

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Peramalan**

##### **2.1.1. Konsep Dasar Peramalan**

Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengembalian suatu keputusan. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan.

Peramalan adalah pemikiran terhadap besaran, misalnya permintaan terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Pada hakikatnya peramalan hanya merupakan suatu perkiraan (*guess*), tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu, maka peramalan menjadi lebih sekedar perkiraan. Peramalan dapat dikatakan perkiraan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan dimasa yang akan datang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut (Sofyan Assauri, 1984, hal.1).

Dalam kegiatan produksi, peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan terhadap suatu produk dan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi. Dalam peramalan ditetapkan jenis produk apa yang diperlukan (*what*), jumlahnya (*how many*) dan kapan dibutuhkan (*when*). Tujuan peramalan dalam kegiatan produksi adalah untuk meredam ketidakpastian, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Suatu perusahaan biasanya menggunakan prosedur tiga tahap untuk sampai pada peramalan penjualan, yaitu diawali dengan melakukan peramalan lingkungan, diikuti dengan peramalan penjualan industry, dan diakhiri dengan peramalan penjualan perusahaan.

Peramalan lingkungan dilakukan untuk meramalkan inflasi, pengangguran, tingkat suku bunga, kecendrungan konsumsi dan menabung, iklim investas, belanja pemerintah, ekspor, dan berbagai ukuran lingkungan yang penting bagi perusahaan. Hasil akhirnya adalah proyeksi Produk Nasional Bruto, yang digunakan bersama indicator lingkungan lainnya untuk meramalkan penjualan

industri. Kemudian, perusahaan melakukan peramalan penjualan dengan asumsi tingkat pangsa tertentu akan tercapai.

### **2.1.2. Pendefinisian Tujuan Peramalan**

Tujuan peramalan dilihat dengan waktu:

- a. Jangka Pendek (*Short Term*)  
Menentukan kuantitas dan waktu dari item dijadikan produksi. Biasanya bersifat harian ataupun mingguan dan ditentukan oleh *low management*.
- b. Jangkah menengah (*Medium Term*)  
Menentukan kuantitas dan waktu dari kapasitas produksi. Biasanya bersifat bulanan ataupun kuartal dan ditentukan oleh *middle management*.
- c. Jangka Panjang (*Long Term*)  
Merencanakan kuantitas dan waktu dari fasilitas produksi. Biasanya bersifat tahunan, 5 tahun, 10 tahun, ataupun 20 tahun dan ditentukan oleh *top management*.

### **2.1.3. Karakteristik Peramalan yang Baik**

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, antara lain akurasi, biaya dan kemudahan. Penjelasan dari kriteria-kriteria tersebut adalah sebagai berikut:

#### **1. Akurasi**

Akurasi dari suatu hasil peramalan diukur dengan hasil kebiasaan dan kekonsistensian peramalan tersebut. Hasil peramalan dikatakan bias bila peramalan tersebut terlalu tinggi atau rendah dibandingkan dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relative kecil. Peramalan yang terlalu rendah akan mengakibatkan kekurangan persediaan, sehingga permintaan konsumen tidak dapat dipenuhi segera akibatnya perusahaan dimungkinkan kehilangan pelanggan dan kehilangan keuntungan penjualan. Peramalan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penumpukan persediaan, sehingga banyak modal yang terserap sia-sia. Keakuratan dari hasil peramalan ini berperan penting dalam menyeimbangkan persediaan yang ideal.

## 2. *Biaya*

Biaya yang diperlukan dalam pembuatan suatu permasalahan adalah tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan dan metode peramalan yang dipakai. Ketiga faktor pemicu biaya tersebut akan mempengaruhi berapa banyak data yang dibutuhkan, bagaimana pengolahan datanya (manual atau komputersasi), bagaimana penyimpanan datanya dan siapa tenaga ahli yang diperbantukan. Pemilihan metode peramalan harus disesuaikan dengan dana yang tersedia dan tingkat akurasi yang ingin didapat, misalnya item-item yang penting yang diramalkan dengan metode yang sederhana dan murah. Prinsip ini merupakan adopsi dari hukum parito (analisa ABC).

## 3. *Kemudahan*

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan. Adalah percuma memakai metode yang canggih, tetapi tidak dapat diaplikasikan pada system perusahaan karena keterbatasan dana, sumber daya manusia maupun peralatan teknologi.

### **2.1.4. Beberapa Sifat Hasil Peramalan**

Dalam membuat peramalan atau menerapkan suatu peramalan maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu:

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

masih panjang periode peramalan, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan.

### **2.1.5. Teknik Peramalan**

#### **2.1.5.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Teknik Peramalan**

Peramalan sebenarnya upaya untuk memperkecil resiko yang timbul akibat pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan produksi. Semakin besar upaya yang dikeluarkan tentu resiko yang dapat dihindari semakin besar pula. Namun upaya memperkecil resiko tersebut dibatasi oleh biaya yang dikeluarkan akibat mengupayakan hal tersebut.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan:

##### **1. Horizon Peramalan**

Ada dua aspek dari horizon waktu yang berhubungan dengan masing-masing metode peramalan yaitu:

##### **a. Cakupan waktu dimasa yang akan datang**

Dimana perbedaan dari metode peramalan yang digunakan sebaiknya disesuaikan.

##### **b. Jumlah periode dimana ramalan diinginkan**

Beberapa teknik dan metode hanya dapat disesuaikan untuk peramalan satu atau dua periode di muka, sedangkan teknik dan metode lain dapat dipergunakan untuk peramalan beberapa periode dimasa mendatang.

##### **2. Tingkat Ketelitian**

Tingkat ketelitian yang dibutuhkan sangat erat hubungannya dengan tingkat perincian yang dibutuhkan dalam suatu peramalan. Untuk beberapa pengambilan keputusan mengharapkan variasi atau penyimpangan atas ramalan yang dilakukan antara 10 persen sampai dengan 15 persen bagi maksud-maksud yang mereka harapkan, sedangkan untuk hal atau kasus lain mungkin menganggap bahwa adanya variasi atau penyimpangan atas ramalan sebesar 5 persen adalah cukup berbahaya.

##### **3. Ketersediaan Data**

Metode yang dipergunakan sangat besar manfaatnya, apabila dikaitkan dengan keadaan atau informasi yang ada atau data yang dipunyai. Apabila dari

data yang lalu diketahui adanya pola musiman, maka untuk peramalan satu tahun kedepan sebaiknya digunakan metode variasi musim. Sedangkan apabila dari data yang lalu diketahui adanya pola hubungan antara variabel-variabel yang saling mempengaruhi, maka sebaiknya dipergunakan metode sebab akibat (*causal*) atau korelasi (*correlation*).

#### 4. Bentuk Pola Data

Dasar utama dari metode peramalan adalah anggapan bahwa macam dari pola yang didapati di dalam data yang diramalkan akan berkelanjutan. Sebagai contoh, beberapa deret yang menggambarkan pola musiman, demikian pula halnya dengan suatu pola trend. Metode peramalan yang lain mungkin lebih sederhana, terdiri dari suatu nilai rata-rata, dengan fluktuasi yang acakan atau random yang terkandung. Oleh karena adanya perbedaan kemampuan metode peramalan untuk mengidentifikasikan pola-pola data, maka perlu adanya usaha penyesuaian antara pola data yang telah diperkirakan terlebih dahulu dengan teknik dan metode peramalan yang akan digunakan.

#### 5. Biaya

Umumnya ada empat unsur biaya yang tercakup dalam penggunaan suatu prosedur peramalan, yaitu biaya-biaya pengembangan, penyimpanan (*storage*) data, operasi pelaksanaan dan kesempatan penggunaan teknik-teknik dan metode lainnya. Adanya perbedaan yang nyata dalam jumlah biaya, mempunyai pengaruh atas dapat menarik tidaknya penggunaan metode tertentu untuk suatu keadaan yang dihadapi.

#### 6. Jenis Dari Model

Sebagai tambahan perlu diperhatikan anggapan beberapa pola dasar yang penting dalam data. Banyak metode peramalan telah menganggap adanya beberapa model dari keadaan yang diramalkan. Model-model ini merupakan suatu deret dimana waktu digambarkan sebagai unsur penting untuk menentukan perubahan-perubahan dalam pola, yang mungkin secara sistematis dapat dijelaskan dengan analisis regresi atau korelasi. Model yang lain adalah model sebab akibat atau "*causal model*", yang menggambarkan bahwa ramalan yang dilakukan sangat tergantung pada terjadinya sejumlah peristiwa yang lain, atau sifatnya merupakan campuran dari model-model

yang telah disebutkan di atas. Model-model tersebut sangat penting diperhatikan, karena masing-masing model tersebut mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam analisis keadaan untuk pengambilan keputusan.

#### 7. Mudah Tidaknya Penggunaan dan Aplikasinya

Satu prinsip umum dalam penggunaan metode ilmiah dari peramalan untuk manajemen dan analisis adalah metode-metode yang dapat dimengerti dan mudah diaplikasikan yang akan dipergunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa. Prinsip ini didasarkan pada alasan bahwa, bila seorang manajer atau analis bertanggung jawab atas keputusan yang diambilnya atau hasil analisa yang dilakukannya, maka ia sudah tentu tidak menggunakan dasar yang tidak diketahuinya atau tidak diyakininya. Jadi, sebagai ciri tambahan dari teknik dan metode peramalan adalah bahwa yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dari keadaan ialah teknik dan metode peramalan yang dapat disesuaikan dengan kemampuan dari manajer atau analis yang akan menggunakan metode peramalan tersebut.

#### 2.1.5.2. Kegunaan Pemilihan Teknik Peramalan

Metode yang dipergunakan sangat besar manfaatnya, apabila dikaitkan dengan informasi atau data yang dipunyai. Apabila dari data yang lalu diketahui adanya pola musiman, maka untuk peramalan satu tahun kedepan sebaiknya dipergunakan metode variasi musim. Sedangkan apabila dari data yang lalu diketahui adanya pola hubungan antara variabel-variabel yang saling mempengaruhi, maka sebaiknya dipergunakan metode sebab akibat (*causal*) atau korelasi (*cross section*).

Sebagaimana diketahui bahwa metode merupakan cara berpikir yang sistematis dan pragmatis atas pemecahan suatu masalah. Dengan dasar ini, maka metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang secara sistematis dan pragmatis. Sehingga metode peramalan sangat berguna untuk dapat memperkirakan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan obyektifitas yang lebih besar.

Disamping itu juga metode peramalan juga memberikan urutan pengerjaan dan pemecahan atas pendekatan suatu masalah dalam peramalan. Sehingga bila digunakan pendekatan yang sama atas permasalahan dalam suatu kegiatan peramalan, maka akan didapat dasar pemikiran dan pemecahan yang sama, karena argumentasinya sama. Selain itu, metode peramalan memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, sehingga dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik-teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut, maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji dan dibuktikan penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

Dari uraian ini, dapatlah disimpulkan bahwa metode peramalan sangat berguna, karena akan membantu dalam mengadakan pendekatan analisa terhadap tingkah laku atau pola dari data yang lalu, sehingga dapat memberikan cara pemikiran, pengerjaan dan pemecahan yang sistematis dan pragmatis, serta memberikan tingkat keyakinan yang lebih besar atas ketepatan hasil ramalan yang dibuat, atau yang disusun.

#### **2.1.6. Klasifikasi Teknik Peramalan**

Dalam sistem peramalan, penggunaan berbagai model peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat dari galat peramalan yang berbeda pula. Salah satu seni dalam melakukan peramalan adalah memilih model peramalan yang terbaik yang mampu mengidentifikasi dan menanggapi pola aktifitas historis dari data.

Pada umumnya peramalan dapat dibedakan dari beberapa segi tergantung dari cara melihatnya. Apabila dilihat dari sifat penyusunannya, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Dilihat dari sifat penyusunannya
  - a. *Peramalan yang subjektif*, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya. Dalam hal ini pandangan orang yang menyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil ramalan tersebut.

- b. *Peramalan yang objektif*, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, dengan menggunakan teknik-teknik dan metode dalam penganalisaannya.
- 2. Dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun
  - a. *Peramalan jangka pendek*, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya satu tahun atau kurang. Peramalan ini digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja, dan lain-lain keputusan kontrol jangka pendek.
  - b. *Peramalan jangka menengah*, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya satu hingga lima tahun ke depan. Peramalan ini lebih mengkhususkan dibandingkan peramalan jangka panjang, biasanya digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran.
  - c. *Peramalan jangka panjang*, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya lebih dari lima tahun yang akan datang. Peramalan jangka panjang digunakan untuk pengambilan keputusan mengenai perencanaan produk dan perencanaan pasar, pengeluaran biaya perusahaan, studi kelayakan pabrik, anggaran, *purchase order*, perencanaan tenaga kerja serta perencanaan kapasitas kerja.
- 3. Berdasarkan sifat ramalan yang disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:
  - a. Peramalan Kualitatif
 

Yaitu peramalan yang didasarkan atas kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, judgement atau pendapat, dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunannya. Biasanya peramalan secara kualitatif ini didasarkan atas hasil penyelidikan, seperti *Delphi*, *S-curve*, analogies dan penelitian bentuk atau morphological research atau

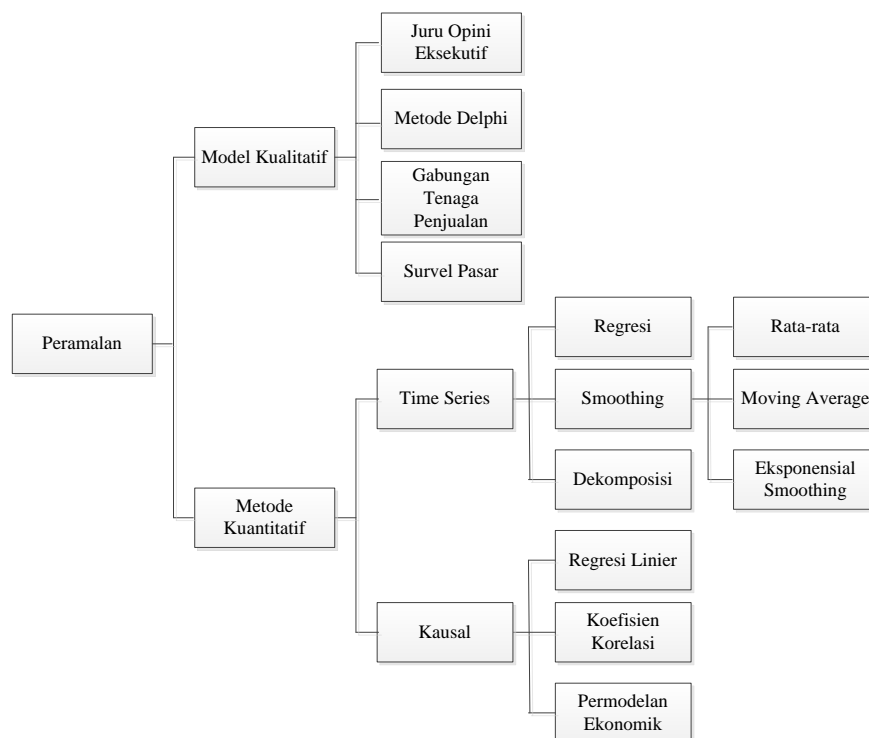


didasarkan atas ciri-ciri normative seperti *decision matrices* atau *decisions tress*.

b. Peramalan Kuantitatif

Yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Dengan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda, apapun yang perlu diperhatikan dari penggunaan metode tersebut, adalah baik tidaknya metode yang dipergunakan, sangat ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil dengan kenyataan yang terjadi. Metode yang baik adalah metode yang memberikan nilai-nilai perbedaan atau penyimpangan yang mungkin. Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan apabila terdapat tiga kondisi sebagai berikut:

- Adanya informasi tentang keadaan yang lain.
- Informasi tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data.
- Dapat diasumsikan bahwa pola yang lalu akan berkelanjutan pada masa yang akan datang.



