

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Teory tentang Beton Siap Pakai (*Ready Mix Concrete*)

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

#### 2.2. Perencanaan Produksi

Pada industri beton siap pakai (*ready mix concrete*), 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 produksi dapat diperkirakan dan dikontrol.

##### 2.2.1. Hal-Hal yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi

Adapun hal-hal yang mempengaruhi perencanaan produksi pada industri beton siap pakai (*Ready Mix Concrete*) 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 pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya. Dengan demikian maka tidak ada pemesanan yang dirugikan akibat pelayanan yang kurang memuaskan.

c. Jarak Lokasi Proyek

Jarak yang jauh untuk pengangkutan beton, memerlukan waktu yang lama. Proses pengikatan suatu beton merupakan fungsi dari waktu. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan mengenai campuran yang akan digunakan, *alternatif route* (jalan pintas) pengangkutan dan lain-lain untuk mengatasi kendala tersebut.

d. Ketersediaan Sumber Material

Ketersediaan sumber material menjadi salah satu kendala dalam perencanaan produksi. Bahan baku 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 dari 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.

#### 2.2.2. Perencanaan Bahan Baku

Bahan baku dari industri beton terdiri dari agregat, semen, air dan bahan tambah. Kualitas material direncanakan tergantung pada kekuatan yang diminta serta sifat-sifat yang diinginkan. Perencanaannya meliputi penentuan prosedur pemeliharaan untuk menjaga kualitas bahan dan penentuan jenis pengujian bahan.

Sedangkan kuantitas material direncanakan berdasarkan pada volume produksi yang akan dilaksanakan meliputi penentuan stock material, siklus pemesanan dan besarnya jumlah pemesanan.

#### 2.2.3. Perencanaan Peralatan

Perencanaan yang dilakukan adalah untuk penentuan jenis peralatan yang akan dipakai, prosedur pengoperasian, banyaknya peralatan yang akan digunakan dan pemeliharaan peralatan. Penentuan jenis peralatan tergantung pada proyek yang ditangani serta metode produksi yang digunakan meliputi :

##### a. Peralatan penakar (*batcher equipment*)

Peralatan ini berfungsi untuk menampung dan mengukur material beton sebelum dituang ke dalam *mixer*.

##### b. Peralatan Pencampur Beton (*concrete mixer equipment*)

Peralatan ini terdiri dari silinder yang dapat berputar terhadap porosnya dan di

dalam silinder ini terdapat sejumlah dayung (*paddle*) yang akan mengaduk campuran beton bila silinder ini berputar. Peralatan pencampur ini dapat berupa peralatan yang bersatu dengan *batcher* yang dikenal dengan *sentral-mix*, truk *mixer*, atau yang dapat dioperasikan dilokasi proyek.

c. Peralatan pengangkutan beton,

Terdiri dari beberapa jenis alat pengangkut, yaitu *concrete dump truck*, *concrete pump*, *truck agitator*.

d. *Loader*

Digunakan untuk pemuatan material pada *batcher*, pemindahan material dalam hal ini mengatur penempatan material.

Prosedur pengoperasian dimaksudkan untuk menuntun pengoperasian dan pemeliharaan yang berdasarkan rekomendasi dari pembuatnya dan kondisi lingkungan dimana peralatan dioperasikan. Dengan adanya pengoperasian peralatan yang baik kecelakaan dan keterlambatan program pelaksanaan dapat dihindari.

#### 2.2.4. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Salah satu sumber perusahaan yang paling penting adalah sumber daya manusia, meliputi :

a. Operator

Operator yang diperlukan adalah untuk mengoperasikan seluruh sistem peralatan yang digunakan dalam industri, bertanggung jawab untuk menjalankan peralatan agar bekerja dan memproduksi sesuai dengan yang diinginkan.

b. Pengawas Lapangan

Merupakan orang yang bertugas mengontrol semua proses pekerjaan yang dilaksanakan, terdiri dari pengawasan di *batching plant* dan lokasi proyek.

c. Tenaga administrasi

Merupakan orang yang bertugas sehari-hari dalam menangani pembukuan perusahaan.

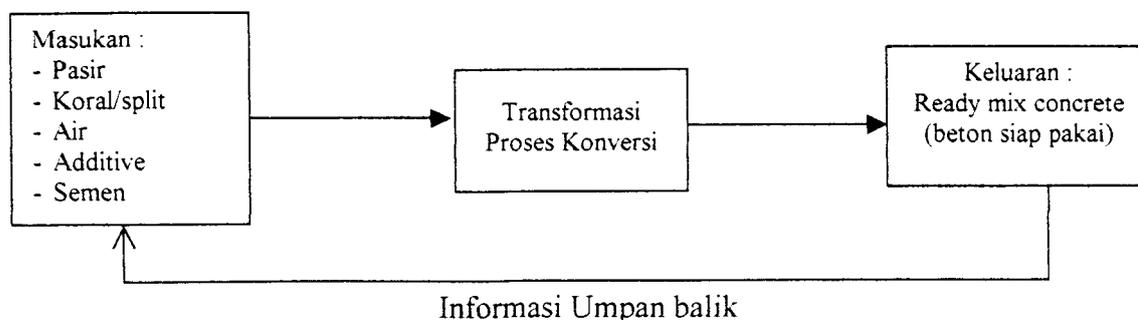
### 2.3. Proses Produksi

Proses produksi merupakan aktivitas lanjutan dari perencanaan yang akan mewujudkan tujuan dari perusahaan. Proses produksi dalam industri beton siap pakai (*ready mix concrete*) ini mengikuti metode dan alur tertentu sesuai dengan jenis dan sistem tertentu yang dianut oleh perusahaan. Pertimbangan pengambilan sistem dan metoda-metoda yang diterapkan mengacu pada kelayakan usaha serta pengalaman dalam menangani industri beton siap pakai (*ready mix concrete*).

