Bab 2
Tinjauan Pustaka

2.1 Pengendalian Persediaan Produksi

Pengendalian persediaan produksi adalah merencanakan dan mengendalikan aliran material yang dibutuhkan perusahaan dalam berproduksi sehingga posisi keuntungan optimal yang merupakan tujuan perusahaan dapat dicapai. Pengendalian produksi dimaksud adalah untuk mendayagunakan sumber daya produksi yang terbatas secara efektif terutama dalam usaha memenuhi permintaan konsumen dan menciptakan keuntungan bagi perusahaan, sumber daya mencakup fasilitas produksi, tenaga kerja dan bahan baku (Kusuma, 1999). Namun dari hal tersebut terdapat kendala yang dihadapi mencakup ketersediaan sumber daya yaitu ketersediaan bahan baku, kebijaksanaan manajemen dan lain sebagainya. Oleh karena itu perencanaan pengendalian persediaan produksi dapat mengevaluasi perkembangan permintaan konsumen, posisi modal, kapasitas produksi dan tenaga kerja sehingga dapat mempertimbangkan kondisi saat ini dan masa yang akan datang.

2.1.1 Fungsi Pengendalian Persediaan Produksi

Pada dasarnya fungsi dasar yang harus dipenuhi oleh kegiatan perencanaan dan pengendalian produksi yaitu sebagai berikut menurut (Kusuma, 1999):

a. Meramalkan permintaan produk yang dibutuhkan
b. Menetapkan keseimbangan antara tingkat kebutuhan produksi, teknik pemenuhan pesanan serta meninjau tingkat persediaan produk jadi setiap saat memperhitungkannya dengan rencana persediaan dan melakukan evaluasi untuk rencana produksi pada saat yang ditentukan.
c. Membuat penugasan, jadwal produksi, pengelolaan mesin dan tenaga kerja yang terperinci sesuai dengan ketersediaan kapasitas dan jumlah permintaan pada suatu periode.

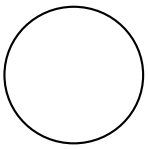
2.2 *Operation Process Chart*

Peta proses operasi (*Operation Process Chart*) merupakan urutan-urutan proses dan pemeriksaan suatu diagram yang menggambarkan apa yang akan dialami dari mulai bahan baku hingga menjadi suatu barang jadi (produk). Sejak dari awal proses sampai menjadi produk utuh, informasi-informasi yang bisa didapatkan dalam peta proses operasi adalah sebagai berikut menurut (Sutalaksana, dkk 2006):

a. Bisa mengetahui kebutuhan mesin dan penganggarannya.
b. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi disetiap operasi atau pemeriksaan).
c. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
d. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
e. Sebagai alat untuk pelatihan kerja.

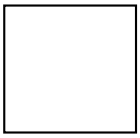
2.2.1 Lambang *Operation Process Chart*

Pada tahun 1947 *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) membuat standar yang terdiri atas 6 macam lambang yang merupakan modifikasi dari yang telah dikembangkan sebelumnya. Lambang yang digunakan untuk OPC (*Operation Process Chart*) adalah sebagai berikut menurut (Sutalaksana, dkk 2006):

a. 

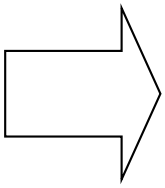
Operasi

Kegiatan operasi terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik kimiawi maupun fisik. Dapat mengambil atau memberikan informasi pada suatu keadaan pada saat terjadinya suatu proses pada mesin atau sistem kerja.

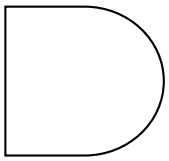
b. 

Pemeriksaan

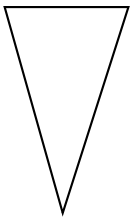
Suatu kegiatan pemeriksaan terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kuantitas serta kuantitas.

c.  **Transportasi**

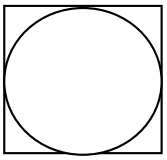
Kegiatan trasportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi.

d.  **Menunggu**

Proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja ataupun perlengkapan tidak melakukan kegiatan apapun selain menunggu (biasanya sebentar).

e.  **Penyimpanan**

Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Jika benda kerja tersebut akan diambil kembali, biasanya memerlukan suatu prosedur perizinan terentu.

f.  **Aktivitas gabungan**

Kegiatan ini terjadi apabila antara aktivitas operasi serta pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dilakukan pada suatu tempat kerja yang sama.

