaknya sel dikurangi banyaknya besaran yang diperoleh dari data amatan yang diperlukan dalam perhitungan frekuensi harapan.

- b. Menentukan daerah penerimaan.

H_0 = Data berdistribusi normal

H_1 = Data tidak berdistribusi normal

H_0 ditolak jika $X^2 > X^2_{\alpha}$

H_1 diterima jika $X^2 > X^2_{\alpha}$

2.9 Peramalan (*Forecasting*)

2.9.1 Pengertian dan Peranan Peramalan (*Forecasting*)

Pada dasarnya manajemen permintaan didefinisikan sebagai suatu fungsi pengelolaan seluruh permintaan produk untuk menjamin bahwa penyusun jadwal induk mengetahui dan menyadari semua permintaan produk tersebut. Aktivitas

peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan atau penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat sesuai dengan permintaan pasar.

Yang dimaksud ramalan adalah sesuatu yang diharapkan tentang terjadinya sesuatu dimasa yang akan datang. Sedangkan ramalan produksi adalah suatu perkiraan atas kuantitas produk yang akan diproduksi dalam industri di masa akan datang dalam suatu waktu ataupun dalam bentuk periode (Sirod Hantoro, 1993).

Peramalan berperan di beberapa bagian dalam organisasai antara lain :

1. Menentukan kebutuhan sumber daya yang diperlukan. Semua organisasi harus menentukan sumber apa saja yang diperlukan dalam jangka waktu panjang. Keputusan itu tergantung dalam peluang pasar, faktor lingkungan, *financial*, tenaga kerja, produk, dan sumber teknologi.
2. Penambahan sumber daya. Waktu siklus pembelian bahan baku, merekrut tenaga kerja atau pembelian mesin dan peralatan dapat bervariasi dari harian hingga tahunan. Peramalan dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa yang akan datang.
3. Penjadwalan sumber daya yang ada. Penggunaan sumber daya membutuhkan penjadwalan. Peramalan membutuhkan produk, material, tenaga kerja, *financial* atau jasa merupakan masukan untuk melakukan penjadwalan.

Karakteristik peramalan yang baik adalah :

1. Keakuratan, tujuan utama peramalan adalah menghasilkan prediksi yang akurat.

2. Biaya, biaya untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan menjadi signifikan jika jumlah produk dan data lainnya semakin besar.
3. Penyederhanaan, keuntungan utama menggunakan peramalan yang sederhana adalah kemudahan untuk melakukan peramalan dan analisisnya.

Dalam membuat peramalan atau menerapkan hasil suatu peramalan, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu (Arman Hakim Nasution, 2003):

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

2.9.2 Prinsip Peramalan

Prinsip peramalan yang perlu diperhatikan adalah :

1. Secara umum, teknik peramalan berasumsi bahwa sesuatu yang berlandaskan pada sebab yang sama yang terjadi di masa lalu, akan berlanjut di masa yang akan datang.
2. Peramalan mengandung kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tapi tidak menghilangkannya.
3. Peramalan untuk family produk lebih akurat daripada peramalan untuk produk individu.
4. Peramalan jangka pendek mengandung ketidakpastian yang lebih sedikit (lebih akurat) daripada peramalan jangka panjang, karena dalam peramalan jangka pendek kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat.
5. Peramalan sebaiknya menggunakan tolak ukur kesalahan peramalan.

2.9.3 Langkah-langkah Peramalan

Langkah-langkah dalam proses peramalan :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Menentukan item independent demand yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu peramalan.
4. Mengumpulkan data dan analisis data.
5. Memilih metode peramalan sesuai dengan plot data.

6. Pemantauan keadaan hasil peramalan (kontrol peramalan).

2.9.4 Pendekatan peramalan

Pada dasarnya pendekatan peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua pendekatan, yaitu: pendekatan/teknik kualitatif dan pendekatan/teknik kuantitatif.

- Pendekatan kualitatif bersifat subjektif dimana peramalan dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman dan prediksi peramal (*forecaster*), pengambil keputusan atau para ahli. Pendekatan ini digunakan pada saat tidak tersedia sedikitpun data historis.

- Pendekatan kuantitatif

Pendekatan kuantitatif meliputi metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal.

Metode deret berkala melakukan prediksi masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Tujuan peramalan deret berkala ini adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengekstrapolasikannya untuk masa yang akan datang.