Gambar 2.1. *Taksonomi Peramalan***2.1.6.1. Metode Peramalan Kualitatif (*Judgement Method*)**

Peramalan kualitatif umumnya bersifat subjektif, dipengaruhi oleh intuisi, emosi, pendidikan dan pengalaman seseorang. Oleh karena itu, hasil peramalan dari satu orang dengan orang yang lain dapat berbeda. Meskipun demikian, peramalan dengan metode kualitatif tidak berarti hanya menggunakan intuisi, tetapi juga bisa mengikutsertakan model-model statistik sebagai bahan masukan dalam melakukan *judgement* (keputusan), dan dapat dilakukan secara perseorangan maupun kelompok.

Beberapa metode yang digolongkan sebagai model kualitatif adalah sebagai berikut:

1. Metode *Delphi*, Sekelompok pakar mengisi kuesioner, Moderator menyimpulkan hasilnya dan memformulasikan menjadi suatu kuesioner baru yang diisi kembali oleh kelompok tersebut, demikian seterusnya. Hal ini merupakan proses pembelajaran (*learning process*) dari kelompok tanpa adanya tekanan atau intimidasi individu. Metode dikembangkan pertama kali oleh Rand Corporation pada tahun 1950-an. Adapun tahapan yang dilakukan adalah:
  - a. Tentukan beberapa pakar sebagai partisipan. Sebaiknya bervariasi dengan latar belakang disiplin ilmu yang berbeda.
  - b. Melalui kuesioner (atau e-mail), diperoleh peramalan dari seluruh partisipan.
  - c. Simpulkan hasilnya, kemudian distribusikan kembali kepada seluruh partisipan dengan pertanyaan yang baru.
  - d. Simpulkan kembali revisi peramalan dan kondisi, kemudian dikembangkan dengan pertanyaan yang baru.
  - e. Apabila diperlukan, ulangi tahap 4. Seluruh hasil akhir didistribusikan kepada seluruh partisipan.
2. Dugaan manajemen (*management estimate*) atau *Panel Consensus*, dimana peramalan semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen, umumnya oleh manajemen senior. Metode ini akan cocok dalam situasi yang sangat sensitif terhadap intuisi dari suatu atau sekelompok kecil orang yang karena

pengalamannya mampu memberikan opini yang kritis dan relevan. Teknik akan dipergunakan dalam situasi dimana tidak ada situasi dimana tidak ada alternatif lain dari model peramalan yang dapat diterapkan. Bagaimanapun metode ini mempunyai banyak keterbatasan sehingga perlu dikombinasikan dengan metode peramalan yang lain.

3. Riset Pasar (*market research*), merupakan metode peramalan berdasarkan hasil-hasil dari survei pasar yang dilakukan oleh tenaga-tenaga pemasar produk atau yang mewakilinya. Metode ini akan menjaring informasi dari pelanggan atau pelanggan potensial. (konsumen) berkaitan dengan rencana pembelian mereka dimasa mendatang. Riset pasar tidak hanya akan membantu peramalan, tetapi juga untuk meningkatkan desain produk dan perencanaan untuk produk-produk baru.
4. Metode kelompok terstruktur (*structured group methods*), seperti metode Delphi, dan lain-lain. Metode Delphi merupakan teknik peramalan berdasarkan pada proses konvergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebutkan identitasnya. Grup ini tidak bertemu secara bersama dalam suatu forum untuk berdiskusi, tetapi mereka diminta pendapatnya secara terpisah dan tidak boleh secara berunding. Hal ini dilakukan untuk menghindari pendapat yang bias karena pengaruh kelompok. Pendapat yang berbeda secara signifikan dari ahli yang lain dalam grup tersebut akan dinyatakan lagi kepada yang bersangkutan, sehingga akhirnya diperoleh angka estimasi pada interval tertentu yang dapat diterima. Metode Delphi ini dipakai dalam peramalan teknologi yang sudah digunakan pada pengoperasian jangka panjang selain itu, metode ini juga bermanfaat dalam pengembangan produk baru, pengembangan kapasitas produksi, penerobosan ke segmen pasar baru dan strategi keputusan bisnis lainnya.
5. Analogi historis (*Historical Analogi*), merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang dapat disamakan secara Analogi. Misalnya peramalan untuk pengembangan pasar televisi multi sistem menggunakan model permintaan televisi hitam putih atau televisi berwarna biasa. Analogi historis cenderung akan menjadi terbaik untuk

penggantian produk di pasar dan apabila terdapat hubungan substitusi langsung dari produk dalam pasar itu.

#### **2.1.6.2. Metode Peramalan Kuantitatif (*Statistical Method*)**

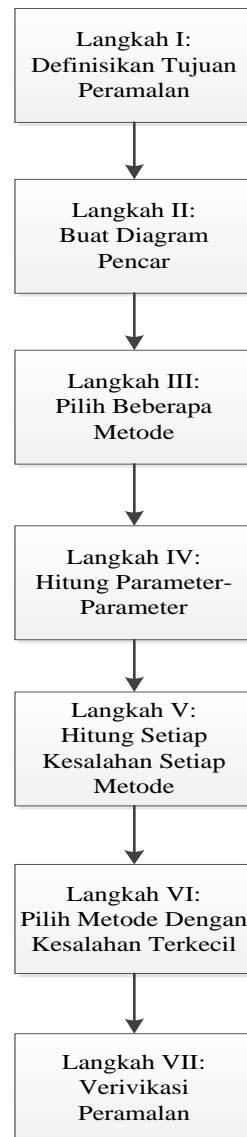
Pada dasarnya metode peramalan kuantitatif ini dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu:

1. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu atau "*time-series*".
2. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya, yang bukan waktu yang disebut *metode korelasi* atau *sebab akibat* (*causal method*).

Prosedur umum yang digunakan dalam peramalan secara kuantitatif adalah:

1. Definisikan tujuan peramalan.
2. Pembuatan diagram pencar.
3. Pilih minimal dua metode peramalan yang dianggap sesuai.
4. Hitung parameter-parameter fungsi peramalan
5. Hitung kesalahan setiap metode peramalan.
6. Pilih metode yang terbaik, yaitu yang memiliki kesalahan terkecil.
7. Lakukan verifikasi peramalan.

Adapun langkah-langkah peramalan secara kuantitatif dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Langkah-langkah peramalan secara kuantitatif

#### 2.1.6.3. Metode Time Series

Metode time series adalah metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Metode ini mengasumsikan beberapa pola atau kombinasi pola selalu berulang sepanjang waktu, dan pola dasarnya dapat diidentifikasi semata-mata atas dasar data historis dari serial itu.

Dengan analisis deret waktu dapat ditunjukkan bagaimana permintaan terhadap suatu produk tertentu bervariasi terhadap waktu. Sifat dari perubahan

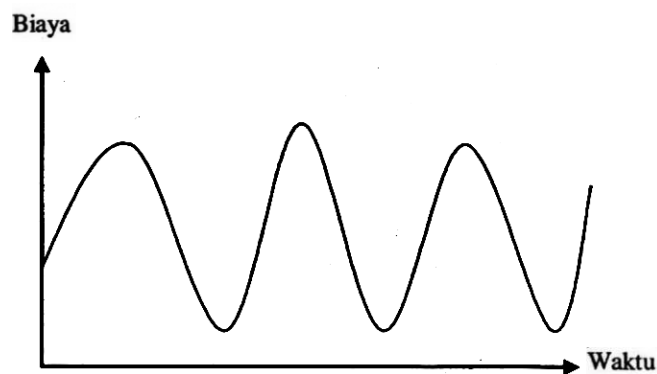
permintaan dari tahun ke tahun dirumuskan untuk meramalkan penjualan pada masa yang akan datang.

Ada empat komponen utama yang mempengaruhi analisis ini, yaitu:

**a. Pola Siklis (Cycle)**

Penjualan produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik. Banyak produk dipengaruhi pola pergerakan aktivitas ekonomi yang terkadang memiliki kecenderungan periodik. Komponen siklis ini sangat berguna dalam peramalan jangka menengah. Pola data ini terjadi bila data memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus-

menerus. Pola data dalam bentuk trend ini digambarkan sebagai berikut:

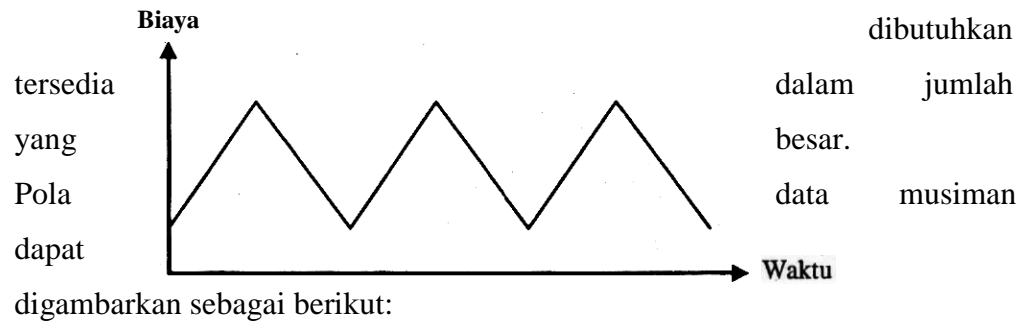


Gambar 2.3. Pola Siklis

**b. Pola Musiman (Seasonal)**

Perkataan musim menggambarkan pola penjualan yang berulang setiap periode. Komponen musim dapat dijabarkan ke dalam faktor cuaca, libur, atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman berguna dalam meramalkan penjualan dalam jangka pendek.

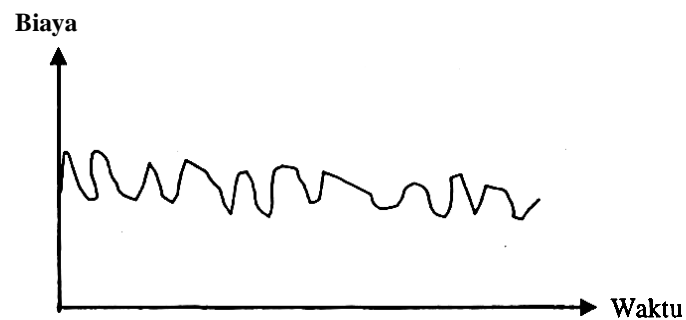
Pola data ini terjadi bila nilai data sangat dipengaruhi oleh musim, misalnya permintaan bahan baku jagung untuk makanan ternak ayam pada pabrik pakan ternak selama satu tahun. Selama musim panen harga jagung akan menjadi turun karena jumlah jagung yang



Gambar 2.4. Pola Musiman

**c. Pola Horizontal**

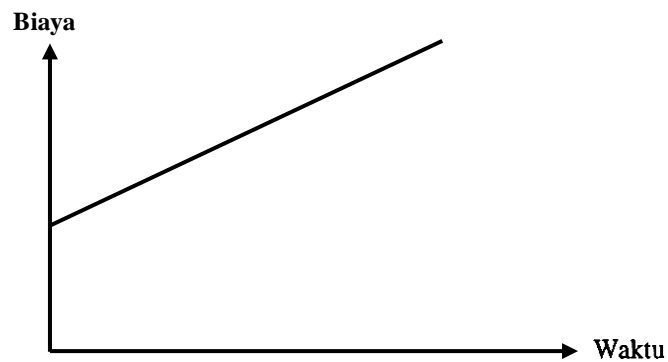
Pola data ini terjadi apabila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata. Pola ini dapat digambarkan sebagai berikut (Sofyan Assauri, 1984, hal. 4647):



Gambar 2.5. Pola Horizontal

**d. Pola Trend**

Pola data ini terjadi bila data memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus-menerus. Pola data dalam bentuk trend ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.6. Pola Trend

Dalam meramalkan biaya-biaya yang termasuk di dalam biaya operasi dipergunakan Pola Trend karena biaya tersebut cenderung naik jika mesin atau peralatan semakin tua atau semakin lama jangka waktu pemakaiannya. Ada beberapa trend yang digunakan di dalam penyelesaian masalah ini, yaitu:

1) Trend Linier

Bentuk persamaan umum (Sofyan Assauri, 1984, hal. 53-56):

$$Y = a + bt$$

Sedangkan peramalannya mempunyai bentuk persamaan:

$$Y_t = a + bt$$

Dimana:

$Y_t$  = Nilai ramalan pada periode ke- $t$

$T$  = Waktu/periode

Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*Least Square Method*) maka harga konstanta  $a$  dan  $b$  diperoleh dari persamaan di bawah ini:

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

$$a = \frac{\sum Y_t - b \sum t}{n}$$

2) Trend Eksponensial atau Pertumbuhan

Bentuk persamaan umum:

$$Y = ae^{bt}$$

Sedangkan peramalannya mempunyai bentuk persamaan:

$$Y_t = ae^{bt}$$



Dengan menggunakan transformasi logaritma natural maka harga konstanta a dan b diperoleh dari persamaan di bawah ini:

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

$$\ln a = \frac{\sum \ln Y_t - b \sum t}{n}$$

### 3) Trend Logaritma

$$Y = a + b \log t$$

Sedangkan peramalan mempunyai bentuk persamaan:

$$Y_t = a + b \log t$$

Dengan menggunakan transformasi logaritma natural maka harga konstanta a dan b diperoleh dari persamaan di bawah ini:

$$b = \frac{n \sum \log t \cdot Y_t - \sum \log t \sum Y_t}{n \sum \log^2 t - (\sum \log t)^2}$$

$$\ln a = \frac{\sum Y_t - b \sum \log t}{n}$$

## A. Metode Penghalusan (*Smoothing*)

Metode smoothing digunakan untuk mengurangi ketidakteraturan musiman dari data yang lalu, dengan membuat rata-rata tertimbang dari sederetan data masa lalu. Ketepatan peramalan dengan metode ini akan terdapat pada peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang kurang akurat.