2.2.2 Prinsip Pembuatan *Operation Process Chart*

Untuk bisa menggambarkan peta proses operasi dengan baik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

a. Pada baris paling atas, pada bagian “kepala” ditulis jelas jenis peta, yaitu peta proses operasi yang diikuti oleh identifikasi lain seperti: nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan.
b. Apakah itu memetakan keadaan sekarang atau yang diusulkan, nomor peta dan nomor gambar.

c. Material yang akan diproses dinyatakan tepat di atas garis horizontal yang sesuai, yang menunjukan ke dalam urut-urutan tempat material tersebut kemudian diproses.
d. Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal, dari atas ke bawah sesuai urutan-urutan prosesnya.
e. Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi terkait.
f. Penomoran terhadap suatu kegiatan pemerikasaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.

2.3 *Bill of Material*

Dalam dunia industri terdapat daftar kebutuhan yang harus dipenuhi untuk melakukan proses produksi yang dinamakan *Bill of Material*. Yaitu daftar komponen atau barang untuk kebutuhan proses produksi suatu perusahaan. Tidak hanya berfungsi sebagai daftar order barang saja, melainkan dapat juga digunakan untuk standar proses kerja (SOP).

Komponen yang terdapat atau indikator apa saja yang harus diketahui sebelum pembuatan *Bill of Material* adalah sebagai berikut:

a. Menentukan tipe atau jenis *Bill of Material* yang sesuai dengan produk yang akan di buat.
b. Data valid yang akan digunakan untuk referensi dalam pembentukan *Bill of Material*.
c. Tentukan penomoran sebagai pengganti kode barang atau gambar, biasa perusahaan.
d. mempunyai format khusus dalam penomoran kode barang.
e. Lakukan pengecekan berkala untuk memastikan *Bill of Material* dengan benar

2.4 Struktur Produk

Struktur produk merupakan kaitan antara produk akhir dengan komponen-komponen penyusunnya. Struktur produk ini mengandung informasi tentang bahan baku, komponen, atau perakitan yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk jadi. Informasi ini mencakup jenis item, jumlah penggunaan dan tingkat (level) penyusunannya. Struktur produk ini dibutuhkan untuk produk akhir, disamping itu struktur produk ini memberikan informasi tahap-tahap dari pembuatan produk tersebut. Struktur produk berisi informasi mengenai hubungan antar komponen dalam perakitan. Informasi ini penting dalam penentuan kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih suatu komponen. Setiap item dan komponen produk harus memiliki identifikasi yang jelas dan unik sehingga berguna pada saat komputerisasi. Hal ini dilakukan dengan membuat struktur produk dan *Bill of material* tiap produk.

Struktur produk ini dibagi menjadi beberapa level tingkatan tingkatan. Level 0 (nol) ialah tingkatan produk akhir. Level dibawahnya (level 1) merupakan *sub-assembly* yang dirakit akan menjadi produk akhir, level di bawahnya lagi (level 2) merupakan tingkatan *sub assembly* yang membentuk *sub assembly* yang dirakit. Kemudahan kodefikasi, *item* komponen yang sama sebaiknya ditempatkan pada level yang sama. Ini berarti bahwa item komponen yang berada di level yang lebih tinggi harus diturunkan ke level terendah dimana komponen tersebut digunakan.

2.5 Konsep Dasar Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan keputusan, sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan itu. Peramalan adalah pemikiran terhadap suatu besaran, misalnya permintaan terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Pada hakekatnya peramalan hanya merupakan suatu perkiraan, tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan menjadi lebih dari sekedar perkiraan. Peramalan dapat dikatakan perkiraan yang ilmiah, karena setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang.

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 saja yang diperlukan, berapa banyak jumlahnya dan kapan digunakannya. Tujuan peramalan dalam kegiatan produksi adalah peredam ketidakpastian, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya (Ginting, 2007).

2.5.1 Prosedur Peramalan

Peramalan permintaan memiliki karakteristik tertentu yang berlaku secara umum. Karakteristik ini harus diperhatikan untuk menilai hasil suatu proses peramalan permintaan dan metode peramalan yang digunakan. Karakteristik peramalan permintaan adalah sebagai berikut menurut (Baroto, 2002):

a. Faktor penyebab yang berlaku di masa lalu diasumsikan akan berfungsi juga di masa yang akan datang.
b. Peramalan tidak pemah sempuma, permintaan aktual selalu berbeda dengan pemintaan yang diramalkan.
c. Tingkat ketepatan ramalan akan berkurang dalam rentang waktu yang semakin panjang. Implikasinnya peralatan untuk rentang yang pendek akan lebih akurat ketimbang peramalan untuk rentang waktu yang panjang.

