

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Teori tentang Beton Siap Pakai**

Beton siap pakai adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa zat/bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kualitas dan volume beton yang akan dihasilkan yang dicampur dalam keadaan basah (segar) dan siap untuk dipakai.

##### **A. Semen**

Semen yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada umumnya adalah semen Portland. Semen Portland merupakan salah satu semen hidrolifik, yaitu suatu bahan pengikat yang mengeras apabila bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contoh lainnya adalah semen putih dan semen alumina. Sifat-sifat teknis dari semen Portland tergantung pada : susunan kimianya, kadar gips dan kehalusan butirannya. Hal yang harus diperhatikan dari semen Portland adalah pengikatnya dan pengerasannya. Ada lima (5) tipe semen Portland yaitu tipe I, II, III, IV dan V sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan oleh ASTM. Kelima tipe tersebut tergantung pada penggunaannya, karakteristik dan prosentase dari bahan-bahan kimianya.

##### **B. Agregat**

Agregat yaitu butiran material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Jenis agregat ini terdiri dari agregat kasar (kerikil)

dan agregat halus (pasir). Penggunaan agregat dalam beton mempunyai porsi yang paling besar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume totalnya. Oleh karena itu, gradasi agregat diupayakan saling mengisi menjadi satu kesatuan massa yang utuh, homogen dan kompak, maksudnya adalah bahwa agregat yang kecil mengisi ruang kosong diantara agregat yang besar. Disamping itu, harga agregat dipasaran relatif lebih murah, maka penggunaan agregat yang banyak pada campuran beton akan sangat menguntungkan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ekonomis.

### **C. Air**

Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk terjadinya hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah melewati beberapa waktu. Penambahan air yang berlebihan pada pencampuran akan mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

### **D. Bahan tambahan (*Additive*)**

Bahan tambahan digunakan apabila diperlukan. Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa serbuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu dengan tujuan untuk mengubah beberapa sifatnya.

## **3.2 Perencanaan Produksi**

Pada industri beton siap pakai, perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses industri. Dengan adanya perencanaan yang baik, maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat

menghambat ataupun menunjang lancarnya proses produksi dapat diperkirakan dan dikontrol.

### **3.2.1 Hal-hal yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi**

Adapun hal-hal yang mempengaruhi perencanaan produksi pada industri beton siap pakai adalah :

a. Volume produksi

Keputusan dalam perencanaan produksi banyak didasarkan pada berapa banyak volume produksi yang akan dihasilkan dan selama berapa periode waktu jumlah tersebut akan diproduksi. Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah ramalan penjualan untuk jangka panjang dan jangka pendek, tetapi juga harus merancang proses sehingga dapat diubah atau mengisi pemenuhan kebutuhan di masa yang akan datang dengan mudah, baik volume maupun laju produksi.

b. Kapasitas produksi

Volume yang akan dihasilkan untuk memenuhi permintaan pasar perlu pertimbangan mengenai kapasitas produksi perusahaan. Hal ini sehubungan dengan terbatasnya kemampuan sumber daya yang ada. Dengan adanya pertimbangan kapasitas produksi tersebut, maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya. Dengan demikian, diharapkan tidak ada lagi pemesan yang dirugikan akibat pelayanan yang kurang memuaskan.

c. Jarak lokasi proyek

Jarak yang jauh untuk pengangkutan beton memerlukan waktu yang lama. Sementara itu, proses pengikatan beton merupakan fungsi dari waktu. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan mengenai campuran yang akan digunakan, rute pengangkutan dan lain-lain untuk mengatasi kendala tersebut.

d. Ketersediaan sumber material

Ketersediaan sumber material menjadi salah satu kendala dalam perencanaan produksi. Material yang tidak memenuhi syarat secara kualitas untuk mencapai kekuatan beton serta kelangkaan suatu jenis material perlu dipertimbangkan bagaimana jalan keluarnya.

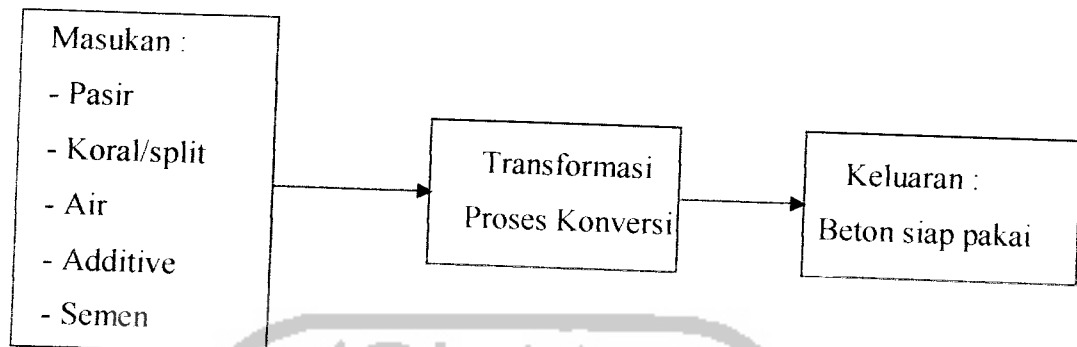
e. Metode produksi

Metode produksi akan menentukan urutan-urutan pekerjaan selama proses produksi. Alat-alat serta sumber daya lainnya ditentukan oleh metode yang dipakai. Keberhasilan suatu proses sangat tergantung pada seberapa jauh metode yang dipakai sesuai dengan seharusnya.

### 3.2.2 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah merupakan suatu rangkaian unsur-unsur yang saling terkait dan tergantung serta saling pengaruh mempengaruhi satu dengan lainnya yang secara keseluruhan adalah satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan. Produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Jadi, sistem produksi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam mentransformasikan masukan menjadi keluaran.

Secara umum, sistem produksi industri beton siap pakai dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Sistem Produksi industri beton siap pakai**

### 3.2.3 Siklus Produksi

Siklus produksi pada industri beton siap pakai sangat sederhana sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan material (semen, split, pasir, zat tambahan serta persiapan peralatan yang akan digunakan), kemudian dilanjutkan dengan penakaran (penimbangan) untuk tiap-tiap jenis material sesuai dengan desain yang direncanakan. Setelah itu material tersebut dicampur pada *mixer* dengan pencampuran mengikuti aturan yang ditentukan. Pengadukan selesai apabila pengontrolan adukan secara visual dinyatakan baik oleh pengawas dan selanjutnya beton diangkut ke lokasi pemesanan.

#### 1. Persiapan Peralatan

##### A. *Batcher*

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton ini adalah menggunakan penakaran berat. Keakuratan penimbangan bahan campuran akan sangat menentukan keberhasilan kualitas beton yang diproduksi.

### B. Mixer

*Mixer* yang dipakai dibersihkan dari kotoran-kotoran maupun sisa-sisa pengadukan beton sebelumnya, juga perlu diperiksa berfungsinya alat tersebut.

### C. Truk pengangkut

Truk dalam hal ini berfungsi sebagai pengangkut dan agitator harus dalam kondisi baik sehingga tidak dimungkinkannya kendaraan mengalami kerusakan diperjalanan.

## 2. Penakaran Material (*Batching*)

Untuk pembuatan beton berkualitas sedang dan tinggi, PUBLI 1989 mensyaratkan bahwa proporsi campuran beton harus dilakukan dengan penakaran berat (*weight batching*). Ada dua (2) cara penakaran dilakukan, tergantung dari peralatan yang digunakan, yaitu :

### A. *Single material batcher*

*Single material batcher* merupakan *batcher* paling sederhana. Untuk mengisi *batcher* dengan jumlah yang sesuai, operator membuka *gate* yang terdapat di bagian bawah *batcher* dengan bukaan yang sesuai. Apabila *gate* ini dioperasikan secara manual, maka operator harus memperhatikan skala bukaan dengan hati-hati untuk menghindari terlalu banyaknya material yang diambil dalam *batcher*. Keuntungannya adalah bahwa material diukur dan ditimbang sendiri.

### B. *Multiple* atau *Cummulative batcher*

Pada *Multiple cumulative batcher*, sejumlah agregat material beton yang berbeda yang terlebih dahulu ditimbang dimasukkan di bagian atas. Semen dan air yang juga diukur terpisah juga dimasukkan. Pengukuran air dilakukan dalam volume. Agregat pertama ditimbang, kemudian agregat kedua sehingga proporsi beton untuk campuran terpenuhi.