Metode smoothing terdiri dari beberapa jenis, antara lain:

### 1. Metode Rata-rata Bergerak (*Moving Average*), terdiri atas:

#### – *Single Moving Average* (SMA)

*Moving overage* pada suatu periode merupakan peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata-rata tersebut. Persoalan yang timbul dalam penggunaan metode ini adalah dalam menentukan nilai t (periode rata-rata). Semakin besar nilai t maka peramalan yang dihasilkan akan

semakin menjauhi pola data.

Secara matematis, rumus fungsi peramalan metode ini adalah:

$$F_{t+1} = \frac{X_{t-N+1} + \dots + X_{t+1} + X_t}{N}$$

Dimana:

- $X_t$  = data pengamatan periode  $t$
- $N$  = Jumlah deret waktu yang digunakan
- $F_{t+1}$  = nilai peramalan periode  $t+1$

– ***Linier Moving Average (LMA)***

Dasar dari metode ini adalah penggunaan *moving average* kedua untuk memperoleh penyesuaian bentuk pola trend. Metode *Linier moving Average* adalah :

- a. Hitung "*single moving average*" dari data dengan periode perataan tertentu; hasilnya di notasikan dengan  $St'$ .
- b. Setelah semua *single Average* dihitung, hitung *moving average* kedua yaitu *moving average* dari  $St'$  dengan periode perataan yang sama. Hasilnya di notasikan dengan:

$St''$

- c. Hitung komponen at dengan rumus:

$$At = St' + (St' - St'')$$

- d. Hitung komponen trend bt dengan rumus:

$$bt = \frac{2}{N-1} (St' - st'')$$

- e. Peramalan untuk periode ke depan setelah  $t$  adalah sebagai berikut:

$$F_{t+m} = at + bt \cdot m$$

– ***Double Moving Average***

Notasi yang diberikan adalah MA (M x N), artinya M-periode MA dan N-periode MA.

– ***Weighted Moving Average***

Data pada periode tertentu diberi bobot, semakin dekat dengan saat sekarang semakin besar bobotnya. Bobot ditentukan berdasarkan

pengalaman. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$F_t = \frac{W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + W_n A_{t-n}}{W_1 + W_2 + W_n}$$

Dimana:

- $W_1$  = bobot yang diberikan pada periode t-1
- $W_2$  = bobot yang diberikan pada periode t-2
- $W_n$  = bobot yang diberikan pada periode t-n
- $n$  = jumlah periode

## 2. Metode Exponential Smoothing, terdiri atas:

### – *Single Exponential Smoothing*

Pengertian dasar dari metode ini adalah: nilai ramalan pada periode t+1 merupakan nilai aktual pada periode t ditambah dengan penyesuaian yang berasal dari kesalahan nilai ramalan yang terjadi pada periode t tersebut.

Nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$F_{t+1} = a \cdot X_t + (1-a) \cdot F_t$$

Dimana:

- $X_t$  = data permintaan pada periode t
- $a$  = faktor/konstanta pemulusan
- $F_{t+1}$  = peramalan untuk periode t

### – *Double Exponential Smoothing (DES)*, yang terbagi atas:

#### a. Satu Parameter (*Browns Linear Method*)

Merupakan metode yang hampir sama dengan metode *linear moving average*, disesuaikan dengan menambahkan satu parameter.

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

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

Dimana  $S'_t$  merupakan *single exponential smoothing*, sedangkan  $S''_t$  merupakan *double exponential smoothing*.

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

Rumus perhitungan peramalan pada periode ke t:

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

b. Dua Parameter (*Holt's Method*)

Merupakan metode DES untuk time series dengan trend linier.

Terdapat konstanta yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ . Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$S_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1})$$

$$G_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)G_{t-1}$$

Dimana:

$S_t$  = *intercept* pada waktu t

$G_t$  = *slope* pada waktu t

Rumusan perhitungan peramalan pada periode ke t:

$$F_{t+m} = S_t + G_t \cdot m$$

– ***Exponential Smoothing dengan Musiman***

Pola musiman dipengaruhi karakteristik data masa lalu, antara lain natal dan tahun baru, lebaran, awal tahun ajaran sekolah, dan sebagainya. Terdapat dua kemungkinan dari pengaruh musiman. Pertama dapat bersifat *addictive*, yaitu mengabaikan laju penjualan setiap minggu selama bulan desember, hanya dikatakan penjualan selama bulan desember meningkat 200 unit. kedua, pengaruh musiman bersifat *multiplicative*, laju penjualan setiap minggu selama bulan desember meningkat dua kali lipat.

Rumusan untuk exponential smoothing dengan musiman:

$$S'_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-1}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-1}$$

$$G_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

Maka rumus perhitungan peramalan:

$$F_{t+m} = (S_t + G + m) I_{t-1} + m$$

Dimana:

$G$  = komponen trend

- $L$  = panjang musiman  
 $I$  = faktor penyesuaian  
 $F_{t+m}$  = ramalan untuk m period eke muka

## B. Metode Proyeksi Kecenderungan dengan Regresi

Metode kecenderungan dengan regresi merupakan dasar garis kecenderungan untuk suatu persamaan, sehingga dengan dasar persamaan tersebut dapat diproyeksikan hal-hal yang akan diteliti pada masa yang akan datang. Untuk peramalan jangka pendek dan jangka panjang, ketepatan peramalan dengan metode ini sangat baik. Data yang dibutuhkan untuk metode ini adalah tahunan, minimal lima tahun. Namun, semakin banyak data yang dimiliki semakin baik hasil yang diperoleh.

Bentuk fungsi dari metode ini dapat berupa:

- a. **Konstan**, dengan fungsi peramalan ( $Y_t$ )

$$Y_t = a, \text{ dimana } a = \Sigma Y_t / N$$

$Y_t$  = nilai tambah

$N$  = jumlah periode

- b. **Linier**, dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = \alpha + b_t$$

$$\text{Dimana: } a = \frac{Y - bt}{n} \quad b = \frac{n \Sigma ty - \Sigma(t) \Sigma(y)}{n - \Sigma t^2 - (\Sigma t)^2}$$

- c. **Kuadratis**, dengan fungsi peramalan

$$Y_t = \alpha + bt + \alpha^2$$

$$\text{Dimana: } a = \frac{\Sigma Y - b \Sigma t - c \Sigma t^2}{n} \quad c = \frac{\theta - b\alpha}{\partial} \quad b = \frac{\partial \delta - \theta \alpha}{\partial \beta - \alpha^2}$$

$$\partial = \left( \Sigma t^2 \right)^2 - n \Sigma t^4$$

$$\delta = \Sigma t \Sigma Y - n \Sigma t Y$$

$$\theta = \Sigma t^2 \Sigma Y - n \Sigma t^2 Y$$

$$\alpha = \Sigma t \Sigma t^2 - n \Sigma t^3$$

- d. **Eksponensial**, dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = ae^{bt}$$

$$\text{Dimana: } \ln a = \frac{\sum \ln Y - b \sum t}{n} \quad b = \frac{n \sum t \ln Y - \sum t \sum \ln Y}{n \sum t^3 - (\sum t)^2}$$

e. *Siklis*, dengan fungsi peramalan:

$$\hat{Y}_t = a + b \sin \frac{2\pi t}{n} + c \cos \frac{2\pi t}{n}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \sum Y &= na + b \sum \sin \frac{2\pi t}{n} + c \sum \cos \frac{2\pi t}{n} \\ \sum Y \sin \frac{2\pi t}{n} &= a \sum \sin \frac{2\pi t}{n} + b \sum \sin^2 \frac{2\pi t}{n} + c \sum \sin \frac{2\pi t}{n} \cos \frac{2\pi t}{n} \\ \sum Y \cos \frac{2\pi t}{n} &= a \sum \cos \frac{2\pi t}{n} + c \sum \cos^2 \frac{2\pi t}{n} + b \sum \sin \frac{2\pi t}{n} \cos \frac{2\pi t}{n} \end{aligned}$$

### C. Metode Dekomposisi

Yaitu hasil ramalan ditentukan dengan kombinasi dari fungsi yang ada sehingga tidak dapat diramalkan secara biasa. Model tersebut didekati dengan fungsi linier atau siklis, kemudian bagi  $t$  atas kuartalan sementara berdasarkan pola data yang ada. Metode dekomposisi merupakan pendekatan peramalan yang tertua. Terdapat beberapa pendekatan alternatif untuk mendekomposisikan suatu deret berkala yang semuanya bertujuan memisahkan setiap komponen deret data seteliti mungkin. Konsep dasar pemisahan bersifat empiris dan tetap, yang mula-mula memisahkan unsur musiman, kemudian trend, dan akhirnya unsur siklis.

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Ramalkan fungsi  $Y$  biasa ( $dt = a + bt$ )
2. Hitung nilai indeks.
3. Gabungkan nilai perolehan indeks kemudian ramalkan yang baru.

#### 2.1.6.4. Metode Kausal

Metode kausal mengasumsikan faktor yang diperkirakan menunjukkan

adanya hubungan sebab akibat dengan satu atau beberapa variabel bebas (*independen*). Sebagai contoh, jumlah pendapatan berhubungan dengan faktor-faktor seperti jumlah penjualan, harga jual, dan tingkat promosi. Kegunaan dari metode kausal adalah untuk menemukan bentuk hubungan antara variabel-variabel tersebut dan menggunakannya untuk meramalkan nilai dari variabel tidak bebas (*dependen*).

Pada model ini untuk meramalkan permintaan tidak hanya memperhatikan waktu, tetapi juga memperhatikan faktor yang mempengaruhi, antara lain:

- a. Harga produk, jika harga produk naik maka permintaan naik
- b. Saluran distribusi, jika banyak saluran distribusi maka permintaan naik.

Metode kausal terdiri atas beberapa metode, antara lain:

- a. Metode regresi dan korelasi

Metoda regresi dan korelasi pada penetapan suatu persamaan estimasi menggunakan teknik "least squares". Hubungan yang ada pertama-tama dianalisis secara statistik. Ketepatan peramalan dengan menggunakan metode ini sangat baik untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang ternyata ketepatannya kurang begitu baik. Metode ini banyak digunakan untuk peramalan penjualan, perencanaan keuntungan, peramalan permintaan dan peramalan keadaan ekonomi. Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode ini adalah data kuartalan dari beberapa tahun lalu.

- b. Metode Ekonometrik

Metode ini didasarkan atas peramalan sistem persamaan regresi yang diestimasi secara simultan. Baik untuk peramalan jangka pendek maupun peramalan jangka panjang, ketepatan peramalan dengan metode ini sangat baik. Metode peramalan ini selalu dipergunakan untuk peramalan penjualan menurut kelas produk, atau peramalan keadaan ekonomi masyarakat, seperti permintaan, harga dan penawaran. Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode peramalan ini adalah data kuartalan beberapa tahun.

- c. Metode *Input-Output*

Metode ini dipergunakan untuk menyusun proyeksi trend ekonomi jangka panjang. Model ini kurang baik ketepatannya untuk peramalan jangka panjang. Model ini banyak dipergunakan untuk peramalan penjualan perusahaan, penjualan sektor industri dan sub sektor industri, produksi dari sektor dan sub sektor industri. Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode atau model ini adalah data tahunan selama sekitar sepuluh sampai lima belas tahun.

### 2.1.7. Kriteria Performance Peramalan

Seorang perencana tentu menginginkan hasil perkiraan ramalan yang tepat atau paling tidak dapat memberikan gambaran yang paling mendekati sehingga rencana yang dibuatnya merupakan rencana yang realistis. Ketepatan atau ketelitian inilah yang menjadi kriteria performance suatu metode peramalan. Ketepatan atau ketelitian tersebut dapat dinyatakan sebagai kesalahan dalam peramalan. Kesalahan yang kecil memberikan arti ketelitian peramalan yang tinggi, dengan kata lain keakuratan hasil peramalan tinggi, begitu pula sebaliknya.

Besar kesalahan suatu peramalan dapat dihitung dengan beberapa cara, antara lain adalah:

#### 1. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2}{N}$$

Dimana:

$X_t$  = data actual periode t

$F_t$  = nilai ramalan periode t

$N$  = banyaknya periode

#### 2. *Standart Error of Estimate (SEE)*

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2}{N - f}}$$



Dimana:

$f$  = Derajat kebebasan

Untuk data konstan,  $f = 1$

Untuk data linier,  $f = 2$

Untuk data kwadratis,  $f = 3$

Untuk data siklis,  $f = 3$

### 3. *Percentage Error (PE)*

$$PE_t = \left( \frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times 100\%$$

Dimana nilai dari  $PE_t$  bisa positif ataupun negatif.

### 4. *Mean Absolute Percentage Error*

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N |PE_t|}{N}$$

Menghitung kesalahan dari peramalan merupakan prosedur yang kelima dari perhitungan peramalan secara kuantitatif. Setelah didapat kesalahan (*error*) dari masing-masing metode peramalan, maka akan dilakukan pengujian terhadap dua metode yang memiliki error yang terkecil, guna mendapatkan metode peramalan yang lebih baik untuk digunakan. Pengujian dilakukan dengan test *distribusi F*. Jika diasumsikan bahwa metode "X" adalah metode peramalan yang memiliki besar error yang paling kecil pertama, dan metode "Y" adalah metode peramalan yang memiliki besar error yang paling kecil kedua, maka langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

#### 1. Tentukan pernyataan awal ( $H_0$ ) dan pernyataan alternative ( $H_1$ ):

$H_0$  : Metode "X" lebih baik dari pada metode "Y"

$H_1$  : Metode "X" tidak lebih baik daripada metode "Y", atau metode "Y" lebih baik daripada metode "X".