#### 2.3.1. Sistem Produksi

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

Secara umum sistem produksi industri beton siap pakai (*ready mix concrete*) dapat dilihat pada gambar 2.1



**Gambar 2.1. Sistem produksi industri beton siap pakai (*ready mix concrete*)**

### 2.3.2. Siklus Produksi

Siklus produksi dari industri beton siap pakai (*ready mix concrete*) sangat sederhana, sesuai dengan sistem yang digunakan, meliputi:

#### 1. Persiapan Material

##### A. Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada umumnya adalah semen portland. Semen portland merupakan salah satu semen hidrolis, yaitu suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contoh lain 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 pengikatannya dan pengerasannya. Ada 5 type semen portland yaitu type I, II, III, IV, V, sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan oleh ASTM. Kelima type tersebut tergantung pada penggunaannya, karakteristik dan prosentase dari bahan-bahan kimianya.

##### B. Agregat

Agregat adalah 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 memiliki porsi terbesar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume totalnya. Oleh karena itu gradasi diupayakan saling mengisi menjadi satu kesatuan massa yang utuh, homogen dan kompak, yaitu agregat berdiameter kecil mengisi ruang kosong diantara agregat 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 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 lewat beberapa waktu. Penambahan air yang lebih pada pencampuran akan mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

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

Bahan tambahan digunakan bila 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.

## **2. 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 akan dipakai dibersihkan dari kotoran-kotoran maupun sisa-sisa pengadukan beton sebelumnya, juga diperiksa berfungsinya alat tersebut.

c. Truk Pengangkut

Truk dalam hal ini berfungsi sebagai pengangkut dan *agitator* harus dalam kondisi baik, sehingga tidak dimungkinkan kendaraan rusak diperjalanan.

3. **Penakaran Material (*Batching*)**

Untuk pembuatan beton berkualitas sedang dan tinggi, di dalam PUBI 1989 mensyaratkan bahwa proporsi campuran beton harus dilakukan dengan penakaran berat (*weight batching*). Ada dua 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. Jika *gate* ini dioperasikan secara manual maka operator harus memperhatikan skala bukaan dengan hati-hati, untuk menghindari terlalu banyaknya material yang diambil dalam *batcher*. Keuntungannya ialah bahwa setiap material diukur dan ditimbang sendiri.

b. *Multiple* atau *Cummulative batcher*

Pada *multiple cummulative batcher*, sejumlah agregat material beton yang berbeda yang terlebih dahulu ditimbang, dimasukkan di bagian atas. Semen dan air yang diukur terpisah juga dimasukkan. Pengukuran air dilakukan dalam volume. Agregat pertama ditimbang, kemudian agregat kedua, sehingga berat

sekarang adalah berat pertama dan kedua. Dan seterusnya sehingga proporsi beton untuk campuran terpenuhi.

#### 4. Pengadukan Beton

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

Agregat diangkat melalui *belt conveyor* masuk ke dalam *mixer* bersamaan dengan semen dengan proporsi sepertiga dari jumlah material yang direncanakan, setelah itu air dimasukkan dengan volume sepertiga desain yang telah ditetapkan. Setelah sepertiga campuran pertama matang kemudian dilanjutkan dengan sepertiga campuran yang kedua dan sepertiga campuran ketiga sampai mencapai volume yang ditentukan. Selama proses pemasukan bahan baku, *mixer* harus tetap bekerja hingga pengawas pengadukan menyatakan campuran telah siap untuk diangkat.