### 3. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan didalam *mixer* yang sekaligus sebagai pengangkut agitator. Kapasitas maksimum pengadukan ini adalah 5 m<sup>3</sup> beton untuk tiap *mixer*. Material yang telah ditimbang dalam *batcher* dicampur dengan cara sebagai berikut :

Agregat diangkut melalui *belt conveyor* masuk ke dalam *mixer* bersamaan dengan semen dengan proporsi sepertiga dari desain yang telah ditetapkan. Setelah sepertiga campuran yang kedua dan selanjutnya sepertiga campuran ketiga sampai mencapai volume yang telah ditentukan. Selama proses pemasukan material, *mixer* harus tetap bekerja hingga pengawas pengadukan menyatakan campuran telah siap untuk diangkut.

### 4. Pengangkutan

Pengangkutan beton dari *batching plant* ke lokasi proyek harus memperhatikan sifat-sifat beton segar. Dalam hal ini, pengangkutan beton dibatasi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi produksi beton. Faktor-faktor tersebut adalah keterlambatan pengangkutan, mengeringnya beton, segregasi dan pemadatan.

Pengangkutan beton dilakukan dengan menggunakan truk jenis agitator. Truk ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya segregasi, pemadatan beton dan menjaga keseragaman beton ketika dituangkan pada pengecoran.

### **3.3 Teori Persediaan**

#### **3.3.1 Manajemen Persediaan**

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, hubungan pekerjaan satu dengan yang lain saling terkait dan tergantung. Proses yang simultan itu harus diusahakan terus menerus tanpa hambatan karena jika salah satu kegiatan terhambat akibat kekurangan material, kemungkinan seluruh sistem akan terhenti. Kerugian yang diderita proyek adalah waktu penyelesaian tidak tepat sehingga pembayaran tenaga kerja akan bertambah, biaya operasi dan sewa alat akan bertambah dan lain-lain. Akibatnya, akumulasi biaya kerugian akan besar. Untuk menghindari kekurangan material (*stock out*), biasanya material akan ditimbun sebanyak mungkin (*overstock material*) dan hal ini akan menjadi kendala pada kapasitas gudang yang tersedia dan pemborosan karena investasi atau dana yang menganggur (*idle resources*). Masalahnya adalah bagaimana menentukan jumlah dan waktu yang tepat untuk memesan material sehingga proyek tidak kekurangan material dan tidak menimbun material.

Untuk mempertahankan tingkat persediaan yang minimum, maka diperlukan jawaban dari pertanyaan yang mendasar yaitu, berapa barang yang harus dipesan dan kapan harus melakukan pemesanan kembali.

Ada dua jenis kondisi ekstrim yang dapat terjadi pada masalah persediaan barang atau material, yaitu :



- a. Kelebihan material (*over stock*), yaitu kondisi ketika jumlah barang yang disimpan terdapat dalam jumlah yang besar untuk memenuhi permintaan dalam jangka waktu yang lama. Penyelesaian dengan kondisi ini mempunyai karakteristik bahwa pembelian dilakukan dalam jumlah yang besar dengan frekuensi yang jarang. Hal ini mengakibatkan biaya penyimpanan (*holding cost*) menjadi besar tetapi resiko kekurangan menjadi kecil.
- b. Kekurangan material (*under stock*), yaitu suatu kondisi ketika persediaan dalam jumlah sedikit/terbatas untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang pendek. Karakteristik dalam kondisi ini adalah pembelian barang dalam jumlah kecil.

Penyelesaian dua kondisi ekstrim di atas memerlukan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, manajemen persediaan perlu dilakukan untuk menganalisis serta mendapatkan tingkat persediaan yang optimum sehingga dapat menekan biaya seminimum mungkin tanpa harus menyimpan persediaan barang yang berlimpah.

Pengendalian dan pemeliharaan persediaan barang-barang fisik merupakan masalah yang lazim ditemui di semua perusahaan. Ada beberapa alasan untuk menyimpan sediaan. Hal ini meliputi proteksi terhadap perubahan permintaan, menjaga arus produksi yang merata dengan menyediakan fungsi pemutus antara tahap-tahap dalam produksi dan menekan biaya total dengan memanfaatkan diskon kuantitas. Selain itu, sediaan dapat membantu dalam meningkatkan laju produksi dan menurunkan biaya produksi jika melalui pemanfaatan yang cermat.

Sistem manajemen sediaan dapat memberikan penghematan yang besar bagi perusahaan. Penghematan ini terwujud dalam berbagai bentuk tergantung pada kondisi perusahaan. Beberapa sumber penghematan tersebut adalah biaya-biaya pembelian yang lebih rendah, biaya bunga yang lebih rendah atau meningkatnya ketersediaan dana internal, biaya operasi yang lebih rendah dan layanan pelanggan yang lebih baik.

### 3.3.2 Pengendalian Persediaan

Pengendalian atau pengawasan persediaan merupakan salah satu kegiatan dari urutan kegiatan yang bertautan satu sama lain dalam seluruh operasi produksi perusahaan industri sesuai dengan yang telah direncanakan, baik dalam hal waktu, jumlah, kualitas maupun biaya.

Pengertian pengendalian persediaan menurut *T. Hani Handoko (1984)*, adalah serangkaian kebijakan dan sistem pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga kapan persediaan harus diisi dan berapa pesanan yang harus dilakukan.

Setiap gerak pengaturan yang ada di industri harus mempunyai tujuan agar industri dapat berhasil dengan baik. Pengawasan persediaan dilakukan untuk memelihara terdapatnya keseimbangan antara kerugian dan penghematan dalam suatu persediaan barang di gudang dan adanya biaya atau modal. Oleh karena itu, maka menurut *Agus Ahyari (1986)*, pengawasan persediaan mempunyai tujuan antara lain :

- a. Mengusahakan pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari karena mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar.

- b. Mengusahakan agar tidak terjadi kehabisan persediaan yang dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- c. Mengusahakan supaya penyimpanan dalam gudang tidak dilakukan secara besar-besaran yang dapat mengakibatkan biaya menjadi tinggi.

Dari keterangan di atas, dapatlah dinyatakan bahwa tujuan pengendalian atau pengawasan persediaan adalah untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal dengan kualitas dan jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan.

Pengaturan persediaan material agar dapat menjamin kelancaran proses produksi secara efektif perlu ditetapkan kebijaksanaan-kebijaksanaan yang berkenaan dengan persediaan. Pemesanan barang harus ditentukan berapa jumlah barang yang dipesan agar pemesanan ekonomis dan kapan pemesanan dilakukan. Perlu juga ditentukan berapa besarnya persediaan penyelamat (*buffer stock*) yang merupakan persediaan minimum.

Pemesanan material yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan dua macam cara (*Agus Ahyari, 1986*), yaitu :

- a. Pemesanan pada saat persediaan mencapai titik tertentu

Merupakan suatu sistem atau cara pemesanan material yang dilakukan apabila persediaan telah mencapai suatu titik tertentu. Apabila bahan-bahan terus diproses, maka jumlah persediaan semakin menurun sampai titik batas tertentu dan harus dipesan kembali. Model semacam ini biasanya jumlah yang dipesan selalu sama.

b. Pemesanan dilakukan pada waktu tertentu

Merupakan suatu sistem atau cara pemesanan material yang dilakukan dengan jangka waktu pemesanan tetap. Cara ini dapat dilakukan untuk mengawasi barang-barang yang banyak jenisnya serta tinggi nilainya.

### 3.3.3 Fungsi Persediaan

a. Fungsi *Decoupling*

Fungsi penting persediaan adalah memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan. Persediaan *decouples* ini memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa tergantung pada supplier.

b. Fungsi *Economic lot Sizing*

Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi dan membeli sumber daya dalam kualitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per-unit.

c. Fungsi Antisipasi

Seiring dengan perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman.

### 3.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persediaan

Di dalam penyelenggaraan persediaan material untuk kepentingan pelaksanaan proses produksi dari suatu industri, maka akan terdapat beberapa macam faktor yang akan mempunyai pengaruh terhadap persediaan material yang terdiri dari beberapa macam ~~dan akan~~ saling berkaitan antara faktor yang

satu dengan faktor lainnya. Dan secara bersama-sama, faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah persediaan material yang ada dalam suatu industri.