#### 2. Lakukan test statistik, dengan rumus:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Dimana:

$S_1$  = besarnya error metode peramalan “X”

$S_2$  = besarnya error metode peramalan “Y”

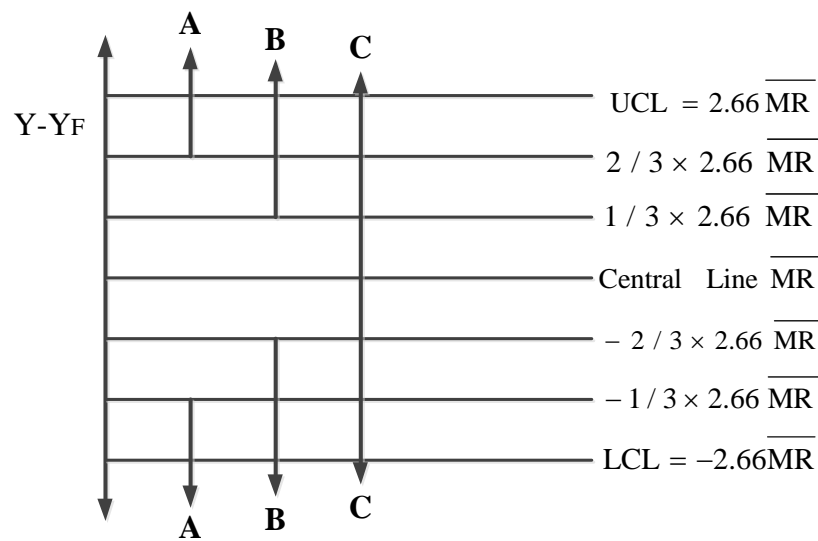
3. **Bandingkan hasil yang diperoleh dari langkah 2 dengan hasil yang diperoleh dari tabel distribusi F dengan harga  $\alpha$  (tingkat ketelitian) yang telah ditetapkan**

Jika  $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$  maka  $H_0$  diterima (berarti metode peramalan dengan metode “X” lebih baik digunakan), dan jika sebaliknya maka  $H_0$  ditolak (berarti metode “Y” lebih baik digunakan).

Setelah didapatkan metode peramalan mana yang lebih baik, maka dilakukanlah verifikasi terhadap metode peramalan yang terbaik tersebut.

#### **2.1.8. Proses Verifikasi**

Proses verifikasi digunakan untuk melihat apakah metode peramalan yang diperoleh representatif terhadap data. Proses verifikasi dilakukan dengan menggunakan *Moving Range Chart* (MRC). Dari chart (peta) ini dapat terlihat apakah sebaran masih dalam kontrol ataupun sudah berada di luar kontrol. Jika sebaran berada di luar kontrol, maka fungsi atau metode peramalan tersebut tidak sesuai, artinya pola peramalan terhadap data  $(Y - Y_F)$  tersebut tidak representatif. Proses verifikasi dengan menggunakan *Moving Range Chart* (MRC), dapat digambarkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Moving Range Chart

Harga MR diperoleh dari:

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{t=2}^{N-1} MR_t}{N-1}$$

Dimana:

$$MR_t = \left| \left( Y_t - Y_{F_t} \right) - \left( Y_{t-1} - Y_{F_{t-1}} \right) \right| \quad \text{atau} \quad MR_t = e_t - e_{t-1}$$

Kondisi *out of control* dapat diperiksa dengan menggunakan empat aturan berikut:

### 1. Aturan Satu Titik

Bila ada titik sebaran ( $Y - Y_F$ ) berada di luar UCL dan LCL. Walaupun jika semua titik sebaran berada dalam batas kontrol, belum tentu fungsi atau metode representative. Untuk itu penganalisaan perlu dilanjutkan dengan membagi MRC dalam tiga daerah, yaitu: A, B, dan C.

### 2. Aturan Tiga Titik

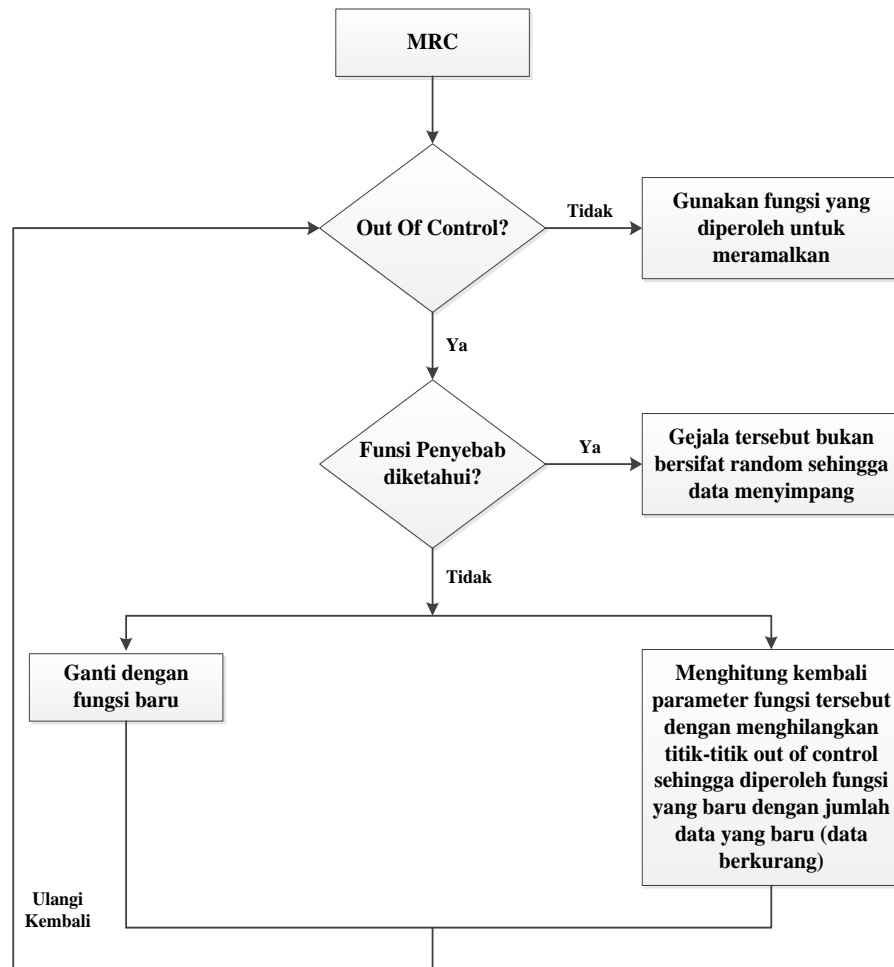
Bila ada tiga buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, yang mana dua diantaranya jatuh pada daerah A.

### 3. Aturan Lima Titik

Bila ada lima buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, yang mana empat diantaranya jatuh pada daerah B.

### 4. Aturan Delapan Titik

Bila ada delapan buah titik secara berurutan berada pada salah satu sisi, pada daerah C. Adapun gambar metode peramalan dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Proses Verifikasi Metode Peramalan

## 2.2. Perencanaan Produksi

Peningkatan daya saing industry, salah satunya dapat dicapai melalui perencanaan produksi. Perencanaan produksi berhubungan dengan penentuan volume, ketepatan waktu penyelesaian, utilisasi kapasitas, dan pemerataan beban. Rencana produksi dalam hal ini harus terkoordinasi dengan perencanaan perusahaan. Ada beberapa tipe perencanaan produksi. Berdasarkan periode

waktunya, aka nada perencanaan jangka panjang, perencanaan jangka menengah, dan perencanaan jangka pendek. Ketiga jenis perencanaan ini memerlukan proses perencanaan yang berbeda satu sama lain.

Perencanaan produksi adalah pernyataan rencana produksi ke dalam bentuk agregat. Perencanaan produksi ini merupakan alat komunikasi antara manajemen teras (top management) dan manufaktur. Di samping itu juga, perencanaan produksi merupakan pegangan untuk merancang jadwal induk produksi. Beberapa fungsi lain perencanaan produksi adalah:

- Menjamin rencana penjualan dan rencana produksi konsisten terhadap rencana strategis perusahaan
- Sebagai alat ukur performansi proses perencanaan produksi
- Menjamin kemampuan produksi konsisten terhadap rencana produksi
- Memonitor hasil produksi aktual terhadap rencana produksi dan membuat penyesuaian.
- Mengatur persediaan produk jadi untuk mencapai target produksi dan rencana strategis.
- Mengarahkan penyusunan dan pelaksanaan Jadwal induk Produksi.

### **2.2.1. Tujuan Perencanaan Produksi**

Tujuan perencanaan produksi adalah:

1. Sebagai langkah awal untuk menentukan aktivitas produksi yaitu sebagai referensi perencanaan lebih rinci dari rencana agregat menjadi item dalam jadwal induk produksi.
2. Sebagai masukan rencana sumber daya sehingga perencanaan sumber daya dapat dikembangkan untuk mendukung perencanaan produksi.
3. Meredam (stabilisasi) produksi dan tenaga kerja terhadap fluktuasi permintaan.

### **2.2.2. Karakteristik Perencanaan Produksi**

Agar manajemen teras dapat memfokuskan seluruh tingkat produksi tanpa harus rinci, maka perencanaan produksi dinyatakan dalam kelompok produk atau famili (agregat). Satuan unit yang dipakai dalam perencanaan produksi bervariasi

dari satu pabrik ke pabrik lain. Hal ini bergantung dari jenis produk seperti: ton, liter, kubik, jam mesin atau jam orang. Jika satuan menit sudah ditetapkan maka faktor konversi harus ditetapkan sebagai alat komunikasi dengan departemen lainnya seperti departemen pemasaran dan akuntansi. Satuan unit di atas harus dikonversikan dalam bentuk satuan rupiah. Di samping menjaga faktor konversi diperlukan untuk menterjemahkan.

perencanaan produksi ke jadwal produksi induk produksi. Perencanaan produksi mempunyai waktu perencanaan yang cukup panjang, biasanya 5 tahun. Rencana ini digunakan untuk perencanaan sumber daya seperti ekspansi, pembelian mesin. Proses peramalan telah memberikan informasi mengenai besarnya permintaan akan produk yang direncanakan. Langkah selanjutnya adalah membuat rencana produksinya itu sendiri. Dalam hal ini tidak semua permintaan dari hasil peramalan mungkin bisa diproduksi karena kapasitas produksi yang dimiliki tidak mencukupi. Pada dasarnya perencanaan produksi adalah upaya menjabarkan hasil peramalan menjadi rencana produksi yang layak dilakukan dalam bentuk jadwal rencana produksi. Banyak metode yang dapat dilakukan untuk maksud tersebut, salah satunya adalah perencanaan agregat.

### **2.3. Perencanaan Agregat**

Perencanaan agregat merupakan salah satu metode dalam perencanaan produksi. Dengan menggunakan perencanaan agregat maka perencanaan produksi dapat dilakukan dengan menggunakan satuan produk pengganti sehingga keluaran dari perencanaan produksi tidak dinyatakan dalam tiap jenis produk (individual produk).

Perencanaan Agregat adalah perencanaan yang dibuat untuk menentukan total permintaan dari seluruh elemen produksi dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan (David D. Bedworth). Perencanaan agregat adalah proses perencanaan kuantitas dan pengaturan waktu keluaran selama periode waktu tertentu (tiga bulan sampai satu tahun) melalui penyesuaian variabel-variabel tingkat produksi karyawan, persediaan, variabel yang dapat dikendalikan lainnya (T. Hani Handoko).

Jadi dalam perencanaan agregat, tidak dihasilkan rencana dalam bentuk individual produk melainkan dalam bentuk agregat produk. Penggunaan satuan agregat ini dilakukan mengingat keuntungan yang dapat diperoleh antara lain:

a. Kemudahan dalam pengolahan data

Dengan menggunakan satuan agregat maka pengolahan data tidak dilakukan untuk setiap individual produk. Keuntungan ini akan semakin terasa jika pabrik tempat perencanaan dilakukan memproduksi banyak jenis produk.

b. Ketelitian hasil yang didapatkan

Dengan hanya mengolah satu jenis data produk maka kemungkinan untuk menerapkan metode yang canggih semakin besar sehingga ketelitian hasil yang didapatkan semakin baik.

c. Kemudahan untuk melihat dan memahami mekanisme system produksi yang terjadi dalam implementasi rencana.

### 2.3.1. Strategi Perencanaan Agregat

Ada beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk melakukan perencanaan yaitu dengan melakukan manipulasi persediaan, laju produksi, jumlah tenaga kerja, kapasitas atau variabel terkendali lainnya. Jika perubahan dilakukan terhadap suatu variabel sehingga terjadi perubahan laju produksi disebut sebagai strategi murni (*pure strategy*). Sebaliknya, strategi gabungan (*mixed strategy*), merupakan gabungan perubahan dua atau lebih strategi murni sehingga diperoleh perencanaan produksi fleksibel.

Seandainya datangnya permintaan dari konsumen bersifat rutin dan dapat diketahui dengan pasti baik besarnya maupun waktunya maka perencanaan produksi tidak diperlukan lagi. Namun pada kenyataannya pola permintaan ini tidak dapat ditentukan dengan pasti. Masalah tersebut mengakibatkan perusahaan harus menemukan cara atau strategi berproduksi agar fluktuasi permintaan tersebut dapat diantisipasi tentu saja dengan cara yang ekonomis sehingga tujuan

perusahaan mencari keuntungan dapat tercapai. Jadi dalam perencanaan agregat, tidak dihasilkan rencana dalam bentuk individual produk melainkan dalam bentuk agregat produk. Penggunaan satuan agregat ini dilakukan mengingat keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh antara lain:

a. Kemudahan dalam pengolahan data

Dengan menggunakan satuan agregat maka pengolahan data tidak dilakukan untuk setiap individual produk. Keuntungan ini akan semakin terasa jika pabrik tempat perencanaan dilakukan memproduksi banyak jenis produk.

b. Ketelitian hasil yang didapatkan

Dengan hanya mengolah satu jenis data produk maka kemungkinan untuk menerapkan metode yang canggih semakin besar sehingga ketelitian hasil yang didapatkan semakin baik.

c. Kemudahan untuk melihat dan memahami mekanisme sistem produksi yang terjadi dalam implementasi rencana.