#### 5. Pengangkutan

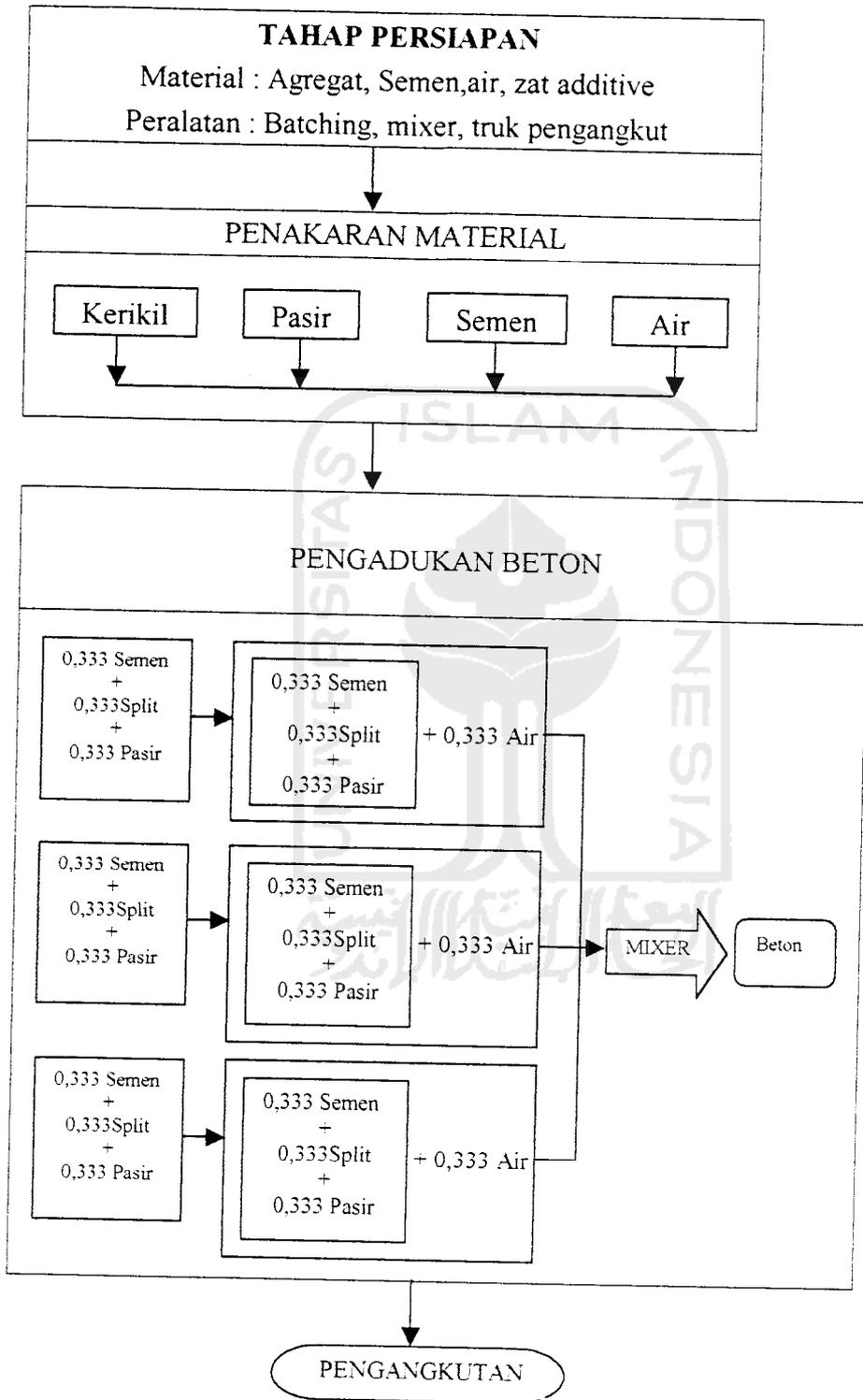
Pengangkutan beton dari *batching plant* ke lokasi proyek harus memperhatikan sifat-sifat beton segar. Dalam hal ini pengangkutan beton dibatasi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi produksi beton. Faktor tersebut adalah keterlambatan pengangkutan, mengeringnya beton, segregasi, pemadatan.

Pengangkutan beton dilakukan dengan menggunakan truk jenis *agitator*. Truk ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya segregasi, adanya pemadatan beton, menjaga keseragaman beton saat dituangkan pada pengecoran. Semua yang tersebut di atas dimulai dari tahap persiapan material serta peralatannya hingga pengangkutan

untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2.

Pada gambar 2.2 tersebut dapat dilihat bahwa proses pengadukan beton dimulai dengan proporsi 0,333 semen, 0,333 pasir dan 0,333 split dari jumlah setiap material yang direncanakan, setelah itu air dimasukkan dengan volume 0,333 desain yang telah ditetapkan. Setelah 0,333 campuran pertama matang kemudian dilanjutkan dengan 0,333 campuran yang kedua dan 0,333 campuran yang ketiga sampai mencapai volume yang ditentukan.





Gambar 2.2 Siklus produksi pada industri beton *ready mix*

## 2.4 Teori Persediaan

### 2.4.1. 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, bila satu kegiatan terhambat akibat kekurangan material (*under stock material*), mungkin seluruh sistem akan terhenti. Kerugian yang diderita proyek adalah waktu penyelesaian tidak tepat sehingga pembayaran tenaga akan bertambah, biaya operasi dan sewa alat akan bertambah dan lain-lain. Akumulasi biaya seluruh kerugian akan besar. Tetapi untuk menghindari kekurangan material (*stock out*), biasanya material ditimbun sebanyak mungkin (*over stock material*), namun ini akan terkendala oleh 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 optimum, maka diperlukan jawaban dan pertanyaan mendasar yaitu : jumlah barang yang harus dipesan dan waktu pemesanan kembali.

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

- a. Kelebihan material (*over stock*), yaitu kondisi dimana 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 material menjadi kecil.

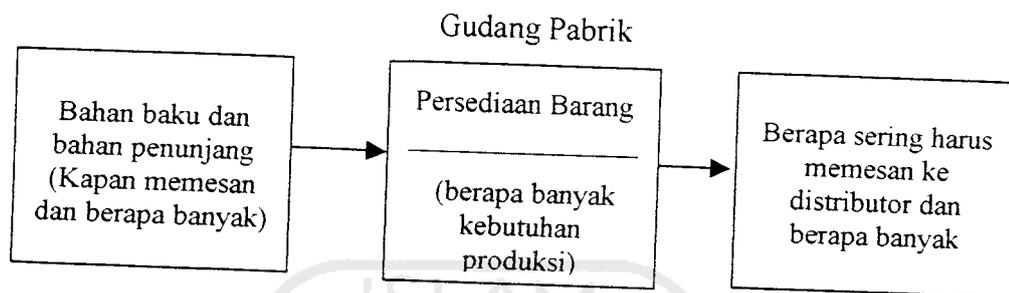
- b. Kekurangan material (*under stock*), yaitu suatu kondisi dimana persediaan dalam jumlah sedikit/terbatas untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang pendek. Karakteristik dalam kondisi semacam ini adalah pembelian barang dalam jumlah kecil dan frekuensi yang sering. Biaya penyimpanan pada kondisi ini menjadi kecil.