Adapun beberapa macam faktor yang mempengaruhi persediaan material tersebut adalah :

a. Perkiraan pemakaian material

Berapa banyak material yang dipergunakan untuk kepentingan proses produksi dalam suatu periode akan dapat diperkirakan oleh manajemen perusahaan dengan mendasarkan pada perencanaan produksi maupun jadwal produksi yang telah disusun oleh pihak manajemen.

b. Harga material

Semakin tinggi harga material yang dipergunakan, maka untuk mencapai sejumlah persediaan akan diperlukan dana/biaya yang semakin besar pula. Dengan demikian, maka dana/biaya yang akan tertanam di dalam persediaan material tersebut akan menjadi tinggi.

c. Biaya-biaya persediaan

Di dalam hubungannya dengan biaya-biaya persediaan, maka dikenal tiga macam biaya persediaan yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya tetap persediaan. Biaya tetap persediaan adalah biaya yang jumlahnya tidak terpengaruh oleh kualitas material yang disimpan maupun oleh frekuensi pemesanan material yang dilakukan.

d. Kebijakan pembelian

Di dalam pembelanjaan harus diperhitungkan dengan cermat, efisien dan seefektif mungkin agar barang-barang yang dibeli benar-benar sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan dapat dipergunakan seoptimal mungkin.

e. Pemakaian bahan

Pemakaian material dengan menggunakan metode peramalan yang sesuai dengan keadaan perusahaan akan dapat membantu penyelenggaraan persediaan material dalam perusahaan.

f. Waktu tunggu (*lead time*)

Yang dimaksud dengan waktu tunggu (*lead time*) adalah waktu tenggang yang diperlukan (yang terjadi) antara saat pemesanan material dilaksanakan sampai dengan datangnya material ke lokasi.

g. Model pembelian bahan

Model pembelian bahan yang dipergunakan akan sangat menentukan besar kecilnya material yang diselenggarakan di dalam suatu industri.

h. Persediaan pengaman

Pada umumnya, untuk menanggulangi adanya kehabisan material, perusahaan akan mengadakan persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ini akan digunakan apabila terjadi kekurangan material atau keterlambatan datangnya material yang dipesan.

i. Pembelian kembali

Pembelian kembali yang dilakukan pada waktu yang tepat akan dapat mencegah terjadinya kekurangan material, ataupun terjadi kelebihan material dikarenakan datang terlalu awal.

### 3.3.5 Biaya-biaya Persediaan

Biaya-biaya inventarisasi, sebagian merupakan variabel dan sebagian lainnya merupakan biaya tetap. Biaya inventarisasi, yang bersifat variabel adalah biaya yang bersifat berubah-ubah karena adanya perubahan jumlah persediaan yang ada di dalam gudang. Biaya tersebut akan naik jika jumlah persediaan yang disimpan ditingkatkan dan akan berkurang jika jumlah persediaan yang disimpan dikurangi. Biaya inventarisasi yang bersifat tetap adalah elemen biaya inventarisasi yang relatif tetap jumlah totalitasnya dalam jangka pendek dengan tidak memandang adanya variasi yang normal dalam jumlah persediaan yang normal dan jumlah persediaan yang disimpan.

Kualitas pesanan dan titik pesanan ulang ditentukan dengan meminimalkan biaya total penyediaan stok (biaya total inventarisasi). Biaya total inventarisasi adalah fungsi dari komponen-komponen biaya berikut :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{total biaya} \\ \text{inventarisasi} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{biaya} \\ \text{pembelian} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{biaya} \\ \text{pemesanan} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{biaya} \\ \text{penyimpanan} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{biaya} \\ \text{kekurangan} \end{array} \right]$$

1. Biaya pembelian (*purchase cost*)

Biaya pembelian adalah harga per unit apabila item dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi per unit apabila item diproduksi dalam perusahaan. Biaya per unit akan selalu menjadi bagian dari item dalam persediaan.

2. Biaya pemesanan (*order cost/setup order*)

Biaya pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan dari supplier atau biaya persiapan (*setup cost*) apabila item diproduksi di dalam perusahaan.

### 3. Biaya simpan

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan persediaan.

### 4. Biaya kekurangan persediaan

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang dikeluarkan atas kekurangan persediaan, baik dari luar maupun dari dalam perusahaan. Biaya kekurangan persediaan dapat berupa biaya *backorder*, biaya kehilangan kesempatan penjualan dan biaya kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan.

#### 3.3.6 Struktur Persolan Persediaan

Persoalan persediaan dapat ditinjau dari dua aspek yang saling berkaitan yaitu aspek adanya permintaan material, baik untuk waktu sekarang ataupun waktu yang akan datang dan aspek yang kedua adalah adanya keharusan untuk mengadakan persediaan agar permintaan dapat selalu terpenuhi.

Adanya permintaan dapat menyebabkan berkurangnya persediaan. Keadaan ini dapat diimbangi dengan penambahan material sehingga persediaan bertambah. Pengetahuan mengenai kebutuhan yang akan datang dapat dibagi dalam tiga kelas, yaitu :

- a. Permintaan bahan untuk waktu yang akan datang diketahui dengan pasti. Oleh karena itu, keadaan ini dapat disebut sebagai persoalan persediaan dengan kepastian (*inventory problem under certainty*).
- b. Permintaan material untuk waktu yang akan datang tidak dapat diketahui dengan pasti tetapi hanya dapat diketahui distribusi kemungkinannya.



Keadaan ini disebut persoalan persediaan dengan resiko (*inventory problem under risk*).

- c. Permintaan material yang akan datang tidak dapat diketahui, baik jumlah ataupun kemungkinannya. Keadaan ini disebut persoalan persediaan ketidakpastian (*inventory problem under uncertainty*).

Ada empat unsur utama yang harus diperhatikan dengan baik dalam melakukan analisa terhadap sistem persediaan :

1. Permintaan adalah sesuatu yang dibutuhkan oleh pemakai yang perlu dikeluarkan dari persediaan. Secara umum, hal ini tidak dapat dikendalikan secara langsung. Beberapa sifat permintaan ini adalah tetap atau berubah-ubah, waktu kedatangannya dapat diketahui atau tidak, jadi dapat bersifat probabilistik atau deterministik. Apabila bersifat probabilistik, maka distribusi permintaan harus diketahui.
2. Penambahan persediaan, yaitu menambahkan pada persediaan dan umumnya dapat dikendalikan. Beberapa sifat penambahan ini adalah ukurannya dapat tetap atau berubah-ubah, periode penjadwalannya dapat tetap atau berubah-ubah dan penambahannya dapat dengan *lead time* atau tidak.
3. Biaya-biaya persediaan, yaitu biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk mengadakan persediaan.
4. Batasan-batasan, yaitu faktor-faktor yang membatasi jumlah persediaan. Seperti keterangan pada unit, baik berupa unit yang diskrip atau kontinyu, keterbatasan tempat karena penambahan, keterbatasan penjadwalan dan tingkat persediaan, keterbatasan permintaan seperti jika terjadi kekurangan

persediaan apakah dapat diatasi dengan segera atau tidak serta keterbatasan dana.

Dari uraian diatas, jelas terlihat bahwa semua itu adalah kendala yang hampir dialami oleh semua perusahaan, baik perusahaan kecil maupun perusahaan besar. Sebagai landasan utama dalam memecahkan persoalan-persoalan tersebut, maka perlu ditetapkan suatu kebijaksanaan terutama dalam hal persediaan.

### **3.4 Menentukan Rencana Kebutuhan Material**

#### **3.4.1 Peramalan (*Forecasting*)**

Peramalan (*forecasting*) merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi. Peramalan mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada di luar kendali manajemen seperti ekonomi, sosial, politik, perubahan teknologi, budaya, pemerintah, pelanggan, pesaing dan lain sebagainya.

Peramalan adalah prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksikan peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang adalah tidak mungkin dicapai. Oleh karena itu, ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang besar agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang (*Zulian Yamit, 1999*).