Secara garis besar terdapat tiga strategi murni yang dapat dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan ini, yaitu :

1. Melakukan pengaturan setiap saat atas jumlah tenaga kerja yang dipergunakan dalam hal ini merekrut tenaga kerja baru bila permintaan meningkat dan memberhentikan sebagian tenaga kerja bila permintaan menurun.
2. Tetap mempertahankan jumlah tenaga kerja tetapi yang diatur adalah kecepatan produksi, misahiya jika permintaan meningkat kecepatan produksi ditingkatkan dengan mengadakan jam lembur.
3. tetap mempertahankan baik jumlah tenaga kerja maupun kecepatan produksi dan untuk mengatasi flukruasi permintaan diadakan persediaan (inventory).

Masing-masing strategi akan memberikan konsekuensi ongkos. Dalam kenyataannya mengandalkan pada strategi tersebut secara murni seringkali menimbulkan ongkos yang masih tidak ekonomis sehingga strategi yang digunakan adalah mengkombinasikan ketiga strategi tersebut.



### **A. Strategi Perencanaan Agregat Secara Murni (*Pure Strategy*)**

Dikatakan *pure strategy*, jika perubahan dilakukan terhadap suatu variabel sehingga terjadi perubahan laju produksi. Beberapa strategi murni yaitu:

a. Mengendalikan jumlah persediaan

Persediaan dapat dilakukan pada saat kapasitas produksi di bawah permintaan (demand). Persediaan ini selanjutnya dapat digunakan pada saat permintaan berada di atas kapasitas produksi.

b. Mengendalikan jumlah tenaga kerja

Manajer dapat melakukan perubahan jumlah tenaga kerja dengan menambah atau mengurangi tenaga kerja sesuai dengan laju produksi yang diinginkan. Tindakan lain yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan jam lembur.

c. Subkontrak

Subkontrak dapat dilakukan untuk menaikkan kapasitas perusahaan pada saat perusahaan sibuk sehingga permintaan dapat dipenuhi.

d. Mempengaruhi demand

Karena perubahan permintaan merupakan faktor utama dalam masalah perencanaan agregat, maka pihak manajemen dapat melakukan tindakan, yaitu dengan mempengaruhi pola permintaan itu sendiri.

### **B. Strategi Perencanaan Agregat Secara Gabungan (*Mixed Strategy*)**

Setiap *pure strategy* akan melibatkan biaya yang besar dan sering *pure strategy* menjadi tidak layak, oleh karena itu kombinasi dari *pure strategy* ini menjadi *mixed strategy* lebih sering digunakan. Ketika suatu perusahaan mempertimbangkan kemungkinan dari pencampuran strategi yang bervariasi dengan tidak terbatasnya rasio untuk melakukan strategi yang bervariasi tersebut, maka perusahaan baru akan menyadari tantangan yang sedang dihadapinya. Bagian pengendalian produksi dan bagian pemasaran harus menghasilkan *master schedule* yang mencakup beberapa kebijaksanaan perubahan dan prosedur pengoperasian. Karena masalah yang kompleks ini, maka dalam pengendalian keputusan diperlukan diskusi tentang *THE VALUE OF DECISION RULES*.

### **C. Produksi Pada Tingkat Konstan (Tenaga Kerja Tetap)**

Produksi pada tingkat *konstan* artinya dengan tenaga kerja tetap. Kemungkinan yang terjadi adalah dengan menumpuk atau menggunakan persediaan, atau menambah dan mengurangi *backlog* atau dengan menambah atau mengurangi sub kontrak. Dalam perhitungan strategi ini biasanya disebut dengan alternatif 1 atau strategi 1.

Tabel yang digunakan:

Alternatif 1

Tabel 2.1. Kapasitas

<b>PERIODE</b> (T)	<b>REGULAR TIME</b> (UNIT)	<b>OVER TIME</b> (UNIT)	<b>SUB KONTRAK</b> (UNIT)

Tabel 2.2. Alternatif 1

<b>P(t)</b>	<b>HK</b>	<b>D</b> (unit)	<b>RMH</b> (jam orang)	<b>UPRT</b> (unit)	<b>UPOT</b> (unit)	<b>SK</b> (unit)	<b>H</b>	<b>LAY OFF</b> (orang)	<b>IA</b> (unit)
<b>Total</b>									

Keterangan:

P = Periode

SK = Sub Kontrak

HK = Hari Kerja

D = Demand

H = *Hirring*

IA = Inventori Akhir

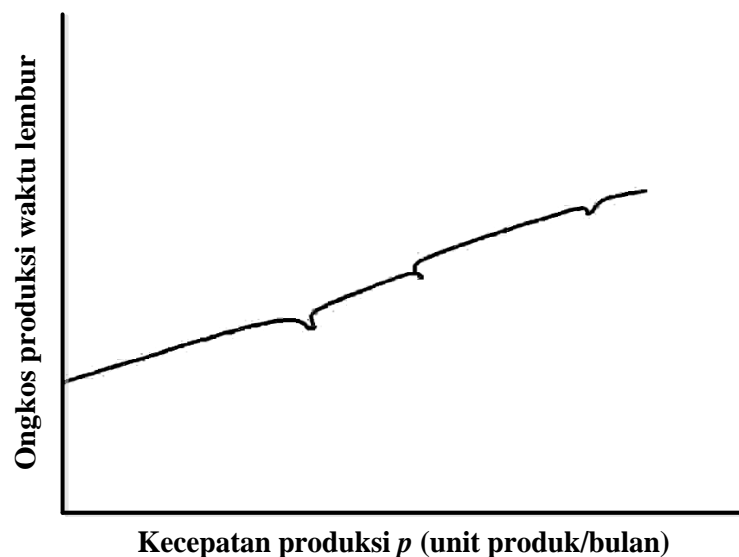
### 2.3.2. Nilai dari Aturan-aturan Pengambilan Keputusan (The Value of Decision Rules)

Untuk menentukan perubahan *production level* merupakan keputusan yang sulit, dan akan melibatkan uang dan waktu dalam jumlah yang sangat besar. Dengan menentukan *decision rules*, manajer pengendalian produksi dan manajer pengoperasian akan menetapkan aturan mainnya. Setelah penerapan beberapa kebijaksanaan dan mengurangi perubahan terhadap kebijaksanaan ini, maka keputusan mingguan dapat diambil untuk menyelesaikan masalah-masalah pengoptimal sumber daya. Untuk mengoptimalkan aturan ini, perlu ditinjau struktur biaya yang terjadi.

### 2.3.2.1. Ongkos-ongkos

#### A. Ongkos Upah Normal dan Ongkos Lembur (*Normal and Over time Cost*)

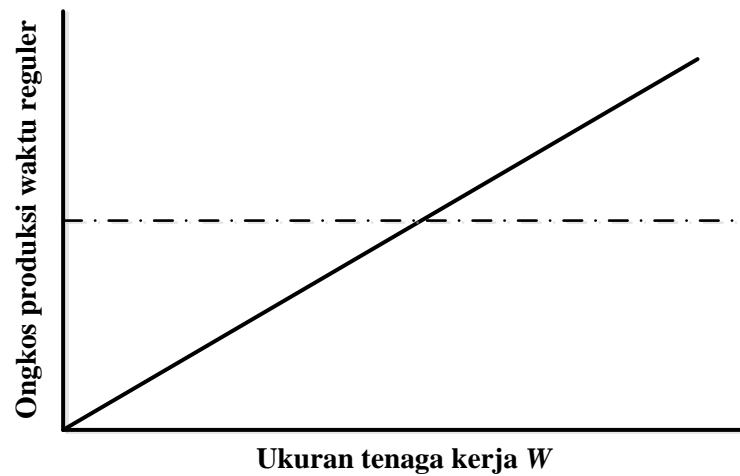
Perbandingan antara ongkos produksi dan tingkat produksi adalah merupakan suatu perbandingan kurva garis lurus. Kenaikan yang tiba-tiba mungkin disebabkan oleh adanya penambahan peralatan yang baru. Ongkos produksi regular time diasumsikan untuk para pekerja fulltime. Ongkos ini akan meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah pekerja. Adapun grafik ongkos ini dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 2.9. Ongkos Produksi Waktu Reguler

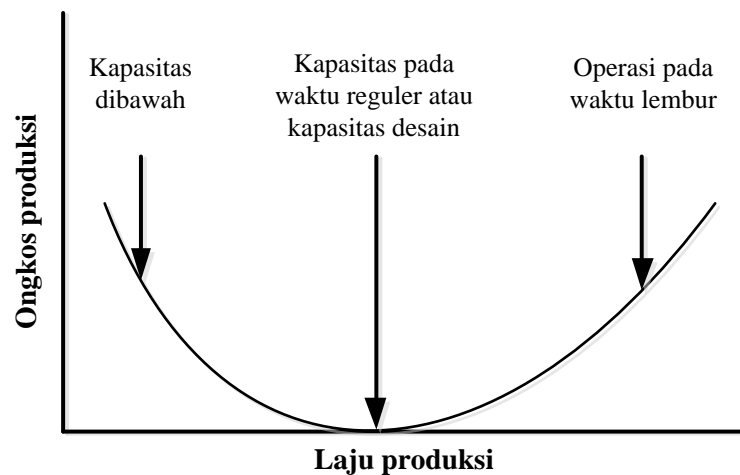
Tetapi selain itu perusahaan juga harus menentukan berapa faktor biaya, antara lain mempertahankan jumlah tenaga kerja yang perubahannya disebabkan oleh tekanan sosial, pendapat masyarakat, tingginya biaya pelatihan. Dengan

memasukkan faktor-faktor ini biaya tenaga kerja akan menjadi konstan, seperti terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 2.10. Ongkos Tenaga Kerja

Bentuk kurva dan ongkos waktu lembur (*overtime*) dari jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada gambar 3.11.

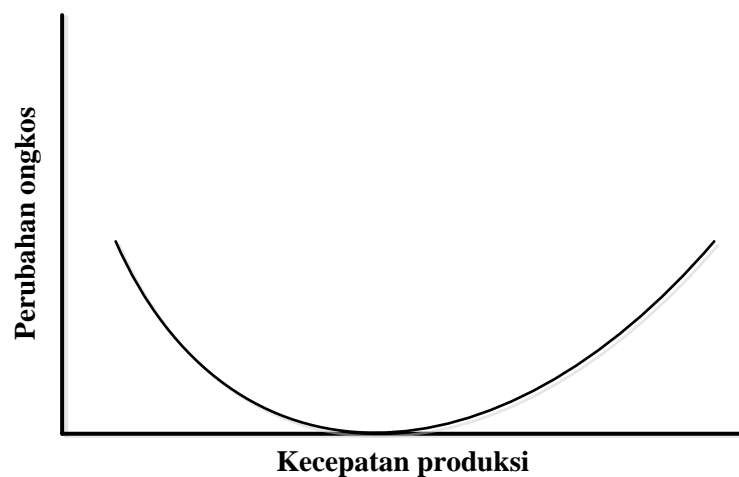


Gambar 2.11. Ongkos Waktu Lembur dan Tunda

Biaya ini dijaga agar tetap minimum, pada saat fasilitas dioperasikan pada level yang optimum. Biaya akan meningkat jika perusahaan beroperasi pada kapasitas yang rendah. Dengan peningkatan permintaan, maka produksi akan semakin terjadwal.

### B. Ongkos Perubahan Kecepatan Produksi

Biaya akibat perubahan tingkat produksi bisa disebabkan oleh jumlah tenaga kerja perubahan biaya, pemberhentian dan perekrutan tenaga kerja, dapat dilihat gambar 3.12.

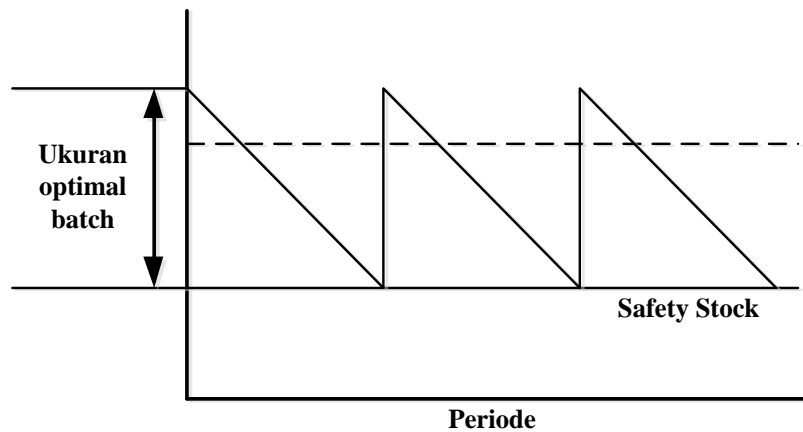


Gambar 2.12. Ongkos Perubahan Tingkat Tenaga Kerja

Dengan bertambahnya jumlah tenaga kerja, biaya-biaya yang dikeluarkan antara lain: Ongkos rekrut, ongkos pelatihan, yang menyebabkan turunnya produktivita selama periode tertentu. Begitu juga dengan pemberhentian tenaga kerja. Biaya peningkatan produksi dan penurunan tingkat produksi adalah berbeda.

### C. Ongkos Persediaan, Permintaan/Kekurangan Pesanan

Tingkat persediaan agregat yang optimum, merupakan pendekatan dari jumlah rata-rata safety stock dan  $\frac{1}{2}$  dari optimum batch size, yang ditentukan dari tiap item, seperti yang terlihat pada gambar 3.13.