Penyelesaian dengan dua kondisi ekstrim di atas memerlukan biaya yang lebih besar. Karena itu manajemen persediaan perlu dilakukan untuk menganalisa serta mendapatkan tingkat persediaan yang optimum sehingga bisa menekan biaya seminimum mungkin tanpa harus menyimpan persediaan barang yang berlimpah.

Pengendalian dan pemeliharaan sediaan barang-barang fisik merupakan masalah yang lazim di semua perusahaan. Ada beberapa alasan untuk menyimpan sediaan. Ini meliputi proteksi terhadap perubahan permintaan, menjaga arus produksi yang merata (*smooth*) 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 besar bagi perusahaan. Penghematan ini terwujud dalam berbagai bentuk, tergantung pada situasi perusahaan. Beberapa sumber penghematan yang demikian adalah biaya-biaya pembelian yang lebih rendah, biaya bunga yang lebih rendah atau

meningkatnya ketersediaan dana internal, biaya operasi yang lebih rendah, biaya produksi per unit yang lebih rendah, penyerahan produksi yang lebih andal, dan layanan pelanggan yang lebih baik.



**Gambar 2.3 Titik-titik sediaan**

#### 2.4.2. Pengawasan Persediaan

Setiap gerak pengaturan yang ada di industri harus mempunyai tujuan agar industri dapat berhasil dengan baik. Pengawasan persediaan dijalankan untuk memelihara terdapatnya keseimbangan antara kerugian dan penghematan dalam suatu persediaan barang di gudang, dan adanya biaya atau modal. Oleh karena itu menurut Agus Ahyary, (1986, Pengendalian Produksi) 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 pengawasan persediaan untuk memperoleh kualitas dan jumlah yang tepat dari bahan-bahan/

barang-barang yang tersedia pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya-biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan.

Dengan kata lain pengawasan bertujuan untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal agar produksi dapat berjalan dengan lancar dengan biaya persediaan yang minimal. Jadi dalam rangka mencapai tujuan tersebut di atas, pengawasan persediaan mengadakan perencanaan bahan-bahan apa yang dibutuhkan baik dalam kuantitas maupun kualitasnya.

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

Pemesanan bahan baku yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan dua macam cara (Agus Ahyary, 1986, Pengendalian Produksi) yaitu :

a. Pemesanan pada saat persediaan mencapai titik tertentu

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

- b. Pemesanan dilakukan pada waktu tertentu, yaitu waktu yang ditetapkan dicapai. Adalah suatu sistem atau cara pemesanan bahan dimana jarak waktu atau interval waktu pemesanan tetap. Cara ini dapat digunakan untuk mengawasi persediaan barang-barang yang banyak jenisnya serta tinggi nilainya.

#### **2.4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persediaan Bahan Baku**

Di dalam penyelenggaraan persediaan bahan baku untuk kepentingan pelaksanaan proses produksi dari suatu industri, maka akan terdapat beberapa macam faktor yang akan mempunyai pengaruh terhadap persediaan bahan baku tersebut yang terdiri dari beberapa macam dan akan saling berkaitan antara satu faktor dengan faktor lain. Namun demikian secara bersama-sama faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah persediaan bahan baku yang ada dalam suatu industri.

Adapun berbagai macam faktor yang mempengaruhi persediaan bahan baku tersebut adalah :

- a. Perkiraan pemakaian bahan baku

Berapa banyak jumlah bahan baku yang dipergunakan untuk kepentingan proses produksi dalam satu periode, akan dapat diperkirakan oleh manajemen perusahaan dengan mendasarkan dari pada perencanaan produksi maupun skedul produksi yang telah disusun dalam suatu industri.

- b. Harga bahan baku

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

c. Biaya-biaya persediaan

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

d. Kebijakan pembelian

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

e. Pemakaian bahan

Pemakaian bahan baku dengan mempergunakan metode peramalan yang sesuai dengan keadaan perusahaan akan dapat membantu penyelenggaraan persediaan bahan baku dalam perusahaan.

f. Waktu tunggu (*lead time*)

Yang dimaksud dengan waktu tunggu (*lead time*) adalah waktu tenggang yang diperlukan (yang terjadi) antara saat pemesanan bahan baku tersebut dilaksanakan sampai dengan datangnya bahan baku yang dipesan tersebut.

g. Model Pembelian bahan

Model pembelian bahan yang dipergunakan akan sangat menentukan besar kecilnya bahan baku yang diselenggarakan di dalam suatu industri. Sampai dengan saat ini model yang sering dipergunakan dalam perusahaan yaitu model pembelian dengan kuantitas pembelian yang optimal (*Economic Order Quantity*).

#### h. Persediaan pengaman

Pada umumnya untuk menanggulangi adanya keadaan kehabisan bahan baku dalam perusahaan yang bersangkutan akan mengadakan persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ini akan dipergunakan apabila terjadi kekurangan bahan baku, atau keterlambatan datangnya bahan baku yang dibeli.

#### i. Pembelian kembali

Pembelian kembali yang dilaksanakan ini akan dapat mendatangkan bahan baku ke dalam gudang bahan baku dalam waktu yang tepat, sehingga tidak terjadi kekurangan bahan baku karena keterlambatan kedatangan bahan baku tersebut, atau sebaliknya yaitu kelebihan bahan baku dalam gudang, karena bahan baku yang dipesan tersebut datang terlalu awal.

### 2.4.4. 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 kuantitas 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.