Peramalan merupakan bahan informasi yang penting dalam penyusunan rencana produksi. Peramalan ini merupakan tahap awal dari

perencanaan untuk mengetahui bagaimana keadaan pada masa yang akan datang. Untuk sistem pengolahan, jumlah permintaan material untuk keperluan proses harus direncanakan dengan baik, dengan melalui tahap peramalan, maka unsur ketidakpastian permintaan dapat dikurangi atau diperkecil sehingga akan menghasilkan perkiraan kebutuhan yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

Kebutuhan untuk meramal meningkat seiring dengan usaha pihak manajemen mengurangi ketergantungan perubahan lingkungan dari satu periode ke periode lainnya. Peranan peramalan di beberapa bagian dalam organisasi menurut *Spyros Makridakis, 1995*, antara lain :

1. Penjadwalan sumber daya yang tersedia. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadwalan seperti itu adalah ramalan tingkat permintaan untuk produk, bahan, tenaga kerja, finansial atau jasa pelayanan.
  2. Penyediaan sumber daya tambahan. Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh material, menerima pekerja baru atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun
- Peramalan diperlukan untuk menentukan sumber daya di masa yang akan datang.

Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang diperlukan dalam jangka panjang. Keputusan ini tergantung pada peluang pasar, faktor lingkungan, finansial, tenaga kerja, produk dan sumber teknologi.

Karakteristik peramalan yang baik, diantaranya adalah :

1. Keakuratan, peramalan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kekurangan persediaan, *backorder*, kehilangan penjualan atau kehilangan pelanggan. Sementara itu, peramalan yang terlalu tinggi akan menghasilkan persediaan yang berlebihan dan biaya operasi tambahan.
2. Biaya, ongkos untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan menjadi signifikan apabila jumlah produk dan data lainnya semakin besar.
3. Penyederhanaan, keuntungan utama menggunakan peramalan yang sederhana adalah kemudahan untuk melakukan peramalan dan analisisnya.

Prinsip-prinsip peramalan yang harus dipertimbangkan adalah :

1. Secara umum, teknik peramalan beranggapan bahwa sesuatu yang berlandaskan pada sebab yang sama terjadi di masa lalu akan berlanjut pada masa yang akan datang.
2. Tidak ada peramalan yang sempurna, peramalan hanya mengurangi ketidakpastian dari suatu kondisi yang akan terjadi di masa yang akan datang dan bukan menghilangkannya. Dengan demikian, hasil peramalan masih mengandung nilai kesalahan (*error*).
3. Peramalan jangka pendek mengandung ketidakpastian yang lebih sedikit daripada peramalan untuk jangka waktu yang lebih lama. Hal ini dikarenakan dalam jangka pendek kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap dan berubah lambat.

### 3.4.2 Klasifikasi Metode Peramalan

Pengambilan keputusan yang bersifat jangka pendek yang berupa keputusan harian, mingguan maupun bulanan yaitu dengan menggunakan ramalan jangka pendek. Metode ramalan jangka pendek yang paling sederhana adalah metode yang menggunakan data masa lalu. Dilihat dari jangka waktu peramalan, peramalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu peramalan jangka panjang dan jangka pendek.

#### 1. Peramalan jangka panjang

Adalah ramalan yang menyangkut perkiraan tentang penjualan dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan selama lima tahun yang akan datang. Ramalan ini biasanya dimaksudkan untuk perkembangan perusahaan, perluasan kapasitas dan penanaman modal yang biasanya terbatas pada perkiraan yang luas tentang volume penjualan.

#### 2. Peramalan jangka pendek

Peramalan yang menyangkut perkiraan tentang penjualan dari produk yang dihasilkan dari suatu perusahaan selama satu tahun atau kurang. Peramalan ini memberi dasar bagi manajer sebagai pedoman perencanaan produksi, pengawasan persediaan barang dan penentuan kebutuhan bahan di masa yang akan datang.

Sementara itu, jika dilihat dari bagaimana sifat penyusun teknik peramalan itu sendiri, maka secara umum klasifikasi peramalan ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

### 1. Peramalan Subyektif

Peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari seseorang yang menggunakannya. Dalam hal ini pandangan orang yang menyusunnya sangat menentukan baik buruknya ramalan tersebut.

### 2. Peramalan Obyektif

Peramalan ini didasarkan pada data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan metode tertentu dan penganalisaan data.

Berdasarkan sifat dari peramalan tersebut, dapat diklasifikasikan ke dalam dua macam, yaitu :

#### 1. Peramalan Kualitatif

Adalah peramalan yang didasarkan pada data kualitatif di masa lalu. Hasil ini dibuat tergantung dari orang yang menyusunnya (subyektif), tergantung pada pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya.

#### 2. Peramalan Kuantitatif

Adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif di masa lalu. Hasil ramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan tersebut. Metode yang berbeda akan menghasilkan ramalan yang berbeda pula. Ketepatan metode yang digunakan ditentukan oleh perbedaan penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi, yaitu penyimpangan yang paling kecil.

Metode peramalan kuantitatif sangat beragam dan setiap teknik memiliki sifat, ketepatan dan biaya yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode

tertentu. Metode kuantitatif atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), lebih sistematis dan lebih populer dalam penggunaannya. Untuk menggunakan metode kuantitatif terdapat tiga kondisi yang harus dipenuhi (*Zulian Yamit, 1999*) :

1. Tersedia informasi masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik
3. Diasumsikan bahwa beberapa pola masa lalu akan terus berlanjut.

### **3.4.3 Tahapan Dalam Proses Peramalan**

Kualitas hasil peramalan sangat ditentukan pada proses pelaksanaan penyusunannya. Pada dasarnya, langkah yang dilakukan dalam peramalan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tujuan dari peramalan dan kapan peramalan diperlukan. Hal ini akan memberikan suatu indikasi rincian yang detil tentang hal-hal yang diperlukan dalam melakukan peramalan dan jumlah sumber daya (tenaga kerja, waktu penggunaan komputer, biaya) yang dapat dijangkau.
2. Memperkirakan jangka waktu yang harus tercakup oleh peramalan. Harus diingat bahwa pengurangan keakuratan peramalan sejalan dengan penambahan horison waktu.
3. Melakukan plot dari data yang ada sehingga dapat dilihat pola dari deret tersebut di masa lalu.
4. Memilih teknik peramalan yang sesuai dengan pola data yang ada.

### **3.4.4 Metode Peramalan**

Metode peramalan kuantitatif dapat dikelompokkan menjadi :

## 1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Pada metode ini diperkirakan masa depan dapat dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel. Tujuan dari peramalan deret waktu ini adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengasumsikan pola tersebut akan terjadi untuk masa yang akan datang. Teknik-teknik yang termasuk peramalan deret atau runtun waktu antara lain :

### a. *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.

Persamaannya :

Dimana :

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

$A$  = rata-rata dari data aktual

$A_t$  = data aktual dalam periode  $t$

$f_t$  = peramalan untuk periode  $t$

$F_t$  = nilai smoothed untuk periode  $t$

$N$  = jumlah data

$$F_t = A$$

$$f_t = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad f_{t-1} = f_t \dots \dots \dots (3.1)$$

*Simple average* ini cocok untuk data stasioner, trend dan musiman.



b. *Weight 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.

Persamaannya :

$$f_{t+1} = \{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-n}\} / n \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

t = periode waktu, t = 1,2,3, ..., n

A = rata-rata dari data aktual

A<sub>t</sub> = data aktual dalam periode t

F<sub>t</sub> = peramalan untuk periode t

n = jumlah data.

Metode ini sesuai untuk pola data stasioner trend maupun musiman.

c. *Moving Average With Linear Trend*

Metode ini efektif apabila trend linear dan faktor *random error* tidak besar.

Persamaannya :

$$F_t = \frac{\sum A_{(i)}}{m}, \text{dimana: } i = t - m + 1 \text{ to } t \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana: F<sub>t</sub> = nilai *smoothing* untuk periode t

A = rata-rata data aktual

m = periode rata-rata bergerak

d. *Single Exponential Smoothing*

Persamaannya:

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \dots \dots \dots (3.4)$$

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

dimana :  $F_t$  = nilai *smoothing* untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode ke t

t = waktu/periode tertentu

$f_t$  = peramalan untuk periode t

$\alpha$  = parameter *smoothing* pertama

Karakteristik *smoothing* ini dikendalikan dengan menggunakan faktor *smoothing*  $\alpha$  yang bernilai antara 0 sampai dengan 1.

- Jika  $\alpha$  mendekati 1, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya.
- Jika  $\alpha$  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 unsur trend ataupun musiman.

e. *Double Exponential Smoothing*

Persamaannya :

$$F_0 = F_0^1 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1}) \dots \dots \dots (3.5)$$

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

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

dimana:  $F_t$  = nilai *smoothing* untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode ke-l

t = waktu/periode tertentu

$f_t$  = peramalan untuk periode t

$\alpha$  = parameter *smoothing* pertama

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung unsur trend ataupun musiman.