Gambar 2.13. Tingkat Inventori Agregat

Total ongkos selama periode yaitu:

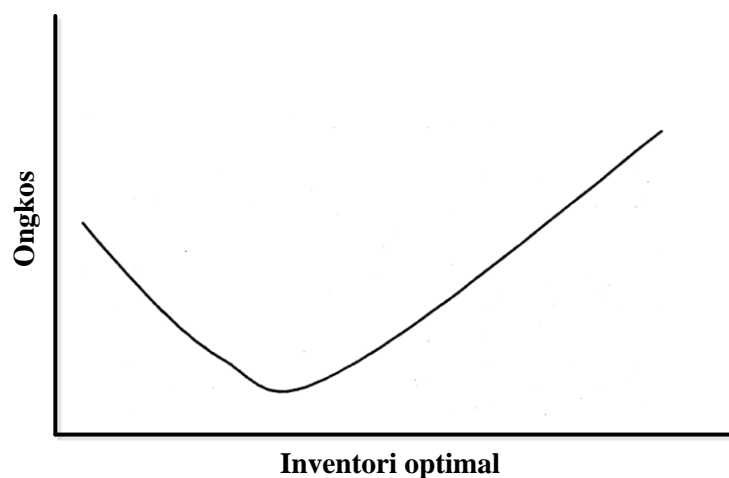
$$C_i = I_1r + I_2r + I_3r + \dots + I_nr$$

$$C_i = I_1 \rightarrow n.r$$

Ongkos persediaan berkisar antara 5% sampai 90% dari harga item tersebut.

Total ongkos persediaan adalah merupakan jumlah dari ongkos persediaan semua item.

Biaya *back order* dan *lost sales* merupakan masalah keuangan yang sama. Jika sering terjadi *lost sales*, maka keadaan ini akan membuka peluang bagi kompetitor dan menyebabkan semua biaya produksi meningkat. Biaya *lost sales* sangat sulit diperkirakan. Dari angka peramalan permintaan, biaya inventory, *back order*, digambarkan pada gambar 3.14.



Gambar 2.14. Biaya Inventori dan Shortage

#### **D. Ongkos Subkontrak**

Alternatif lain untuk merubah tingkat produksi dan persediaan, sebuah perusahaan bisa memilih subkontrak untuk memenuhi permintaan. Subkontrak bisa juga tidak menguntungkan, karena akan menyebabkan biaya yang lebih besar dan akan membuka peluang kompetitor. Selain itu subkontrak juga sulit dijalankan, karena untuk mencari supplier yang on time dan reliable tidak mudah.

#### **2.3.3. Metode-metode Perencanaan Agregat**

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk perencanaan agregat ini tetapi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- a. Dengan pendekatan Optimasi :
  - Program linier
  - Aturan HMMS (*Linier Decision Rule*)
  - *Search Decision Rule*, dan lain-lain
- b. Dengan pendekatan Heuristik :
  - metode grafik
  - metode koefisien manajemen
  - metode parametric, dan lain-lain

Tidak semua metode ini akan dijelaskan pada buku ini, namun pada prinsipnya semua metode yang ada akan menghasilkan kecepatan produksi pada periode perencanaan yang dibuat, jumlah tenaga kerja yang digunakan, serta tingkat persediaan yang terjadi.

##### **2.3.3.1. Perencanaan Agregat dengan Metode Grafis**

Metode grafis ini adalah metode perencanaan agregat yang sangat sederhana dan mudah dipahami. Dasar metode ini sebenarnya adalah "*trial and error*" dengan melihat gambaran antara permintaan kumulatif dan rata-rata permintaan kumulatifnya. Secara garis besar langkah perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Gambarkan histogram permintaan dan tentukan kecepatan produksi (Pt) rata-rata yang diperlukan untuk memenuhi permintaan.

2. Gambarkan grafik permintaan kumulatif terhadap waktu serta grafik permintaan rata-rata kumulatif terhadap waktu. Identifikasikan periode-periode tempat terjadinya kekurangan barang (*back order*) dan periode-periode adanya kelebihan barang (*inventory*).
3. Tentukan strategi yang akan digunakan untuk menanggulangi kekurangan dan kelebihan barang tersebut.
4. Hitung ongkos yang ditimbulkan oleh setiap strategi dan pilih yang memberikan ongkos terkecil.

#### **2.3.3.2. Perencanaan Agregat dengan Metode Tabular (Model Transportasi)**

Metode transportasi merupakan metode linear programming yang disederhanakan. Metode ini memberikan hasil yang optimal jika kasus yang diselesaikan sesuai dengan asumsi atau persyaratan masalah transportasi. Asumsi metode transportasi adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas produksi dan permintaan dinyatakan dalam satuan yang sama.
2. Total kapasitas sama dengan total permintaan dalam horizon yang sama. Jika keadaan ini tidak terpenuhi, maka harus dibuat kapasitas atau permintaan buatan atau *dummy* dengan biaya nol per unit, sehingga sistem jadi seimbang.
3. Semua hubungan biaya linier.

Sasarannya metode transportasi adalah meminimumkan biaya total (produksi reguler, subkontrak, lembur, menganggur, dan penyimpanan). Metode matematis untuk menyelesaikan masalah transportasi ini ada banyak, di antaranya metode *northwest corner rule* (NCR), metode *vogel's approximated methods* (VAM), metode *least cost*, dan lain-lain.

#### **2.3.3.3. Perencanaan Agregat dengan Metode Program Linier**

Metode transportasi melakukan perhitungan dengan variabel yang relatif kecil. Jika variabel penambahan pengurangan tenaga kerja dilibatkan, maka model transportasi akan menggunakan biaya denda (*penalty cost*) akibat aktifitas tersebut. Dengan menggunakan program linier, biaya-biaya tersebut dapat dihitung secara eksplisit. Program linier memberi solusi strategi hibrid



sehingga biaya total minimum. Asumsi yang digunakan untuk menggunakan model ini yaitu:

1. Laju permintaan (*demand rate*)  $D_t$  diketahui dan diasumsikan deterministi.
2. Biaya produksi pada jam kerja normal linier dan asumsikan biaya produksi normal, biaya produksi lembur dan biaya subkontrak secara berturut memiliki besaran  $C_3 > C_2 > C_1$ .
3. Biaya perubahan biaya produksi berfungsi linier.
4. Batas atas dan batas bawah mempresentasikan ketersediaan kapasitas produksi dan tempat penyimpanan
5. Biaya yang timbul berkaitan dengan adanya persediaan/backlog

Dalam model ini diasumsikan bahwa yang menjadi fungsi tujuan adalah minimisasi biaya produksi, penambahan-pengurangan tenaga kerja, lembur menganggur dan persediaan.

#### **2.4. Disagregasi**

Pada perencanaan produksi tidak dibahas produk yang diproduksi secara rinci melainkan dalam bentuk agregat yaitu satuan yang mempresentasikan kumpulan beberapa produk. Agar rencana tersebut dapat diimplementasikan, perlu dilakukan disagregasi dalam jumlah produksi masing-masing produk individu (item). Hasil disegregasi ini menjadi jadwal induk produksi dan merupakan masukan untuk perencanaan kebutuhan material.

Ada beberapa metode yang mencoba untuk memecahkan permasalahan disagregasi. Berikut ini akan dibahas suatu metode yang dikembangkan Hax dan Bitran.

Metode ini terdiri dari 2 algoritma yaitu:

1. Algoritma untuk memecahkan rencana agregat dalam jumlah produk famili.
2. Algoritma untuk memecahkan jumlah produksi famili dalam jumlah produk individu (item).

Sebelum melanjutkan prosedur di atas, terlebih dahulu akan dibahas istilah-istilah yang digunakan dalam campuran produk (*product mix*). Famili didefenisikan sebagai sekumpulan produk sejenis yang layak diproduksi bersama, dipandang dari sudut ekonomi dan teknologi. Dengan kata lain, karena biaya

pergantian produksi dari satu famili ke famili lain besar, perlu dilakukan perencanaan untuk menentukan famili mana yang akan diproduksi sebelum menentukan untuk pindah ke famili lainnya. Secara umum, di dalam suatu pabrik ada beberapa famili. Kumpulan famili disebut tipe produk.

Langkah pertama prosedur ini yaitu menentukan famili mana yang akan diproduksi. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah produk tersedia dan jumlah permintaan setiap produk dalam famili. Jika ekspektasi jumlah produk pada akhir periode lebih kecil dari persediaan cadangan (*safety stock*), maka seluruh produk dalam famili tersebut diproduksi. Secara formula untuk produk  $j$  dalam famili, jika jumlah ekspektasi  $q_{ij,t}$  pada akhir periode  $t$  lebih kecil dari persediaan cadangan  $S_{ij}$ , seluruh produk di dalam famili akan diproduksi. Jika  $I_{ij,t-1}$  adalah jumlah persediaan produk pada akhir periode  $t-1$  dan jumlah permintaan adalah  $D_{ij,t}$  maka jika:

$$q_{ij,t} = I_{ij,t-1} - D_{ij,t}$$

Hasil yang diperoleh dari proses disagregasi adalah:

- a. *Demand tiap end item.*
- b. *On hand tiap end item.*
- c. *Master Production Schedule.*

Metode yang digunakan dalam proses disagregasi adalah:

- a. *Metode Heuristik.*
- b. *Metode Analitik.*
- c. *Linier Programming method.*
- d. *Integer Programming method.*
- e. *Family Set Up Method.*

Metode-metode dalam diasgregasi:

1. Pendekatan *Hax and Meal.*
2. Pendekatan *Britian and Hax.*
3. Rencana yang lebih tinggi menjadi pembatas atau kendala bagi rencana tingkat rendah.

## 4. Agregat taktis.

Tabel yang digunakan:

Tabel 2.3. Tabel Disagregasi

<i>Family</i> (I <sub>0</sub> )	<i>Item</i> (J)	<i>Inventory</i> (I <sub>ij t-1</sub> )	<i>Demand</i> (D <sub>ij.t</sub> )	<i>Konversi</i> (K <sub>ij</sub> )	K <sub>ij</sub> - D <sub>ij t</sub>

Tujuan dari proses disagregasi ialah untuk menyusun jadwal induk produksi.

#### 2.4.1. Langkah-langkah Disagregasi

##### 1. Menentukan famili yang akan diproduksi

Suatu famili akan diproduksi bila salah satu item j dari famili tersebut memenuhi syarat sebagai berikut:

$$I_{ij \cdot t-1} - D_{ij.t} \leq SS_{ij}$$

Dengan:

$I_{ij \cdot t-1}$  = tingkat persediaan pada akhir periode t-1 dari item j famili i

$D_{ij \cdot t}$  = permintaan item j famili i pada periode t

$SS_{ij}$  = cadangan pinjaman (*safety stock*) item j dalam famili i

Item yang berjumlah kurang dari *safety stock* ( $SS_{ij}$ ) harus segera dibuat supaya tidak terjadi kekurangan. Lihat tabel 2.2.

Tabel 2.4. Contoh Item yang Jumlahnya Kurang Dari *Safety Stock*

<b>Famili</b> <b>i</b>	<b>Produk</b> <b>j</b>	<b>Persediaan</b> <b>nI<sub>ij . t-1</sub></b>	<b>Permintaan</b> <b>D<sub>ij . t</sub></b>	<b>Konversi</b> <b>K<sub>ij</sub></b>	<b>Persediaan</b> <b>cadangan</b> <b>SS<sub>ij</sub></b>	<b>Ekspektasi</b> <b>Jumlah</b> <b>I<sub>ij . t-1</sub> - D<sub>ij . t</sub></b>
A	1	240	170	0.85	50	70
A	2	285	200	1.10	75	85

A	3	122	100	0.90	40	22
B	4	223	130	1.15	50	93
B	5	290	170	1.05	50	120
B	6	193	110	1.20	40	83
B	7	420	210	1.15	60	210
C	8	235	150	0.75	40	85
C	9	135	100	0.85	50	35
C	10	180	140	0.80	50	40

## 2. Disagregasi famili

Tujuan : Menentukan jumlah yang diproduksi untuk masing-masing famili terpilih.

Syarat : Jumlah keseluruhan dari semua famili harus sama dengan rencana agregat.

Model Pemecahan : Bitran and Hax

Jika  $z$ : semua item yang akan diproduksi maka modelnya adalah:

$$\text{Min } z = \sum_i \frac{h_i x_i}{2} + \frac{s_i}{x_i} \sum_{j \in i} k_{ij} t$$

$$V_i \in Z$$

$$\text{Kendala } \sum_{i \in z} x_i = x^*$$

$$x_i \geq LB_i$$

$$x_i \leq UB_i$$

$S_i$  = set-up *cost* untuk memproduksi famili I

$x^*$  = produksi yang diinginkan (hasil perencanaan agregat)

$K_{ij}$  = faktor konversi item j famili I selama periode produksi t

$D_{ij,t}$  = demand item j famili i selama periode produksi t

$h_i$  = ongkos simpan famili i

$x_i$  = jumlah unit famili i yang akan diproduksi

$LB_i$  = batas bawah produksi famili i

$UB_i$  = batas akhir produksi famili i

Batas bawah dihitung untuk menjamin *safety stock* selama periode produksi

$$LB_i = \sum_{\forall f \in i} \text{Max} \left[ 0 : K_{ij} \left( D_{ij,t} - I_{ij,t-1} + SS_{ij} \right) \right]$$

Pada bahasan selanjutnya, LB dan UB dapat di abaikan apabila hal ini menyulitkan rencana produksi.

Jika  $\sum_{\forall i \in Z} UB_i < x^*$  abaikan UB, produksi di atas UB

Kelebihan produksi diperhitungkan pada ongkos persediaan. Jika ongkos persediaan sama untuk setiap famili, tingkat produksi adalah:

$$Y_i^* = \frac{x^* UB_i}{\sum_{\forall i \in Z} UB_i}$$

Batas atas dihitung supaya tidak inventori yang berlebihan.

Misal: Inventori  $\leq$  Produksi n periode

$$UB_i = \sum_{\forall j \in i} K_{ij} \left[ \left( \sum_{k=0}^{n-1} D_{ij,t} + k \right) - \left( D_{ij,t-1} + SS_{ij} \right) \right]$$

- Jika  $\sum_{\forall i \in Z} LB_i > X^* \rightarrow$  infeasible dan persediaan akan berada di bawah *safety stock*.
- Dalam kasus ini rencana produksi harus didistribusikan pada semua famili dalam Z untuk menghindari ongkos *stock-out* yang besar.

$$Y_i^* = \frac{x^* LB_i}{\sum_{\forall i \in Z} LB_i}$$

- Jika  $\sum_{\forall i \in Z} LB_i \leq X^* \leq \sum_{\forall i \in Z} UB_i$  maka logaritma disagregasi famili

adalah:

Tentukan  $\beta += 1$ ,  $P' = X^*$  dan  $Z' = z$  untuk iterasi 1

Langkah 1: Untuk semua  $i \in Z'$  hitunglah;

$$Y_i^\beta = \frac{\sqrt{S_i \sum_{\forall j \in i} (K_{ij} D_{ij,t})}}{\sum_{i \in Z} \sqrt{S_i \sum_{\forall j \in i} (K_{ij} D_{ij,t})}} P^\beta$$

Langkah 2: Untuk semua  $i \in Z$

Jika  $LB_i \leq Y_i^\beta \leq UB_i$

Maka  $Y_i^* = Y_i^\beta$

Untuk famili lain lanjutkan langkah 3

Langkah 3: Bagilah famili yang lain menjadi 2 kelompok.