### 2.4.5 Komponen Permodelan

Biaya investarisasi sebagian merupakan variabel dan sebagian lainnya merupakan biaya tetap. Biaya inventarisasi yang bersifat variabel adalah biaya yang berubah-ubah karena adanya perubahan jumlah persediaan yang ada di dalam gudang. Biaya tersebut akan naik kalau meningkatkan jumlah persediaan yang disimpan dan berkurang apabila kita mengurangi jumlah persediaan yang disimpan. Sedangkan 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 meminimkan biaya total penyediaan stock (biaya total inventarisasi). Biaya total inventarisasi adalah fungsi dari komponen-komponen biaya berikut :

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Total biaya} \\ \text{inventarisasi} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{Biaya} \\ \text{pembelian} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Biaya} \\ \text{pemesanan} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Biaya} \\ \text{penyimpanan} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Biaya akibat} \\ \text{kekurangan} \end{array} \right]$$

a. Biaya pembelian (*purchasing cost*)

Adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material. Harga satuan ini semakin murah bila material yang dibeli semakin banyak, karena adanya kemungkinan potongan harga, sehingga cenderung untuk membeli barang yang banyak dengan frekuensi yang kecil.

b. biaya pemesanan (*Setup cost*)

Adalah biaya yang dikeluarkan bila pemesanan barang dilakukan. Semakin sering melakukan pesanan ulang dalam jumlah kecil, maka biaya yang dikeluarkan

untuk pemesanan semakin besar.

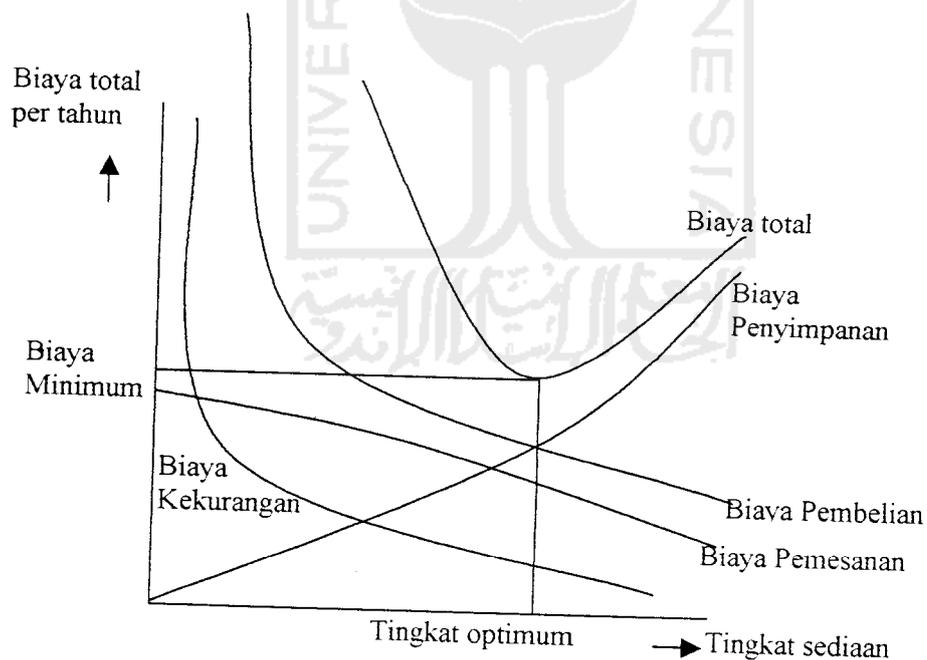
c. Biaya penyimpanan (*holding cost*)

Adalah biaya yang harus dikeluarkan akibat penyimpanan barang, biaya ini sangat berpengaruh pada bunga dari modal yang diinvestasikan untuk pengadaan material.

d. Biaya kekurangan (*shortage cost*)

Adalah biaya dikeluarkan akibat habisnya barang persediaan pada saat barang tersebut diperlukan. Biaya ini mencakup kerugian akibat keterlambatan kerja, tertundanya produksi dan kehilangan konsumen.

Hubungan dari komponen biaya di atas dapat dilihat pada gambar 2.4



**Gambar 2.4 Grafik fungsi tingkat sediaan  
(dikutip dari "Riset Operasi" Taha, Hamdi)**

#### 2.4.6 Hal-Hal yang Mempengaruhi Permodelan

Hal-hal lain yang mempengaruhi permodelan masalah persediaan adalah :

a. Pengisian kembali persediaan (*stock replenishment*)

Pengisian suatu barang dapat terjadi segera setelah dilakukan pemesanan atau pengisian persediaan (*stock*) dilakukan pada waktu yang tetap atau seragam karena terikat suatu kontrak.

b. Horison waktu

Yaitu periode perencanaan tingkat persediaan. Horison waktu ini tergantung dari jangka waktu pemakaian kebutuhan yang sudah dapat diperkirakan.

c. Jumlah dan tipe barang

Menyatakan banyaknya jenis yang ditinjau dalam permodelan. Hal ini kadang-kadang berpengaruh pada tersedianya tempat penyimpanan, sehingga kendala terbatasnya tempat dalam permodelan harus diperhitungkan dalam permodelan.

d. *Tenggang waktu (Delivery lag/ lead times)*

Yaitu waktu antara penerimaan barang dan waktu pemesanan, ini sangat berhubungan dengan tersedianya material dipasaran.