Pendekatan kuantitatif dapat diterapkan dengan syarat:

- a. Tersedia informasi masa lalu
- b. Informasi masa lalu tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik
- c. Diasumsikan pola data masa lalu akan berlaku sama untuk masa yang akan datang.

2.9.5 Time series Forecasting

Time series mengidentifikasi pola data yang umum terbentuk sebagai berikut :

1. Trend

Pola data trend menunjukkan pergerakan data secara lambat/bertahap yang cenderung meningkat atau menurun dalam jangka waktu yang panjang. Pola data trend terdiri dari beberapa tipe, seperti: Linear trend, S-Curve Trend atau Growth curve, Asymptotic trend dan Exponential trend.

2. Seasonality (musiman)

Pola data musiman terbentuk jika sekumpulan data dipengaruhi faktor musiman, seperti cuaca dan liburan. Dengan kata lain pola yang sama akan terbentuk pada jangka waktu tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau kuartalan/perempat tahunan).

Pada dasarnya pola musiman yang umum terjadi dibedakan menjadi dua model yaitu, additive seasonality dan multiplicative seasonality model.

3. Cycles (Siklus)

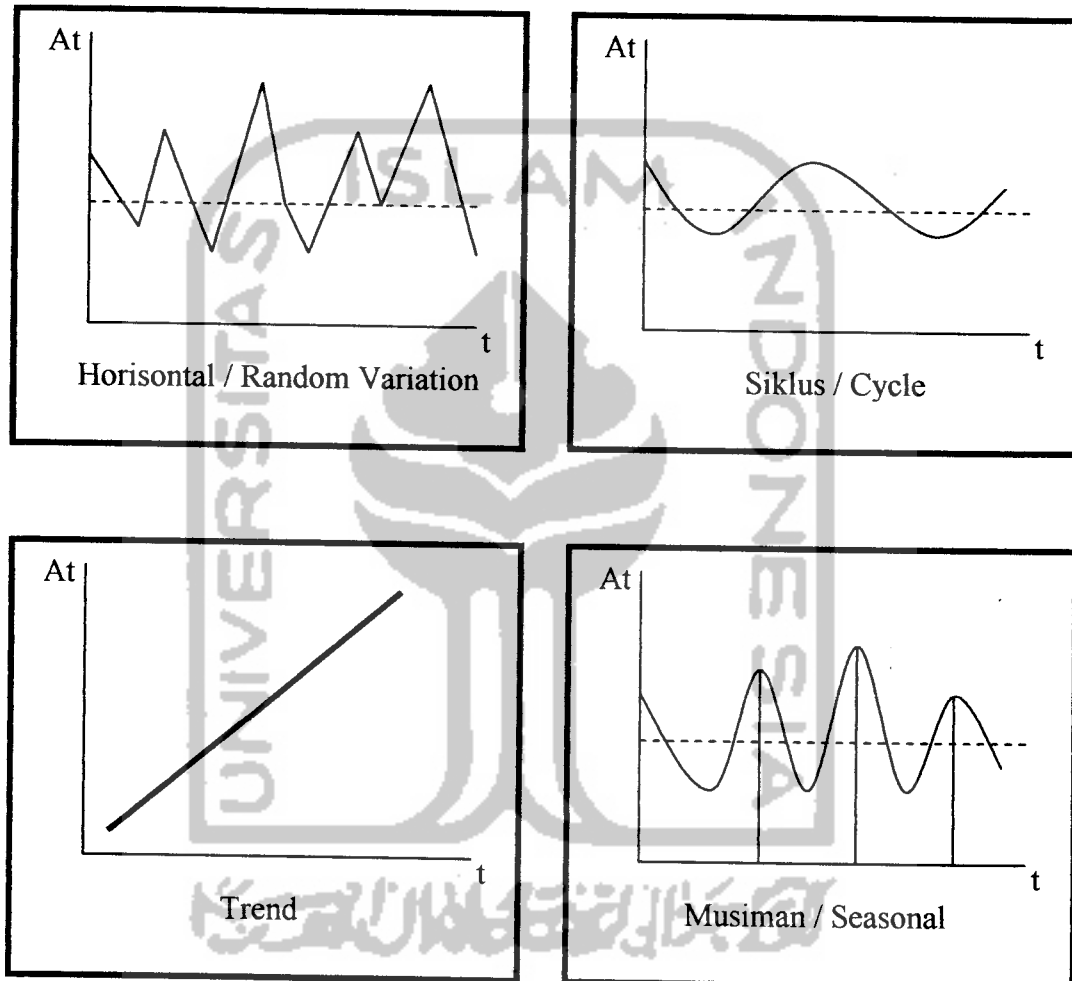
Pola data siklus terjadi jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun. Data cenderung berulang setiap dua tahun, tiga tahun, atau lebih.