#### f. *Winter's Models*

Metode ini merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung variasi musiman ataupun trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya, yaitu: unsur konstan, unsur trend dan unsur musiman.

Persamaannya :

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

$$T_t = \beta[(F_t - F_{t-1}) - (1 - \beta)T_{t-1}] \dots \dots \dots (3.6)$$

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

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

dimana :  $F_t$  = nilai *smoothing* untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode t

- $t$  = waktu/periode tertentu  
 $f_t$  = peramalan untuk periode  $t$   
 $\alpha$  = parameter untuk *smoothing* pertama  
 $\beta$  = parameter trend *smoothing*  
 $T_t$  = trend untuk periode  $t$   
 $\gamma$  = parameter *seasonal smoothing*  
 $m$  = periode rata-rata bergerak  
 $I_t$  = Indeks *seasonal* untuk periode  $t$

## 2. Metode Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramal memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel *independent*. Tujuan metode kausal ini adalah untuk menentukan hubungan antar faktor dan menggunakan hubungan tersebut untuk meramal nilai-nilai variabel *dependent*.

### 3.4.5 Kontrol Peramalan

Hal yang sangat vital dalam peramalan adalah keakuratan dan kontrol peramalan. Dalam berbagai situasi, peramalan sangat diharapkan dapat dihitung secara tepat pada setiap saat. Tetapi dalam kenyataannya, peramalan yang dilakukan jarang sekali memberikan suatu hasil yang tepat. Kesalahan peramalan merupakan perbedaan antara nilai yang terjadi dan nilai yang diprediksikan. Pengukuran kesalahan sering digunakan untuk mengestimasi apakah metode peramalan yang digunakan sesuai dengan pola permintaan.

Berikut rumus kesalahan peramalan :

$$e_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan :  $e_t$  = kesalahan peramalan periode ke-t  
 $A_t$  = data actual periode ke-t  
 $F_t$  = peramalan periode ke-t

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara:

### 1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD adalah rata-rata nilai dari kesalahan peramalan tanpa menghiraukan tanda positif atau tanda negatif atau nilai tengah dari kesalahan mutlak.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \dots\dots\dots (3.8)$$

### 2. *Mean Square Deviation (MSD)*

MSD adalah nilai tengah kesalahan kuadrat, sering disebut Mean Square Error (MSE).

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|^2}{n} \dots\dots\dots (3.9)$$

### 3. *Mean Error Deviation (Bias)*

Hasil ramalan jarang sekali tepat dengan permintaan aktual karena adanya variasi random dalam permintaan tersebut. MED dihitung dengan menjumlahkan kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah data. MED sering disebut Bias (Kesalahan Rata-Rata).

$$Bias = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \dots\dots\dots (3.10)$$

Memonitor kesalahan peramalan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa peramalan tersebut cukup baik. Dan formulasi yang paling sering digunakan dalam menghitung kesalahan peramalan adalah MAD dan MSD (MSE).

Setelah kesalahan peramalan diperoleh, maka diperlukan suatu peta kendali untuk menunjukkan bahwa titik kesalahan nilai peramalan yang masuk dalam kisaran batas kendali yang ditetapkan sebelumnya, sedangkan nilai kesalahan yang diluar batas kendali perlu tindakan koreksi.

Pendekatan peta kendali meliputi pasangan batas atas dan batas bawah untuk kesalahan peramalan secara individu ( per periode), bukan kesalahan secara kumulatif. Batasan tersebut merupakan penggandaan akar MSE. Metode tersebut mengandung asumsi kesalahan peramalan akan tersebar secara acak di sekitar garis nol dan penyebaran kesalahan dianggap terdistribusi normal.

Akar dari nilai MSE merupakan harga estimasi standar deviasi ( $s$ ) dari penyebaran kesalahan sehingga :

$$s = \sqrt{MSE} \dots \dots \dots (3.11)$$

Berdasarkan ketentuan pada distribusi normal, tingkat kepercayaan sebesar 95 % diharapkan akan berada pada batasan:

$$BKA = 0 + 2s$$

$$BKB = 0 - 2s \dots \dots \dots (3.12)$$

Dan dengan tingkat kepercayaan sebesar 99 %, diharapkan kan berada pada batasan:

$$BKA = 0 + 3s$$

$$BKB = 0 - 3s \dots\dots\dots(3.13)$$

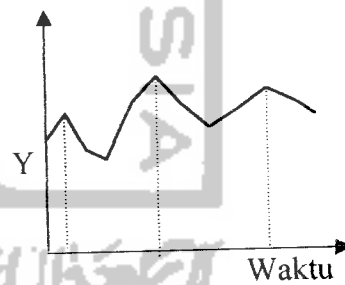
### 3.4.6 Pola Data Metode Deret Berkala

Langkah penting dalam memilih metode-metode deret berkala atau runtun waktu adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklus (Makridakis dan Wheelwright, 1983) yaitu :

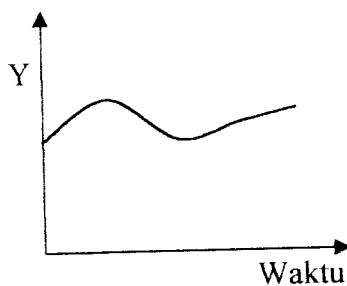
1. Pola horisontal, terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola musiman, terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
3. Pola siklus, terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
4. Pola trend, terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.



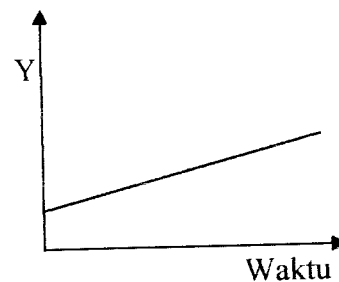
Gambar 3.2 Pola horizontal



Gambar 3.3 Pola musiman



Gambar 3.4 Pola siklus



Gambar 3.5 Pola trend

### 3.5 Model-Model Persediaan

#### 3.5.1 Sistem Pemesanan Jumlah Tetap (EOQ)

EOQ atau lebih dikenal dengan *Economic Order Quantity* merupakan model persediaan yang sederhana. Menurut *Zulian Yamit, 1999*, konsep EOQ digunakan untuk menjawab pertanyaan “berapa jumlah yang harus dipesan”. Kategori biaya yang berkaitan dengan persediaan terdapat dua kategori yang perlu dipertimbangkan, yaitu biaya pesan dan biaya simpan. Sementara itu, untuk kategori yang lain tidak relevan karena *stock out* dan biaya perubahan kapasitas tidak akan terjadi apabila permintaan konstan (salah satu asumsi EOQ) dan harga material diasumsikan tidak mengalami perubahan. Oleh karena itu, ketiga kategori biaya tersebut tidak akan mempengaruhi keputusan berapa jumlah yang harus dipesan maupun kapan melakukan pemesanan.

Menurut *Zulian Yamit, 1999*, model EOQ tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Kebutuhan material dapat ditentukan, relatif tetap dan terus menerus.
2. Tenggang waktu (*lead time*) pemesanan dapat ditentukan dan relatif tetap.
3. Tidak diperkenankan adanya kekurangan persediaan.
4. Struktur biaya tidak berubah atau konstan dan tidak ada potongan harga.
5. Kapasitas gudang dan model cukup untuk menampung dan membeli pesanan.

Dengan asumsi-asumsi tersebut, sistem *inventory* dapat ditunjukkan dalam gambar 3.6, dimana  $Q$  adalah jumlah pembelian dan ketika pesanan diterima jumlah pesanan yang diterima sama dengan  $Q$ . Apabila tingkat penggunaan tetap, persediaan akan habis dalam waktu tertentu dan ketika persediaan hanya tinggal



sebanyak kebutuhan selama tenggang waktu, maka pemesanan kembali (*reorder point* = ROP) harus dilakukan.

Pada model ini, jika  $D$  adalah permintaan pertahun dan  $Q$  adalah kuantitas/jumlah pesanan, maka biaya pemesanan per tahun dapat dirumuskan :

$$\text{Biaya pesan per tahun} = \frac{D}{Q}S \dots\dots\dots (3.14)$$

dimana :  $S$  = biaya pesan per sekali pesan

Kemudian, biaya simpan tahunan dapat dihitung dengan menjadikan jumlah rata-rata persediaan dengan biaya simpan per unit/tahun. Rata-rata persediaan secara sederhana dihitung sebanyak setengah kali jumlah pesanan dibagi banyaknya persediaan dan akan berkurang secara terus menerus hingga mencapai nol.