#### 2.4.7 Model Inventarisasi Deterministik

##### A. Kompleksitas kebutuhan waktu

Kebutuhan akan bersifat kontinyu pada suatu waktu tertentu atau dapat juga terjadi diskrit pada suatu titik waktu tertentu. Sifat kontinyu mewakili kebutuhan yang bervariasi sangat kecil atau mengikuti arus pada setiap waktu, sementara sifat diskrit mewakili kebutuhan yang berubah secara mendadak pada suatu waktu. Kasus

yang sering diatasi adalah bila tingkat kebutuhan konstan selama suatu periode waktu, dan hanya berubah dari suatu periode kelainnya. Strategi penyelesaian terbaik adalah dengan menggunakan metode *Wilson Lot Size* yaitu jumlah kuantitas pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity / EOQ*). Karena metode analisa EOQ mengasumsikan kebutuhan bersifat konstan, sehingga pemesanan atau pengisian *stock* diadakan dengan jumlah yang sama. Penyelesaian ini dianggap model inventarisasi deterministik statistik.

Untuk permodelan sistem *inventory* dengan tingkat kebutuhan bervariasi terhadap waktu (*dinamik*), karena kebutuhan bersifat pasti pada setiap waktu maka sistem peninjauan tingkat persediaan dilakukan secara berkala dengan anggapan tidak pernah terjadi kekurangan material. Bila pemesanan dilakukan dengan kuantitas yang sama seperti model statik, maka model Dinamik menjadi rumit. Karena itu digunakan informasi kebutuhan selama selang atau periode terbatas, perpanjangan dari periode sekarang, dalam menentukan nilai yang layak untuk jumlah atau kuantitas pesanan yang sedang berlangsung. Periode di atas dikenal sebagai *Planning Horizon* (Horison Perencanaan) dan lamanya mempengaruhi biaya total. Peninjauan sistem inventarisasi menjadi secara periodik dengan selang peninjauan sebesar lamanya satu periode.

### **B. Pilihan pendekatan**

Secara esensial ada 3 cara pendekatan untuk menyelesaikan kasus deterministik dengan pola kebutuhan bervariasi terhadap waktu yaitu :

- a. Menggunakan metode optimasi jumlah/ kuantitas pesanan ekonomis (EOQ).

Pada kasus ini digunakan pendekatan paling sederhana yaitu mengasumsikan

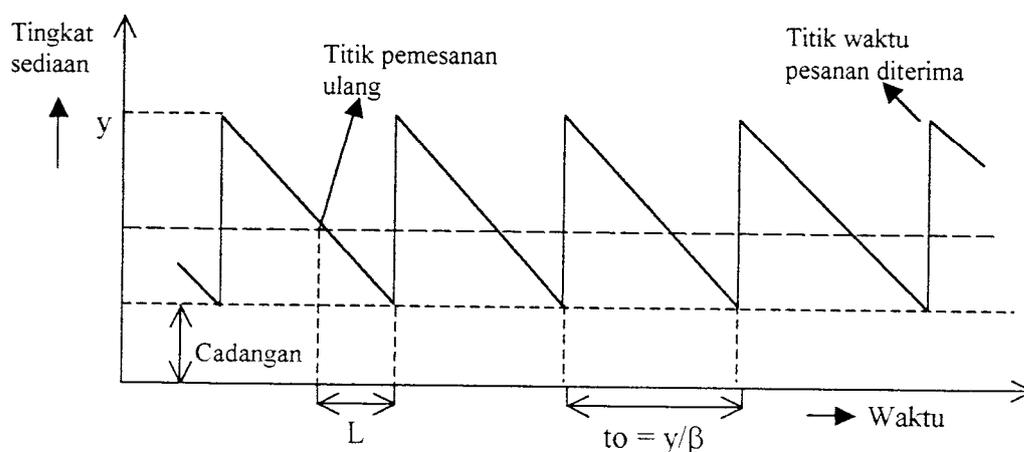
tingkat kebutuhan pada suatu horison waktu adalah nilai rata-ratanya. Yang diharapkan dari asumsi adalah variasi dari pola kebutuhan sangat rendah atau diasumsikan tingkat kebutuhan konstan.

- b. Mempergunakan solusi yang terbaik dengan model matematik sesuai situasi.
- c. Mempergunakan suatu *aproksimasi* atau metode *heuristik*. Ide yang dipergunakan berdasarkan pendekatan yang ditangkap dari esensi kompleksitas variasi waktu untuk mepermudah praktisi dalam menyelesaikan model inventaris yang sering memerlukan penyelesaian perhitungan yang panjang.

a. **Metode EOQ (*Wilson Lot Size*)**

Metode ini digunakan bila variasi kebutuhan tiap periode kecil. Dengan menganggap tingkat kebutuhannya pada suatu horison waktu adalah nilai rata-ratanya.

Bila diasumsikan kebutuhan rata-rata yang terjadi adalah  $\beta$  (per unit waktu) kemudian tingkat persediaan maksimum  $y$  dan tingkat *inventory* mencapai nol  $y/\beta$  satuan waktu setelah *order quantity*  $y$  diterima, maka secara visual masalah *inventory* dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut :



**Gambar 2.5** Grafik variasi dalam tingkat sediaan  
(dikutip dari “Riset Operasi” Taha, Hamdi)

Dengan melihat gambar di atas perhitungan untuk mendapatkan tingkat persediaan yang optimum dapat dilakukan

Bila  $K$  adalah *setup cost* yang harus dikeluarkan setiap kali dilakukan pemesanan dan  $h$  adalah *holding cost* per unit *inventory* persatuan waktu,  $c$  adalah *purchasing cost* per satuan waktu dan biaya total per satuan waktu (TCU) sebagai fungsi dari  $y$ , maka:

$$\begin{aligned} \text{TCU}(y) &= \text{setup cost/ satuan waktu} + \text{holding cost/ satuan waktu} \\ &= \frac{K}{y/\beta} + h(y/2) \dots\dots\dots (2.1) \end{aligned}$$

dimana :

- ◆  $T_o = y/\beta =$  siklus persediaan.
- ◆  $y/2 =$  tingkat persediaan rata-rata.