$Z_+^\beta = \{i \in Z^\beta = Y_i > UB_i\}$  untuk seluruh famili dimana

$Y_i^\beta > UB_i$

$Z_-^\beta = \{i \in Z^\beta = Y_i < LB_i\}$  untuk seluruh famili dimana

$Y_i^\beta < LB_i$

Hitunglah:  $A^+ = \sum_{i \in Z_+} \beta (Y_i^\beta - UB_i)$

$A^- = \sum_{i \in Z_-} \beta (LB_i - Y_i^\beta)$

Lanjutkan ke langkah 4

Langkah 4: jika  $A^+ \geq A^-$  maka  $Y_i^* = UB_i$  semua  $i \in Z_+^\beta$

jika  $A^+ < A^-$  maka  $Y_i^* = LB_i$  semua  $i \in Z_-^\beta$

$\beta = \beta + 1, Z^{\beta+1} = Z^* - \{ \text{semua famili yang telah didapatkan hasil } Y_i^* - \text{nya} \}$

$\rho^{\beta+1} = \rho^\beta - Y_i$  (untuk semua  $i$  yang dijadwalkan pada iterasi  $\beta$ )

Jika  $Z^{\beta+1} = \emptyset \rightarrow \text{stop}$

Jika tidak, kembali ke langkah 1.

### 3. Disagregasi item

Langkah 1: Untuk setiap famili yang diproduksi, tentukanlah jumlah periode (N) dimana:

$$Y_i^* \leq \sum_{\forall j \in i} K_{ij} \left[ \sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ij,t-1} \right]$$

Langkah 2: Hitunglah

$$E_i = \sum K_{ij} \left[ \sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ij,t-1} \right] - Y_i^*$$

Langkah 3: Untuk setiap item dalam famili i, hitunglah jumlah yang akan diproduksi.

$$Y_{ij}^* = \sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} + I_{ij,t-1} - \frac{E_i D_{ij} N}{\sum_{\forall j \in i} K_{ij} D_{ij} N}$$

Jika  $Y_{ij}^* < 0$  untuk item apa saja misal:  $J = \delta$  maka  $Y_{i\delta}^* = 0$  keluarkan  $\delta$  dari famili dan kurangi pembagi dalam persamaan di atas dengan  $k_{id}$  Dis N.

## 2.5. Jadwal Induk Produksi

Jadwal induk produksi (JIP) adalah pernyataan produk akhir (*end item*) apa saja yang akan diproduksi dalam bentuk jumlah dan waktu (kapan). Jadwal induk produksi merupakan disagregasi dan implementasi perencanaan produksi (*aggregate*).

Jadwal induk produksi adalah suatu set perencanaan yang mengidentifikasikan kuantitas dari *item* tertentu yang dapat dan akan dibuat oleh suatu perusahaan manufaktur (dalam satuan waktu).

Informasi yang dibutuhkan untuk membuat MPS, yaitu:

- *Production Plan.*
- *Demand Data.*
- *Inventory Status.*
- *Ordering Policy.*

### 2.5.1. Konsep Dasar Tentang Aktivitas Penjadwalan Produksi Induk

Sebelum memulai pembahasan tentang penjadwalan produksi induk (*Master Production scheduling = MPS*) perlu dikemukakan kedua istilah tentang MPS yang digunakan secara bersamaan, yaitu:

1. Penjadwalan Induk Produksi (*Master Production Schedule*).
2. Jadwal Induk Produksi (*Master Production Schedule*).

Pada dasarnya istilah jadwal induk produksi (*Master Production Schedule*) merupakan hasil dari aktivitas penjadwalan induk produksi (*Master Production Schedule*). MPS merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir (termasuk *parts* pengganti dan suku cadang) dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merancang memproduksi output berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu. MPS mendisagregasikan dan mengimplementasikan rencana produksi. Apabila rencana produksi yang merupakan hasil dari proses perencanaan produksi dinyatakan dalam bentuk agregat, jadwal induk produksi yang merupakan hasil dari proses penjadwalan induk produksi dinyatakan dalam konfigurasi spesifik dengan nomor-nomor *item* yang ada dalam *Item Master* dan BOM (*Bill Of Material*) Files.

Aktivitas penjadwalan induk produksi berkaitan dengan bagaimana menyusun dan memperbaharui jadwal induk produksi. Seperti: memproses transaksi, memelihara catatan-catatan, mengevaluasi efektivitas dari MPS, dan memberikan laporan evaluasi dalam periode waktu yang teratur untuk keperluan umpan-balik dan tinjauan ulang. Berdasarkan uraian di atas, kita mengetahui bahwa MPS berkaitan dengan pernyataan tentang produksi, bukan pernyataan tentang permintaan pasar. MPS sering didefinisikan sebagai *Anticipated Build Schedule* untuk *item-item* yang disusun oleh perencana jadwal induk produksi (*Master schedule*).

MPS berkaitan dengan aktivitas melakukan empat fungsi utama berikut:

1. Menyediakan atau memberikan input utama kepada sistem perencanaan kebutuhan material dan kapasitas (*material and capacity requirements planning* = M&CRP).
2. Menjadwalkan pesanan-pesanan produksi dan pembelian (*production and purchase orders*) untuk *item-item* MPS.
3. Memberikan landasan untuk penentuan kebutuhan sumber daya dan kapasitas.



4. Memberikan basis untuk pembuatan janji tentang penyerahan produk (*delivery promises*) kepada pelanggan.

### 2.5.2. Fungsi Jadwal Induk Produksi

Jadwal induk produksi memiliki empat fungsi penting, yaitu:

1. Menjadwalkan produksi dan pembelian material untuk produk (*item*). Jadwal induk produksi menyatakan kapan, jumlah dan due date produk harus dipesan.
2. Menjadikan masukan data sistem perencanaan kebutuhan material. Jadwal induk produksi dijabarkan menggunakan *bill of material* untuk menentukan jumlah kebutuhan komponen material dan perakitan sehingga jadwal induk produksi dapat dipenuhi.
3. Sebagai dasar penentuan kebutuhan sumber daya, seperti tenaga kerja, jam mesin, atau energi melalui perhitungan perencanaan kapasitas kasar. Karena jadwal induk produksi dinyatakan dalam satuan produk (bukan aggregate), perencanaan kapasitas dapat dilakukan lebih rinci.
4. Sebagai dasar untuk menentukan janji pengiriman produk kepada konsumen. Dengan mengalokasikan jumlah unit produk dalam penjadwalan, maka pengendalian jumlah produk yang belum teralokasi dapat diketahui sehingga pembuatan janji dapat diperkirakan lebih akurat.

### 2.5.3. Hubungan Jadwal Induk Produksi dan Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat adalah suatu langkah pendahuluan perencanaan kapasitas secara terperinci. Perencanaan agregat merupakan dasar untuk membuat jadwal induk produksi (JIP). Jadwal induk produksi menyajikan rencana produksi detail untuk setiap produk akhir. Proses penyusunan jadwal induk produksi untuk perusahaan yang '*Make to Stock*' akan berbeda dengan perusahaan yang '*Make to Order*'. Hal ini dikarenakan sumber informasi permintaan (kebutuhan) yang berbeda. Bagi perusahaan yang '*Make to Stock*', informasi permintaan didapat dari hasil peramalan. Bagi perusahaan yang '*Make to Order*', informasi permintaan diperoleh dari order-order (pesanan) yang diterima dari pelanggan.

Jadwal induk produksi adalah rencana tertulis yang menunjukkan apa dan berapa banyak setiap produk (barang jadi) yang akan dibuat dalam setiap periode untuk beberapa periode yang akan datang. Contoh jadwal induk produksi seperti terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.5. Contoh Jadwal Induk Produksi

Produk	Spesifikasi	Rencana Produksi (unit) untuk Bulan Januari			
		Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
A	-	100		200	50
B	-	200		200	200
C	Tipe VIP		300		100
D	Tipe Biasa	200	400	100	

Jadwal induk produksi ini merupakan rencana induk (master) yang akan dijadikan pedoman utama dalam rencana pengerjaan, kebijakan persediaan, kebijakan finansial, pembebanan tenaga kerja, penjadwalan mesin, kebijakan alternatif produksi: reguler, lembur, subkontrak dan lain-lain. Karena jadwal induk produksi merupakan sumber rencana dan kebijakan bagi departemen lain dan departemen *shop floor* (lantai pabrik), maka dalam membuat jadwal induk produksi ini harus ada koordinasi dengan departemen terkait dan dengan keterbatasan sumber daya (kapasitas) perusahaan.

Pembuatan jadwal induk produksi ini relatif sulit, karena order atau permintaan bersifat tidak pasti. Order dan permintaan, 'Produk apa, kapan, dan berapa jumlah' yang diminta atau dipesan tidak dapat dipastikan. Dalam satu periode mungkin saja terjadi ada permintaan untuk banyak jenis produk secara bersamaan dan dalam jumlah besar, padahal kapasitas produksi terbatas. Untuk meresponsnya, perusahaan mungkin meningkatkan kapasitas produksinya, misalkan merekrut tenaga kerja di luar reguler. Periode berikutnya, ternyata permintaan ini akan menurun drastis dalam jenis dan jumlahnya. Bagaimana dengan tenaga kerja nonreguler yang terlanjur direkrut. apakah akan dilepas? Periode berikutnya ternyata permintaan banyak lagi. Rekrut lagi, terus lepas lagi.

Tentunya hal ini tidak mungkin dilakukan. Alinea berikut akan menjelaskan akibat-akibat bila jadwal induk produksi tidak disusun secara tepat.

- **Akibat 1, produksi tidak sesuai permintaan.** Jumlah produksi terlalu banyak akan berisiko modal tertanam pada persediaan. Semestinya modal dapat diputar (diinvestasikan) pada kegiatan lain yang lebih menguntungkan atau ditabung di bank untuk dapat bunga. Risiko lainnya adalah timbulnya persediaan. Meningkatnya jumlah persediaan akan meningkatkan biaya untuk penanganan, listrik, dan lainlain, serta risiko barang menjadi rusak. Jumlah produksi kurang dari permintaan akan mengakibatkan '*stock out*'. Konsumen bisa kecewa, perusahaan tidak jadi dapat keuntungan, dan bahkan konsumen bisa lari ke pesaing.
- **Akibat 2, tidak optimalnya utilisasi kapasitas.** Utilisasi (tingkat penggunaan) kapasitas yang baik adalah jika 80% kapasitas digunakan secara seragam (tidak naik turun) di setiap periode produksi. Utilisasi rendah membuat investasi yang sudah ditanamkan (bila besar) sia-sia, bisa jadi sumber daya lain menjadi *stand by*, biaya operasi dan *opportunity cost* terjadi terus. Utilisasi melebihi beban normal berisiko sumber daya cepat rusak.
- **Akibat 3, keterlambatan waktu penyerahan.** Konsumen atau pelanggan yang kecewa karena keterlambatan penyerahan produk bisa lari ke produk pesaing. Kecuali itu, konsumen yang tidak puas akan bercerita kepada minimal 11 orang temannya (menurut Philip Kotler).
- **Akibat 4, beban produksi tidak merata.** Beban kerja yang tidak merata pada setiap periode akan menimbulkan banyak permasalahan, salah satunya berhubungan dengan tenaga kerja. Beban kerja yang naik turun setiap periode mengakibatkan jumlah tenaga kerja yang diperlukan naik turun. Selain mahal, ancaman protes atau demo adalah hal yang fatal.

Jadwal Induk Produksi yang dibuat perusahaan agar tidak terjadi kasus semacam ini harus dikoordinasikan dengan semua kapasitas (sumber daya) perusahaan. Dalam sistem produksi, jadwal induk produksi yang dibuat harus dikoordinasikan dengan kapasitas produksi (alternatif produksi) yang ada. Perencanaan agregat adalah salah satu cara untuk mengkoordinasikan pembuatan

Jadwal induk produksi tersebut dengan kapasitas dan alternatif produksi yang sudah eksis.

Sebagai contoh, untuk mengatasi fluktuasi permintaan perencanaan agregat untuk tenaga kerja dapat dilakukan alternatif berikut.

1. Penyesuaian jumlah tenaga kerja (subkontrak). Berdasar data historis, manajemen dapat memperkirakan produktifitas rata-rata per tenaga kerja, sehingga dapat menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk memenuhi target produksi per periode. Jika tingkat produksi rendah dapat dilakukan pelepasan tenaga kerja dan sebaliknya, pada tingkat produksi tinggi dapat dilakukan perekrutan.
2. Penyesuaian utilisasi tenaga kerja. Pada alternative ini, bila jumlah tenaga kerja ditetapkan dan digunakan terus tidak berubah jumlahnya. Bila permintaan meningkat, maka dilakukan lembur.
3. Penyesuaian tingkat persediaan (*make to stock*). Pada strategi ini digunakan tingkat jumlah tenaga kerja tetap (seperti pada strategi 2). Beda dengan strategi 2, produksi setiap periode tetap dengan kapasitas normal. Jika produksi lebih dari permintaan, hasilnya akan disimpan. Jika suatu saat permintaan lebih dari produksi, maka diambilkan simpanan yang telah dilakukan. Kelebihan strategi ini adalah jumlah tenaga kerja tetap, tidak ada lembur, tidak ada *undertime*. Apa kelemahannya? Diperlukan tambahan modal untuk persediaan, padahal modal dapat digunakan untuk kegiatan lain yang menguntungkan. Perlu biaya penanganan, perlu ruangan, perlu administrasi, dan risiko rusak.

Untuk mengeliminasi akibat-akibat jadwal induk produksi dari jadwal induk produksi yang tidak tepat, maka jadwal induk produksi yang dibuat harus mengakomodasi aspek permintaan, alternatif produksi, dan sumber daya perusahaan lainnya agar tidak terjadi akibat-akibat seperti yang dikemukakan di halaman sebelumnya. Perencanaan agregat adalah suatu perencanaan yang dimaksudkan untuk mengkompromikan tujuan dengan sumber daya (kapasitas dan alternatif produksi). Bentuk kompromistis misalnya dengan cara penerapan salah satu kombinasi strategi sumber daya (kapasitas) tenaga kerja pada contoh di atas.