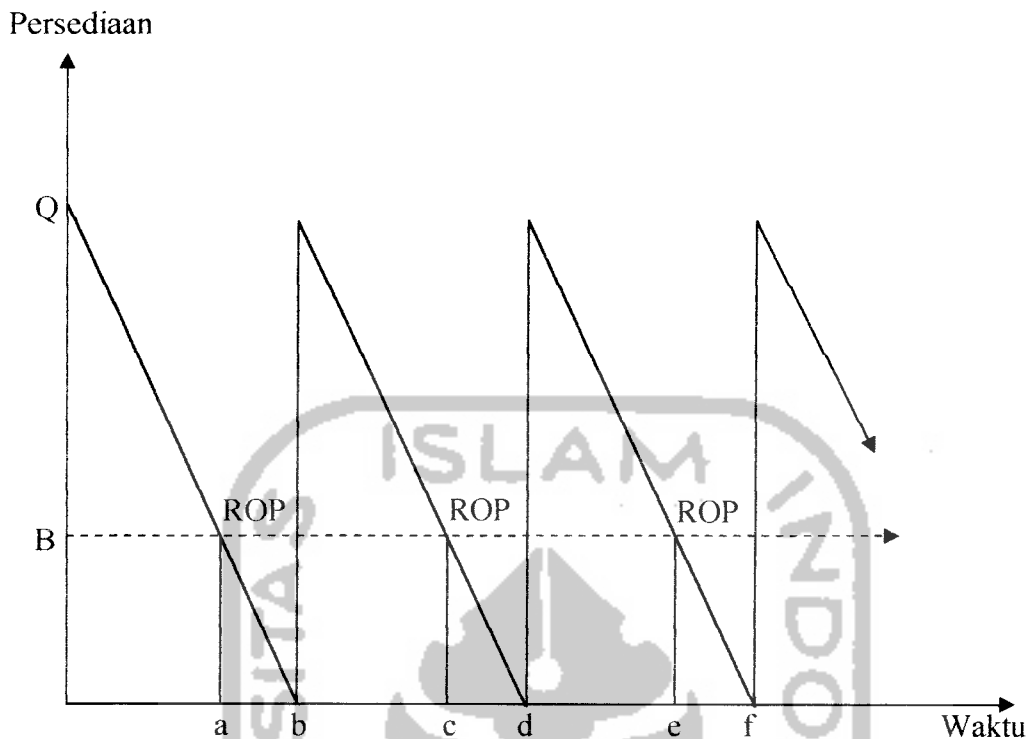
Dengan demikian, biaya simpan tahunan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Biaya simpan per tahun} = H \frac{Q}{2} \dots\dots\dots (3.15)$$

dimana :  $H$  = biaya simpan per unit

Sehingga biaya yang ditimbulkan dalam persediaan adalah hasil penjumlahan antara biaya simpan per tahun dengan biaya pesan per tahun dan dirumuskan sebagai berikut :

$$TC = H \frac{Q}{2} + S \frac{D}{Q} \dots\dots\dots (3.16)$$



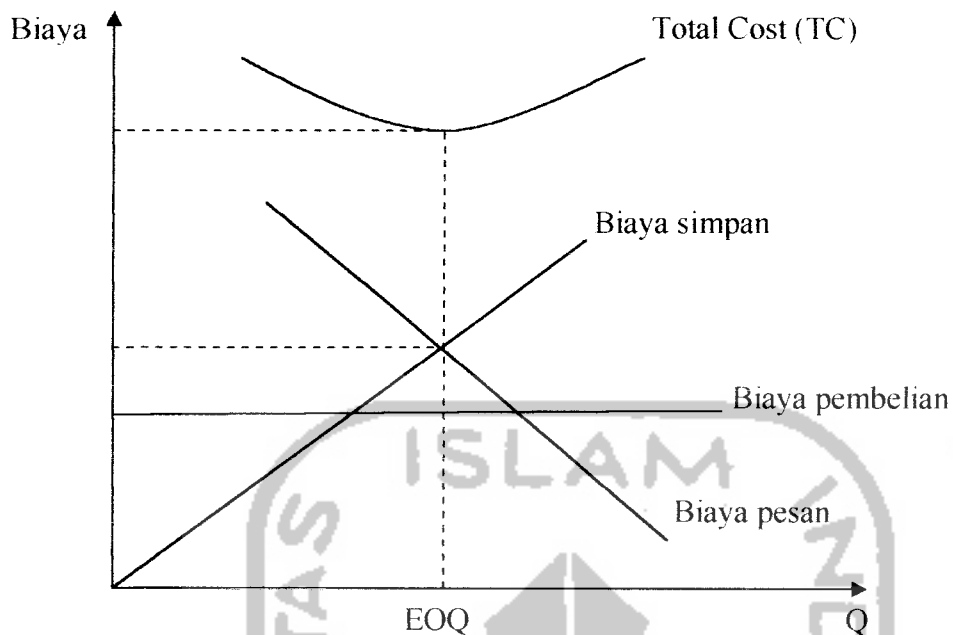
**Gambar 3.6. Sistem pemesanan jumlah tetap**

(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

Hubungan antara biaya-biaya dalam persediaan tersebut dapat dilihat dalam gambar 3.7. Dari gambar grafik kurva biaya inventory tersebut, total biaya (TC) akan mencapai nilai maksimal pada saat biaya simpan sama dengan biaya pesan sehingga titik minimal kurva biaya total dapat dicari dengan diferensial TC terhadap Q, yaitu :

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \frac{\partial HQ}{\partial Q} + \frac{\partial SD}{\partial Q^2} \dots \dots \dots (3.17)$$

$$\frac{H}{2} - \frac{SD}{Q^2} = 0 \dots \dots \dots (3.18)$$



**Gambar 3.7. Grafik kurva biaya inventory**  
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

$$\frac{H}{2} = \frac{SD}{Q^2} \quad (3.19)$$

$$Q^2 = \frac{2SD}{H} \quad \text{atau} \quad Q = \sqrt{\frac{2SD}{i \cdot c}} \quad (3.20)$$

dimana :

D = jumlah pemesanan

H = biaya simpan per tahun

S = biaya pesan per tahun

Q = jumlah pesanan yang optimal

c = harga satuan unit

i = biaya simpan dalam prosentase persediaan

Apabila tidak terjadi kekurangan persediaan (*stockout*), maka total biaya persediaan pertahun ditunjukkan dengan rumus 3.21 sebagai berikut :

Total biaya = biaya pembelian + biaya pemesanan + biaya simpan

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2} \dots\dots\dots (3.21)$$

Dimana :

R = jumlah kebutuhan dalam unit

P = biaya pembelian per unit

C = biaya pemesanan

H = biaya simpan per unit per tahun

Q = jumlah pemesanan dalam unit

Untuk memperoleh biaya minimum setiap kali pemesanan (EOQ), ditentukan dengan rumus EOQ di bawah ini :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = EOQ \dots\dots\dots (3.22)$$

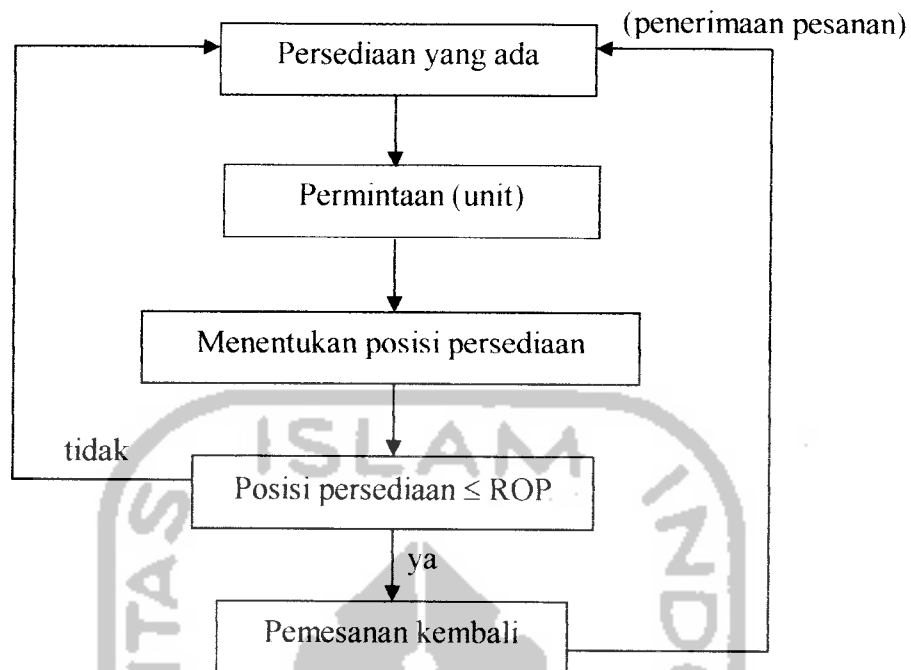
Dari EOQ tersebut dapat diketahui jumlah frekwensi pemesanan selama satu tahun dengan cara sebagai berikut :