Harga optimum dari  $y$  dapat dicari dengan meminimumkan TCU ( $y$ ) terhadap  $y$ , dan dengan menganggap  $y$  adalah variabel yang kontinyu, maka :

$$\frac{d\text{TCU}(y)}{dy} = \frac{K\beta}{y^2} + \frac{h}{2} = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

Maka :

$$y = \sqrt{\frac{2K\beta}{h}}$$

$t_o^* = y^*/\beta$  memesan  $y^*$  unit  $t_o^*$  unit waktu.

### b. Metode Optimasi Dinamik (*Wagner Within*)

Metode Dinamik dapat diaplikasikan dalam menyelesaikan problem perencanaan produksi agregat dengan batasan-batasan tertentu. Algoritma *Wagner Within* digunakan untuk membuat perencanaan produksi tanpa ada kasus *backorder*. Asumsikan bahwa biaya produksi pada periode  $t$  ( $C(P_t)$ ) mengikuti fungsi sebagai berikut :

$$C(P_t) \begin{cases} 0, & \text{bila } P_t = 0 \\ A_t + bP_t & \text{bila } P_t > 0 \end{cases}$$

Dimana :

$A_t$  = biaya produksi tetap periode- $t$ .

$B$  = biaya produksi variabel per-unit.

$P_t$  = jumlah produksi pada periode- $t$ .

Bila kita definisikan variabel-variabel berikut ini sedemikian dimana :

$F_t$  = peramalan (*forecast*) permintaan pada periode- $t$ .

$I_t$  = persediaan (*inventory*) pada akhir periode  $t$ .

Maka *Wagner* dan *Within* menyatakan bahwa solusi optimal akan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

$$I_{t-1} \cdot P_t = 0 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan di atas menyatakan bahwa untuk periode- $t$  kapanpun kita dapat memakai persediaan dari periode sebelumnya untuk memenuhi semua permintaan pada periode sekarang ( $I_{t-1} > F_t \cdot P_t$ ) atau kita dapat memenuhi semua permintaan pada periode sekarang hanya memproduksi saja tanpa menggunakan persediaan

$$(P_t > F_t \cdot I_{t-1} = 0).$$

$$P_t = 0, F_t, F_t + F_{t+1}, F_t + F_{t+1} + F_{t+2}, \dots, \Sigma F_t \dots \dots \dots (2.4)$$

Sedangkan persamaan di atas menyatakan bahwa jumlah produksi yang ditetapkan dalam periode kapanpun akan merupakan produksi keseluruhan periode atau kombinasi dari keseluruhan periode.

Asumsikan perencanaan produksi yang sederhana untuk dua periode yaitu jumlah produksi pada periode 1 ( $P_1$ ) dan jumlah produksi pada periode 2 ( $P_2$ ) artinya terjadi permintaan sebanyak 10 pada waktu ke-1 dan permintaan sebanyak 10 pada waktu ke-2 dengan peramalan permintaan  $F_1 = F_2 = 10$ . Jika *backorder* tidak diperbolehkan, maka akan ada 11 kombinasi yang mungkin dan jumlah produksi ( $P_t$ ) ditunjukkan pada tabel 2.1 dan 2.2 sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Peramalan ke-1 jumlah produksi**

$P_1$	$P_2$	Artinya						
		Pengadaan Periode ke-1	Pemakaian Periode ke-1	Sisa Periode ke-1	Pengadaan Periode ke-2	Persediaan Awal Periode ke-2	Pemakaian Periode ke-2	Sisa Periode ke-2
20	0	20	10	10	0	10	10	0
19	1	19	10	9	1	10	10	0
18	2	18	10	8	2	10	10	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	8	12	10	2	8	10	10	0
11	9	11	10	1	9	10	10	0
10	10	10	10	0	10	10	10	0

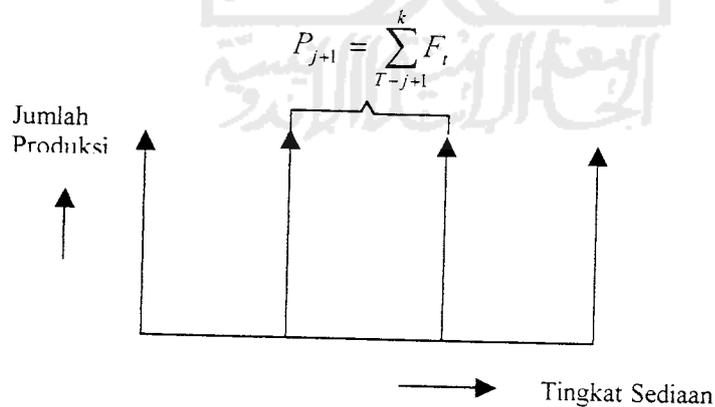
Karena  $I_{t-1} \cdot P_t = 0$ , maka kasus tersebut akan mengakibatkan dua jadwal utama yang memungkinkan untuk pengadaan.

**Tabel 2.2 Peramalan ke-2 jumlah produksi**

P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Artinya						
		Pengadaan Periode ke-1	Pemakaian Periode ke-1	Sisa Periode ke-1	Pengadaan Periode ke-2	Persediaan Awal Periode ke-2	Pemakaian Periode ke-2	Sisa Periode ke-2
20	0	20	10	10	0	10	10	0
10	10	10	10	0	10	10	10	0

Struktur dari situasi perencanaan untuk banyak periode ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

Pada akhir periode ke- $j$  kapanpun, dimana  $I_t = 0$ , maka akan ada sejumlah strategi produksi yang mungkin sehingga memenuhi seluruh permintaan yang masih tersisa dalam horison perencanaan  $j + 1$  sampai  $T$ .