Strategi tenaga kerja yang telah dipaparkan sebelumnya hanya ilustrasi sederhana dari proses perencanaan agregat. Selain sumber daya tenaga kerja, perencanaan agregat mengakomodasi keterbatasan mesin, fasilitas produksi, dan persediaan dalam rangka kompromisitas dengan permintaan. Kriteria optimal dari kompromi ini umumnya dinyatakan dalam nilai uang. Perencanaan agregat (yang telah kompromistis ini) selanjutnya digunakan untuk membuat jadwal induk produksi. Dengan demikian, jadwal induk produksi yang dibuat diharapkan sudah kompromistis pula dengan sendirinya.

#### 2.5.4. Teknik Penyusunan Jadwal Induk Produksi

Banyak input yang dibutuhkan dalam penyusunan MPS telah dapat diperoleh berdasarkan laporan dari *print out* komputer. Pada saat ini telah banyak program komputer untuk sistem manufaktur yang tersedia, sehingga akan sangat membantu dalam perhitungan. Dengan demikian, masalah perhitungan telah terbantu melalui program-program komputer itu. Persoalan nyata adalah bagaimana memahami konsep-konsep termasuk mekanisme kerja dari sistem *manufacturing* itu sendiri. Bentuk atau format umum dari MPS ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.6. Bentuk Umum dari MPS

Description :		Safety Stock :				
Order Quantity :		DTF :				
		PTF :				
Periode	Past Due	1	2	3	4	...
Forecast						
Actual Order						
Projected Available Balance (PAB)						
Available To Promise (ATP)						
Master Schedule						
Planned Order						

*Safety Stock* adalah stok tambahan dari *item* yang direncanakan untuk berada dalam *inventory* yang disajikan sebagai stok pengaman guna mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu

singkat (*short-term customer order*), penyerahan *item* untuk pengisian kembali *inventory* dan lain-lain. *Safety stock* merupakan kebijaksanaan manajemen berkaitan dengan stabilisasi dari sistem *manufacturing*, dimana apabila sistem manufaktur semakin stabil kebijaksanaan stok pengaman ini dapat diminimumkan.

Sasaran dari sistem *manufacturing Just In Time* adalah menstabilkan mekanisme kerja dari sistem *manufacturing* dengan melibatkan secara langsung pemasok dan pelanggan dalam sistem manufaktur itu, sehingga kebijaksanaan terhadap *stok* pengaman dapat diminimumkan menuju nol (konsep *zero inventory*).

DTF (*Demand Time fence*) adalah periode mendatang dari MPS di mana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap MPS tidak diizinkan atau tidak diterima karena akan menimbulkan kerugian biaya yang besar akibat ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal.

PTF (*Planning Time Fence*) adalah periode mendatang dari MPS di mana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap MPS dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya. MPS biasanya dinyatakan sebagai *Firm Planned Orders* (FPO) dalam PTF.

*Forecast sales Plan* merupakan rencana penjualan atau peramalan penjualan untuk *item* yang dijadwalkan itu. Dalam konsep manajemen permintaan *sales plan* bersifat tidak pasti (*uncertain*).

*Actual Orders* merupakan pesanan-pesanan yang diterima dan bersifat pasti (*certain*). Dalam konsep manajemen semua pesanan yang bersifat pasti ini dikelompokkan ke dalam aktivitas *order service*, sedangkan *sales forecast* dikategorikan ke dalam aktivitas peramalan (*forecasting*).

Order dalam Master Production Schedule terdiri dari tiga jenis yaitu:

a. *Planned Order*

Adalah *order* yang rencananya akan dilepaskan (*released*) dan dibuat setelah mempertimbangkan *Supply Demand*.

b. *Firm Planned Order*

Adalah *order* yang direncanakan akan dibuat diperusahaan ini tapi belum dilepaskan (*released*).

c. *Orders*

Adalah *order* yang sudah dibuat dan diperintahkan untuk dikerjakan atau dibuatkan *purchase order* surat pengiriman.

*Projected Available Balances* (PAB) merupakan proyeksi *on hand inventory* dari waktu ke waktu selama *horizon* perencanaan MPS, yang menunjukkan status *inventory* yang diproyeksikan pada akhir dari setiap periode waktu dalam *horizon* perencanaan MPS.

Dalam buku-buku teks yang lain PAB disebut juga sebagai *Projected On Hand Balance*. Dalam lingkungan *manufacturing Make To Order*, pada umumnya *inventory* tidak tersedia sebelumnya, *on hand inventory* tidak ada. Maka PAB dapat dipandang sebagai suatu perbandingan antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*). Apabila PAB negatif berarti pada periode itu produksi atau penawaran tidak mampu memenuhi permintaan. Sebaliknya untuk lingkungan *manufacturing Make To Stock*, kenaikan terus-menerus dalam nilai PAB menunjukkan bahwa *inventory* dari *item* yang dijadwalkan itu semakin menumpuk. Berdasar informasi PAB, berbagai kebijakan dan tindakan korektif dapat diambil untuk perbaikan terus-menerus dari proses *manufacturing*. PAB dinyatakan melewati PTF hanya sebagai informasi saja, sementara *Master schedule* dan PTF tidak direncanakan melewati PTF.

*Available To Promises* (ATP) memberikan informasi tentang berapa banyak *item* atau produk tertentu yang dijadwalkan pada periode waktu itu tersedia untuk pesanan pelanggan, sehingga berdasarkan informasi ini, bagian pemasaran dapat membuat janji yang tepat kepada pelanggan. ATP dapat juga dihitung secara kumulatif untuk memberikan informasi tentang kumulatif ATP pada periode waktu tertentu. *Master Schedule* merupakan jadwal produksi atau *manufacturing* yang diantisipasi (*anticipated manufacturing schedule*) untuk *item* tertentu.

## 2.6. *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*

RCCP (perencanaan kapasitas kasar) ini termasuk dalam perencanaan kapasitas jangka panjang. RCCP menentukan kebutuhan kapasitas yang diperlukan untuk melaksanakan MPS. *Horizon* waktu atau MPS, biasanya 1 sampai dengan 3 tahun.

Berikut ini akan diperkenalkan tiga teknik RCCP, yaitu:

- Pendekatan total faktor (*Capacity Planning Using Overall Factor Approach*).
- Pendekatan daftar tenaga kerja (*Bill Of labour Approach* = BOLA).
- Pendekatan profil sumber (*Resource Profile Approach* = RPA).
  
- **CPOF (*Capacity Planning Overall Factor*)**  
CPOF membutuhkan tiga masukan yaitu MPS, waktu total yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dan proporsi waktu penggunaan sumber. CPOF mengalikan waktu total tiap *family* terhadap jumlah MPS untuk memperoleh total waktu yang diperlukan pabrik untuk mencapai MPS. Total waktu ini kemudian dibagi menjadi waktu penggunaan masing-masing sumber dengan mengalikan total waktu terhadap proporsi penggunaan sumber
  
- **BOLA (*Bill Of Labour Approach*)**  
Jumlah kebutuhan kapasitas yang diperlukan diperoleh dengan mengalikan waktu tiap komponen yang tercantum pada daftar tenaga kerja dengan jumlah produk dari MPS.
  
- **RPA (*Resource Profile Approach*)**  
Merupakan teknik perencanaan kapasitas kasar yang paling rinci tetapi tidak serinci perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*).
  
- **CRP (*Capacity Requirement Planning*)**  
CRP merupakan fungsi untuk menentukan, mengukur dan menyesuaikan tingkat kapasitas atau proses untuk menentukan jumlah tenaga kerja dan sumber daya mesin yang diperlukan untuk melaksanakan produksi.



CRP merupakan teknik perhitungan kapasitas rinci yang dibutuhkan oleh MRP. CRP memverifikasi apakah kapasitas yang tersedia mencukupi selama rentang perencanaan. Berikut ini data-data yang diperlukan untuk perhitungan CRP:

1. BOM.
2. Data induk setiap komponen.
3. MPS untuk setiap komponen.
4. *Routing* setiap komponen.
5. *Work center master file*.

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

Pada dasarnya RCCP didefinisikan sebagai proses konversi dari rencana produksi dan atau MPS kedalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber-sumber daya kritis seperti: tenaga kerja, mesin dan peralatan, kapasitas gudang, kapabilitas pemasok material dan *parts* dan sumber daya keuangan.

RCCP serupa dengan perencanaan kebutuhan sumber daya (*Resource Requirements Planning = RCCP*), kecuali bahwa RCCP lebih terperinci dari pada RRP dalam beberapa hal seperti:

- RCCP didisagregasikan kedalam level *item* atau SKU (*Stockkeeping Unit*).
- RCCP didisagregasikan berdasar periode waktu harian atau mingguan.
- RCCP mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi.

Pada dasarnya terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melakukan RCCP yaitu:

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS.
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead times*).
3. Menentukan *Bill Of Resources*.
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP.

- ***Load Lavelling***

Selanjutnya hasil–hasil dari *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) ditampilkan dalam suatu diagram yang dikenal sebagai *load profile*. *Load Profile* merupakan metode yang umum dipergunakan untuk menggambarkan kapasitas yang dibutuhkan *versus* kapasitas yang tersedia. Dengan demikian *load profile* didefinisikan sebagai tampilan dari kebutuhan kapasitas diwaktu mendatang berdasarkan pesanan–pesanan yang direncanakan dan dikeluarkan sepanjang suatu periode waktu tertentu. Sebelum melaksanakan produksi, diusahakan agar kapasitas yang dibutuhkan kira–kira sama dengan kapasitas yang tersedia.

*Load Leveling* disini berupa grafik perbandingan antara kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas yang tersedia. *Rough Cut Capacity Planning* menetapkan kapasitas yang dibutuhkan untuk menghasilkan *Master Schedule* atau MS. Perencanaan ini lebih spesifik bila dibandingkan dengan informasi dari *Resource Planning*, karena *Master Schedule* memerlukan penjadwalan yang lebih spesifik bagi setiap *end item*nya, dimana *production planning* telah dihitung berdasarkan *product families*. *Rough Cut Capacity Planinng* memperlihatkan bagaimana opretor dan jam mesin ditetapkan bagi setiap departemen atau *work centre* setiap periodenya.

*Rought Cut Capacity Planning* ( RCCP ) adalah suatu perencanaan kapasitas yang diperlukan untuk setiap *work centre* per periode berdasarkan *Master Production Schedule* ( MPS ) atau *Master Schedule* ( MS ), dimana kapasitas yang dihasilkan adalah kapasitas yang diperlukan untuk setiap *end item*, hasil dari RCCP ini berupa jumlah orang/mesin yang diperlukan untuk tiap *work centre* pada setiap periode. RCCP ini merupakan bahan pertimbangan untuk penambahan total atau subkontrak.

RCCP menetapkan kapasitas yang dibutuhkan untuk menghasilkan MPS dimana perencanaan ini lebih spesifik dibandingkan dengan informasi dari *Resource Planning*, karena MPS memerlukan penjadwalan yang lebih spesifik bagi setiap *end item*nya, dimana *production planning* telah dihitung berdasarkan *product families*. RCCP ini memberikan gambaran berapa banyak operator yang diperlukan dan jumlah kapasitas yang diperlukan setiap *departement* atau *work centre* untuk setiap periodenya untuk membuat suatu *end item*.

Perencanaan ini lebih spesifik bila dibandingkan dengan informasi *resource planning*, karena MPS memerlukan penjadwalan yang lebih spesifik bagi setiap *end item*, dimana *production planning* telah dihitung berdasarkan *product families*. RCCP memperlihatkan bagaimana operator dan jam mesin ditetapkan bagi setiap *department* atau *work center* setiap periodenya.

*Output* dari RCCP yaitu dimana kita mendapatkan jumlah kapasitas yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk, yang kemudian akan dibuat suatu *Load Leveling* yaitu merupakan perbandingan dari kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas yang tersedia dalam bentuk grafik.

Dalam jangka panjang, perhitungan dan perencanaan kebutuhan kapasitas dilakukan dengan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning*. Analisis ini dilakukan untuk menguji ketersediaan kapasitas fasilitas produksi yang tersedia di dalam memenuhi jadwal induk produksi (MPS) yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, proses ini akan menghasilkan jadwal induk produksi (MPS) yang telah disesuaikan atau direvisi, karena telah memberikan gambaran tentang ketersediaan kapasitas untuk memenuhi target produksi yang disusun dalam jadwal induk produksi *Master Production Schedule* (MPS).

Hal ini dilakukan mengingat rencana induk produksi diturunkan dari optimasi ongkos-ongkos produksi sehingga tidak mencerminkan realita kebutuhan kapasitas sebenarnya. Pada kenyataannya, keputusan-keputusan penambahan fasilitas baru, lembur, atau subkontrak pada hakikatnya dihasilkan pada tahap ini. Untuk melakukan perhitungan kebutuhan kapasitas dengan menggunakan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) dibutuhkan masukan berupa:

1. Ramalan permintaan dan rencana produksi yang dihasilkan dari proses peramalan, perencanaan agregat, serta proses disagregasi.
2. Struktur produk dan *Bill Of Material*-nya.
3. Waktu *set-up* dan waktu proses suatu produk di suatu departemen.
4. Jumlah produksi yang ekonomis dari produk tersebut.

Keempat macam data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung kebutuhan kapasitas periode per periode. Tahapan perhitungan kebutuhan kapasitas dengan menggunakan metode *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) ialah sebagai berikut:

*Step 1* : Menentukan rencana produksi melalui proses peramalan dan proses perencanaan produksi.

*Step 2* : Membuat struktur produk dan *bill of material* produk.

*Step 3* : Menghitung standar waktu kerja (*Standard Run Hours: SRH*) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$SRH = \frac{\text{Setup Time}}{EPQ} + \text{Run Time}$$

(Dalam satuan waktu per unit). SRH ini menunjukkan total waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit grup produk pada suatu kelompok mesin.

*Step 4* : Menghitung kebutuhn sumber daya (*Bill Of Resource*).

*Step 5* : Menghitung kebutuhan kasar kapasitas.