Fluktuasi siklus biasanya dipengaruhi oleh faktor politik, perubahan ekonomi (ekspansi atau kontraksi) yang dikenal dengan siklus usaha (*business cycle*).

4. Horizontal / Stasionary / Random variation

Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus.

Pergerakan dari keacakan data terjadi dalam jangka waktu yang pendek, misalnya mingguan atau bulanan.



Gambar 2.5 Ploting Data

2.9.6 Teknik-Teknik Peramalan Data Runtut Waktu

1. Naive forecast

Metode ini merupakan metode peramalan yang paling sederhana, menganggap bahwa peramalan periode berikutnya sama dengan nilai aktual periode sebelumnya.

Persamaan umum naïve forecast:

$$f_{t+1} = A_t$$

Untuk data yang mengandung trend, persamaan tersebut menjadi:

$$f_{t+1} = A_t + (A_t - A_{t-1})$$

Jika terdapat unsur musiman, maka persamaan menjadi:

$$f_{t+1} = A_{t-3}$$

Jika data mengandung unsur trend dan musiman (data kuartalan) maka persamaannya menjadi:

$$f_{t+1} = A_{t-3} + (A_t - A_{t-1}) + \dots + (A_{t-3} - A_{t-4})/4$$

2. Simple Average (Rata-rata Sederhana)

Metode simple average menggunakan sejumlah data aktual dari periode-periode sebelumnya yang kemudian dihitung rata-ratanya untuk meramalkan periode waktu berikutnya.

Persamaan simple average:

$$F_t = A \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{t-1}^t A}{n}$$

$$f_{t+1} = F_t$$

Simple average paling cocok untuk data stasioner dan tidak mengandung unsur trend dan musiman atau pola-pola sistematis lainnya.

3. Simple Moving Average

Metode ini menggunakan satu set data dengan jumlah data yang tetap, sesuai periode pergerakannya (*moving period*), yang kemudian nilai rata-rata dari set data tersebut digunakan untuk meramalkan nilai periode berikutnya.

Persamaan simple moving average:

$$f_{t+1} = A_t + A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n+1} / n ;$$

dimana: n tergantung periode pergerakannya (Mn)

Metode ini sesuai untuk data stasioner (data berada disekitar rata-ratanya dalam arti bahwa data cenderung stabil dari waktu ke waktu) , tidak mengandung unsur trend atau faktor musiman.

4. Weighted Moving Average (WMA)

Metode ini mirip dengan metode simple moving average, hanya saja diperlukan pembobotan yang berbeda untuk setiap data pada set data terbaru,

dimana data terbaru memiliki bobot yang lebih tinggi daripada data sebelumnya pada set data yang tersedia. Jumlah bobot harus sama dengan 1,00.

Persamaan dari metode WMA:

$$F_t = \frac{\sum W_i A_i}{\sum W_i} \quad , \text{dimana: } i = t, t-1, t-2, \dots, t-m+1$$

$$f_{t+1} = F_t$$

Metode ini sesuai untuk pola data stasioner dimana data tidak mengandung unsur trend ataupun musiman.

5. Moving Average With Linear Trend

Metode ini akan efektif jika trend linear dan faktor random error tidak besar.

Persamaan:

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m} \quad \text{dimana: } i = t-m+1, \dots, t$$

$$T_t = 12 \sum \left(i \cdot A_{t - \left(\frac{m-1}{2}\right) + i} / m / (m^2 - 1) \right)$$

dimana: $i = -(m-1)/2, \dots, (m-1)/2$

$$f_{(t+\tau)} = F_t + T_t (t+\tau)$$

6. Single Exponential Smoothing (SES)

Peramalan dengan metode SES dihitung berdasarkan hasil peramalan periode terdahulu ditambah suatu penyesuaian untuk kesalahan yang terjadi pada ramalan terakhir.