**Gambar 2.6 Struktur dari kasus perencanaan banyak periode**

Bila  $C_{jk}$  = ongkos produksi pada periode  $j + 1$  untuk memenuhi permintaan pada  $j + 1, j - 2, \dots, k$ .

$C_{jk}$  di atas termasuk produksi dan biaya persediaan. Biaya produksi dan biaya persediaan selama sub-periode  $j$  ke periode  $k$  adalah sebagai berikut :

$$C(P_{jk}) = a_1 + b_1 (F_{j+1} + F_{j+2} + \dots + F_1)$$

Dan

$$C(I_r) = h \left[ P_{j+1} - \sum_{t=j+1}^r F_t \right]$$

$$C(I_r) = \sum_{r=j+1}^{k-1} C(I_r)$$

Dimana :

$h_r$  = biaya simpan untuk periode  $r$ .

$C(P_{jk})$  = biaya produksi untuk interval  $j$  ke  $k$ .

$C(I_r)$  = biaya persediaan yang dibawa pada akhir periode  $r$ .

$C(I_{jk})$  = biaya persediaan yang dibawa selama interval  $j$  ke  $k$ .

Oleh karena itu total biaya produksi dan persediaan selama periode  $j$  ke  $k$  dapat ditulis sebagai berikut :

$$TC_{jk} = C(P_{jk}) + C(I_{jk})$$

$$= A_{j+1} + bP_{j+1} + \sum_{t=j+1}^{k-1} h_t I_t$$

$TC_{jk}$  merupakan semua biaya-biaya yang terlibat dalam sub-periode  $j$  ke  $k$  dalam keseluruhan horizon perencanaan dari 0 ke  $T$ .

Untuk mendefinisikan persamaan program dinamis rekursif yang akan menghasilkan solusi optimal, maka diperoleh persamaan :

$$Z_k = \min_{0 \leq j \leq k-1} \{ Z_j^k + TC_{jk} \} \quad k = 1, 2, 3, \dots, T \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

Hal ini berarti bahwa setiap tahap rekursiv, kita mencari kombinasi biaya produksi minimum diantara dua titik regenerasi ( $j$  dan  $k$ ) ditambah dengan solusi optimal ke- $j$ . Langkah rekursiv dihitung untuk ke- $T$ , dimana  $Z_0^* = 0$ .

#### 2.4.8 Titik Pemesanan Ulang

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

Cara menentukan titik pemesanan ulang tergantung dari sistem peninjauan. Ada dua cara peninjauan persediaan yang biasa dilakukan, yaitu peninjauan secara berkala dan peninjauan kontinyu.

##### 1. Peninjauan Berkala

Yaitu peninjauan persediaan dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Jika digunakan cara ini maka pemesanan ulang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu.

##### 2. Peninjauan Kontinyu

Yaitu peninjauan secara terus menerus. Biasanya dilakukan bila kebutuhan material sangat vital. Jika digunakan cara ini maka pemesanan dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu.

Khusus mengenai peninjauan secara kontinyu dimana pemesanan ulang dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu maka ada kemungkinan jika

pemakaian kebutuhan begitu besar, persediaan yang ada pada suatu periode ke-i ditambah jumlah pemesanan yang datang, berada di bawah tingkat persediaan yang tertentu.

Hal ini berarti harus ditentukan tingkat persediaan yang tertentu sebagai titik pemesanan ulang (*reorder point*) yaitu :

$$R = B + \beta \cdot L \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

R = titik pemesanan ulang.

B = Cadangan penyangga.

$\beta \cdot L$  = pemakaian kebutuhan selama masa tenggang waktu.

#### 2.4.9 Cadangan Penyangga

Cadangan penyangga dipersiapkan untuk memenuhi kebutuhan bila sewaktu-waktu kebutuhan tersebut melebihi dari yang telah dipekirakan. Besarnya cadangan penyangga tergantung dari pemesanan ulang dan pemakaian selama tenggang waktu. Misalnya  $f(x)$  adalah fungsi kerapatan dari permintaan selama *lead time* dan kemungkinan kehabisan stock selama  $L$  tidak melampaui  $p$ , maka jumlah *buffer* (B) ditentukan dari :

$$P(x \geq B + \beta L) \leq p \dots\dots\dots (2.7)$$

Perhitungan cadangan penyangga diperoleh dengan cara menentukan suatu tingkat resiko atau tingkat pelayanan yang diinginkan oleh perusahaan dalam memproduksi beton.

$$P(x \geq B + \beta L) \leq p$$

$$\text{Diperoleh } s = \phi^{-1}(p) = \phi^{-1}(1 - p)$$

$$\text{Maka} \quad : \quad \frac{(\beta + \beta L) - \mu m}{\sigma m} = \phi^{-1}(1 - p)$$

$$B_m = \beta_m + (1 - p) * \sigma m - \beta L \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : p = tingkat risiko yang diijinkan.

B<sub>m</sub> = cadangan penyangga.

βL = Konsumsi material selama waktu L.

L = *lead time*, yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba barang di lokasi penyimpanan.

μm = rata-rata kebutuhan.

σm = standar deviasi.

Penentuan cadangan penyangga akan lebih mudah bila jumlah kebutuhan dan masa tenggang waktu yang terjadi adalah tetap.