Frekwensi pemesanan selama satu tahun :

$$F = \frac{R}{Q^*} = \sqrt{\frac{HR}{2C}} \dots\dots\dots (3.23)$$

Total biaya minimum per tahun dapat ditentukan dengan mengganti Q dengan Q\* yang terdapat dalam rumus *total annual cost*. Rumus total biaya minimum pertahun adalah sebagai berikut :

$$TC(Q^*) = PR + HQ^* \dots\dots\dots (3.24)$$



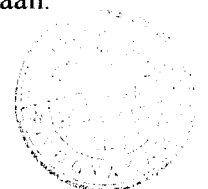
**Gambar 3.8. Siklus sistem pemesanan jumlah tetap**  
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

### 3.5.1.1 Pesanan Standar

Pengertian pesanan standar adalah banyaknya material yang dipesan dengan jumlah yang telah ditetapkan untuk suatu periode tertentu, misalnya satu bulan atau satu tahun. Besarnya pesanan standar ini sering juga disebut dengan jumlah pesanan yang paling ekonomis (*economic order quantity*) yang bermaksud meminimalkan biaya yang terkandung dalam persediaan, seperti biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Idealnya biaya persediaan yang minimal harus memiliki biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan.

### 3.5.1.2 Cadangan Penyangga (Persediaan Pengaman)

Cadangan penyangga didefinisikan sebagai *inventory* yang harus ditinggal dalam gudang untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan. Persediaan pengaman tidak dicadangkan untuk memenuhi permintaan yang terjadi di luar dugaan.



Kontinuitas proses produksi perlu dijaga, kebanyakan perusahaan merasa perlu mempunyai persediaan pengaman.

Cadangan penyangga dimaksudkan sebagai persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Kemungkinan terjadinya kekurangan bahan dapat disebabkan oleh penggunaan material yang lebih besar dari perencanaan atau perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan material yang dipesan.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan besarnya persediaan pengaman adalah :

1. Kebiasaan pemasok menyerahkan material yang dipesan, apakah selalu tepat waktu atau tidak.
2. Jumlah material yang dibeli setiap pemesanan.
3. Dapat atau tidaknya diperkirakan kebutuhan material secara tepat.

Cadangan penyangga ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$$Bm = \beta m + (1 - \rho) * \sigma m - \beta L \dots \dots \dots (3.25)$$

Dimana :

$\beta m$  = rata-rata kebutuhan

$\rho$  = tingkat resiko yang diijinkan

$\sigma m$  = standar deviasi

$\beta L$  = konsumsi material selama waktu L

L = *lead time*

### 3.5.1.3 Masa Tenggang (*Lead Time*) dan Tingkat *Replenishment*

*Lead time*, dalam sistem persediaan didefinisikan sebagai waktu antara mulai dilakukan pemesanan bahan-bahan sampai dengan datangnya pesanan tersebut. *Lead time* biasanya bersifat deterministik, probablistik, konstan dan bervariasi. Biasanya persediaan yang diadakan adalah untuk menutupi kebutuhan penggunaan selama *lead time* yang diperkirakan. Lamanya waktu pada kenyataannya tidaklah sama antara satu pesanan dengan pesanan yang lain. Oleh karena itu, untuk suatu pesanan yang dilakukan, lamanya waktu ini harus diperkirakan.

Di dalam penentuan *lead time* ini dipengaruhi oleh adanya dua macam biaya, yaitu :

1. Biaya penyimpanan tambahan, adalah biaya penyimpanan yang harus dibayar oleh perusahaan karena adanya surplus material.
2. Biaya kekurangan bahan, adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena kekurangan bahan untuk keperluan proses produksinya.

Dengan adanya kedua biaya tersebut, maka penentuan *lead time* akan menentukan sekali terhadap kelancaran produksi dengan minimasi biaya yang dikeluarkan.

Sementara itu, tingkat *replenishment* (penggantian) didefinisikan sebagai tingkat atau model penggantian persediaan.

### 3.5.1.4 Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point/ROP*)

Titik pemesanan kembali adalah suatu titik atau batas dari jumlah persediaannya yang ada pada saat pesanan diadakan kembali. Titik ini

menunjukkan pada bagian pembelian untuk mengadakan pesanan kembali bahan persediaan untuk menggantikan persediaan yang telah digunakan. Dalam menentukan titik ini harus ditentukan besarnya penggunaan bahan selama bahan-bahan yang dipesan belum diterima dan besarnya persediaan minimum.

Pemesanan kembali barang atau material tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Dalam pemesanan kembali barang, perlu diperhatikan waktu pemesanan sehingga material yang ada dapat mencukupi kebutuhan sementara material yang dipesan belum sampai. Jadi, dalam hal ini harus diperhatikan tenggang waktu pemesanan dan waktu datangnya material.

Ada dua macam cara peninjauan persediaan yang biasa dilakukan, yaitu peninjauan secara berkala dan peninjauan kontinyu.

#### 1. Peninjauan berkala

Peninjauan berkala adalah suatu cara peninjauan persediaan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Apabila menggunakan cara ini, maka pemesanan ulang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu.

#### 2. Peninjauan kontinyu

Peninjauan kontinyu adalah suatu cara peninjauan persediaan yang dilakukan secara terus menerus. Cara ini biasanya dilakukan bila kebutuhan material sangat vital. Apabila cara ini digunakan, maka pemesanan dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu.

Pemesanan kembali (*reorder point = ROP*) ditentukan berdasarkan kebutuhan selama tenggang waktu pemesanan. Apabila posisi persediaan cukup untuk memenuhi permintaan selama tenggang waktu pemesanan, maka



pemesanan kembali harus dilakukan sebanyak  $Q^*$  unit. Rumus berikut ini digunakan untuk menentukan kapan pemesanan kembali dilakukan apabila tenggang waktu pemesanan ditentukan dalam bulan maupun minggu.

$$ROP = B_m + \frac{(\beta m * n) * L_m}{LT} \dots\dots\dots (3.26)$$

dimana :

$B_m$  = cadangan penyangga

$L_m$  = *lead time*

$n$  = jumlah bulan dalam satu waktu pengendalian

$LT$  = banyaknya waktu (dalam satuan waktu) untuk tiap waktu pengendalian

### 3.5.2 Sistem Pemesanan Interval Tetap (POQ)

Sistem pemesanan interval tetap atau sering disebut sistem periodik adalah berdasarkan atas tinjauan periodik terhadap posisi persediaan. Penentuan kapan melakukan pemesanan dan berapa banyak yang harus dipesan tidak terikat pada permintaan melainkan pada tinjauan secara periodik.

Sistem pemesanan interval tetap hanya memuat dua parameter, yaitu periode waktu tetap ( $W$ ) dan tingkat persediaan maksimum ( $E$ ). sistem pemesanan interval tetap dikenal pula dengan istilah  $W$ -sistem dengan interval pemesanan konstan. Adakalanya interval pemesanan menggunakan minggu dan bulan atau waktu yang dianggap cocok. Tipe sistem pemesanan interval tetap dapat dilihat pada gambar 3.9 dan gambar 3.11.