Persamaan SES:

$$F_0 = A_1$$

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

$$f_{t+1} = F_t^{(1)}$$

Karakteristik smoothing dikendalikan dengan menggunakan faktor *smoothing*, yang bernilai antara 0 sampai dengan 1 ($0 < \alpha < 1$).

- Jika mendekati 1, maka:

Ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya.

- Jika mendekati 0, maka:

Ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang kecil pada ramalan sebelumnya.

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung trend atau faktor musiman.

7. Single exponential smoothing with linear trend

Metode ini pada dasarnya menggunakan prinsip yang sama dengan metode SES, namun metode ini mempertimbangkan adanya unsur trend/kecenderungan linear dalam deretan data.

Persamaan :

$$F_0 = A_1; T_0 = 0$$

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

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

$$f_{(t+)} = F_t + T_t$$

8. Double Exponential Smoothing

Metode ini dapat digunakan pada data historis yang mengandung unsur trend. Persamaan berikut mewakili pengolahan data dengan unsur trend menggunakan metode double eksponential smoothing.

$$F_0 = F'_0 = A_1$$

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

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

$$f_{(t-1)} = F_t$$

9. Double Exponential Smoothing with Linear Trend

$$F_0 = F'_0 = A_1;$$

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

$$F'_t = F_t + (1 - \gamma) F'_{t-1}$$

$$\gamma = \tau \alpha / \beta$$

$$f_{t(+)} = (2 + \gamma) F_t - (1 + \gamma) F'_t$$

10. Adaptive Exponential Smoothing

Metode ini akan memulai dari sebuah penetapan smoothing constant (α). Dalam setiap periode, diperiksa dengan tiga nilai, yaitu: $0.05, \alpha$, dan $+ 0.05$. Kemudian dihitung nilai F_t dengan absolute error yang terkecil. Nilai ini akan ditetapkan sebagai parameter smoothing yang baru.

Persamaan:

$$F_0 = A_1$$

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

11. Linear Regression (Trend Linear Adjustment)

Regresi Linear merupakan salah satu bentuk khusus dan paling sederhana dari regresi, dimana hubungan atau korelasi antara dua variabel tersebut berbentuk garis lurus (*straight line*).

Dalam konteks time series forecasting, dependent variabel dipengaruhi oleh variabel waktu (*independent variabel*).

Persamaan Regresi linear:

$$b = \frac{\left(\sum_i (A_i \cdot i) \right) - (n \cdot A(n+1)/2)}{\left(\sum_i i^2 \right) - (n(n+1)^2 / 4)}$$

$$a = A - b \cdot (n + 1)/2$$

$$f_t = a + b \cdot t$$

Besar luasan ini dihitung berdasarkan perkiraan standar error, Se.

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

12. Winter's Method

Metode Winter's merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsur trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya : unsur random (horizontal), unsur trend dan unsur musiman.

Persamaan metode winter :

Inisialisasi ;

$$F_0 = A_1 \text{ dan } T_0 = 0$$

Pemulusan eksponensial:

$$F_t = \alpha A_t / I_{t-m} + (1 - \alpha) (F_{t-1} + T_{t-1})$$

Estimasi Trend:

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

Estimasi Musiman:

$$I_t = \gamma A_t / F_t + (1 - \gamma) I_{t-m}$$

Nilai ramalan periode mendatang:

$$F_{t+\gamma} = (F_t + \gamma T_t) I_{t+\gamma-m}$$

Notasi Time Series Forecasting

- t : Periode waktu, $t=1,2,5,\dots,n$
- τ : Waktu dari t
- M : Periode rata-rata bergerak atau panjang perputaran seasional
- n : jumlah data waktu
- α : Parameter smoothing pertama
- β : Parameter trend smoothing
- λ : Parameter seasional smoothing
- A_t : data aktual dalam periode t
- f_t : peramalan untuk periode t
- T_t : trend untuk periode t
- F_t : nilai smoothe untuk periode t
- W_t : bobot untuk periode t
- I_t : Indeks seasional untuk periode t
- e_t : error (deviasi) untuk periode t , (pada QS.3 $e_t = f_t - A_t$)
- A : Rata-rata dari data aktual
- V : Variansi dari data aktual untuk n periode
- s : standar deviasi