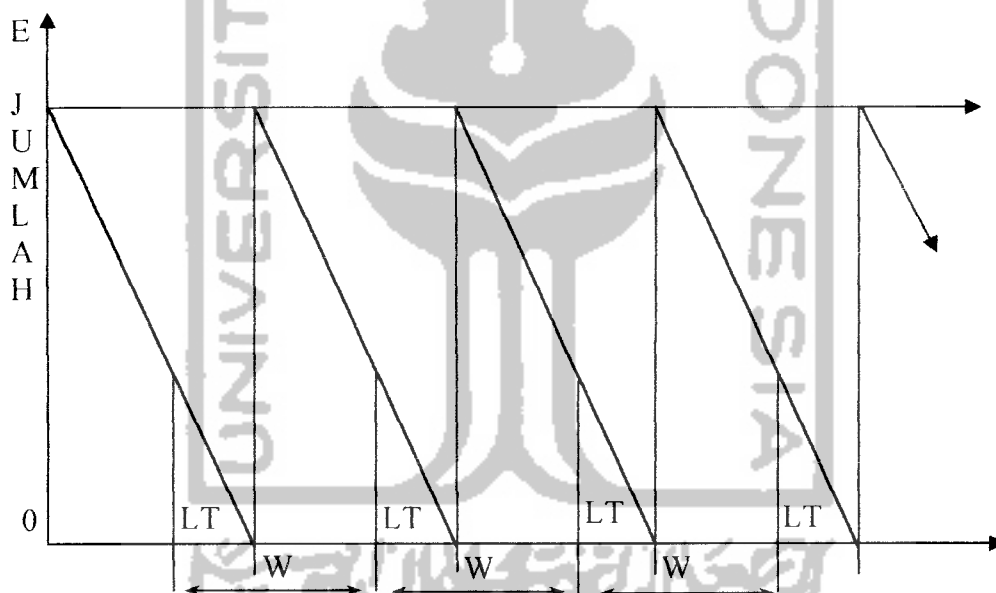
Dasar masalah dalam sistem *Periodic Order Quantity* (POQ) adalah menentukan interval pemesanan ( $W$ ) dan tingkat persediaan maksimal ( $E$ ). POQ

atau dapat juga disebut EOI (*Economic Order Interval*) dapat ditentukan dengan meminimumkan total biaya. Jika tidak ada kekurangan persediaan, maka total biaya persediaan dapat dilihat pada gambar 3.10.

Formula yang digunakan untuk menentukan total biaya persediaan pada metode *Periodic Order Quantity* adalah :

Total biaya = biaya pembelian + biaya pemesanan + biaya penyimpanan

$$TC(W) = PR + \frac{C}{W} + \frac{HRW}{2} \dots\dots\dots(3.27)$$



**Gambar 3.9. Sistem pemesanan interval tetap**  
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

Dimana :

$R/2$  = rata-rata persediaan dalam unit

$W$  = interval pemesanan (tahun)

Minimum biaya interval pemesanan yang ekonomis ditentukan oleh rumus

berikut :

$$W^* = \sqrt{\frac{2C}{HR}} = EOI \dots\dots\dots (3.28)$$

Maksimum tingkat persediaan (E) dapat ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$E = \frac{RW + RL}{N} = \frac{R(W^* L)}{N} \dots\dots\dots (3.29)$$

dimana :

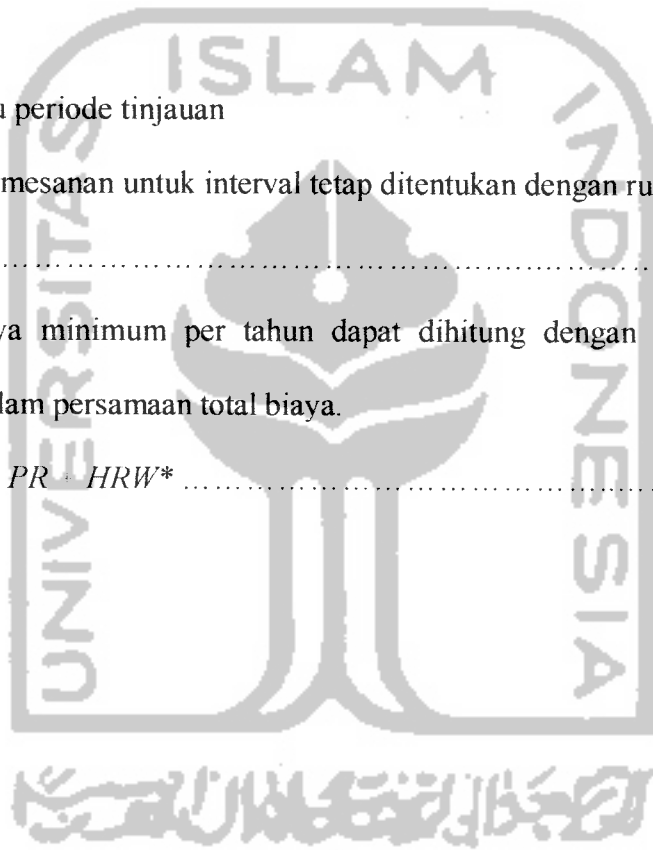
N = waktu periode tinjauan

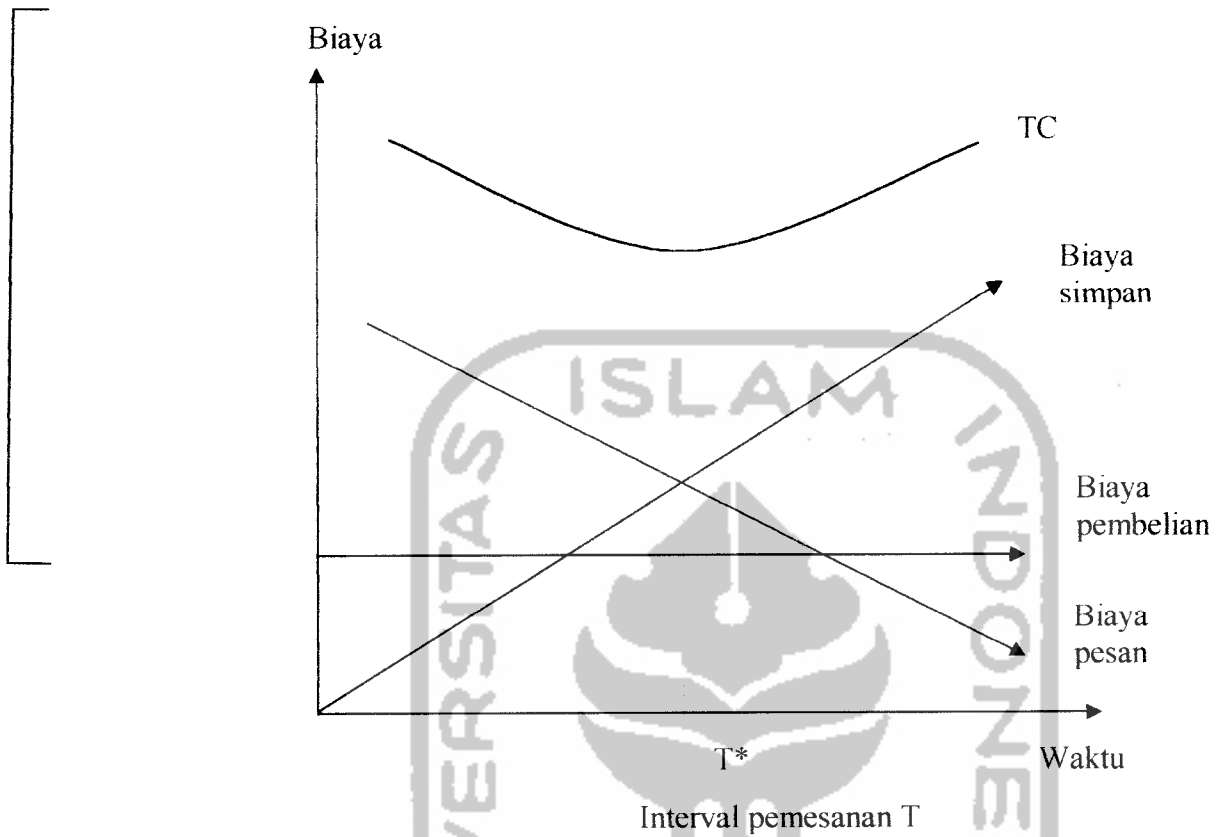
Jumlah pemesanan untuk interval tetap ditentukan dengan rumus berikut :

$$Q = RW^* \dots\dots\dots (3.30)$$

Total biaya minimum per tahun dapat dihitung dengan mengganti W dengan W\* ke dalam persamaan total biaya.

$$TC(W^*) = PR + HRW^* \dots\dots\dots (3.31)$$





**Gambar 3.10 Total biaya persediaan POQ**  
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)