Secara umum, untuk memastikan bahwa peramalan permintaan yang dilakukan dapat mencapai taraf ketepatan yang optimal, beberapa langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

a. Penentuan tujuan.

   Tujuan peramlan tergantung pada kebutuhan informasi para manajer. Analis peramalan membicarkan dengan para *decision maker* untuk mengetahui apa kebutuhan mereka dan selanjutnya menentukan:

   1. Variabel apa yang akan diramalkan.
   2. Siapa yang akan menggunakan hasil peramalan.
   3. Tujuan apa hasil peramalan digunakan.

4. Peramalan jangka panjang atau jangka pendek yang diperlukan.
5. Derajat ketepatan peramalan yang diinginkan.
6. Kapan peramalan diperlukan.
7. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan, seperti peramalan untuk kelompok pembeli. kelompok produk, atau daerah geografis.

b. Pengembangan model

Model merupakan cara pengolahan dan penyajian data agar lebih sederhana sehingga mudah untuk dianalisis. Model adalah suatu kerangka analitik yang bila dimasukkan data input akan menghasilkan output berupa ramalan di masa yang akan datang. Pemilihan model yang dikembangkan bersifat krusial, setiap model memiliki asumsi yang harus sesuai dengan tipe data input sebagai syarat penggunaannya. Validitas dan reliabilitas ramalan sangat ditentukan oleh model yang digunakan.

c. Pengujian model.

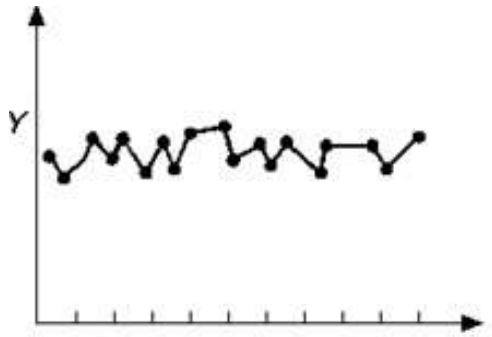
Pengujian model dilakukan untuk melihat tingkat akurasi, validitas, dan reliabilitas yang diharapkan. Nilai suatu model ditentukan oleh derajat ketepatan hasil peramalan dengan kenyataan. Bila model telah memenuhi tingkat akurasi, validitas, dan reliabilitas yang telah ditetapkan (langkah l), maka model ini dapat diterima. Perlu dipahami, bahwa model yang dipilih belum tenru merupakan model yang terbaik.

2.5.2 Pola Data

Analisis deret waktu dapat menunjukkan bagaimana permintaan terhadap suatu produk tertentu bervariasi terhadap waktu. Sifat perubahan permintaan dari tahun ke tahun dirumuskan untuk meramalkan penjualan pada masa yang akan datang. Ada empat komponen utama yang mempengaruhi analisi ini, yaitu:

a. Pola horizontal

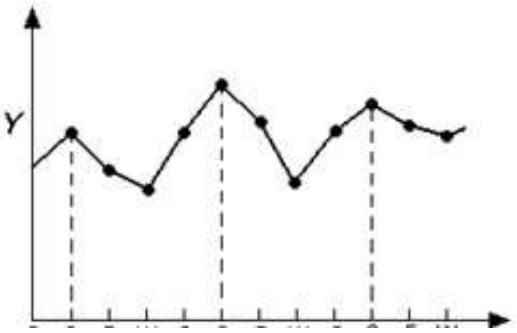
Pola ini terjadi bila data berfluktuasi di sekitar rata-ratanya. Produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini, struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1−Pola Data Horizontal

b. Pola data musiman

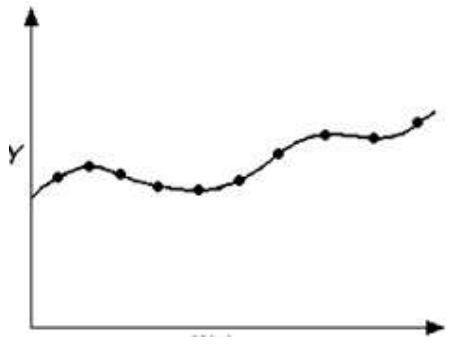
Pola musiman terjadi bila nilai data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu). Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2−Pola Data Musiman

c. Pola data *siklis*

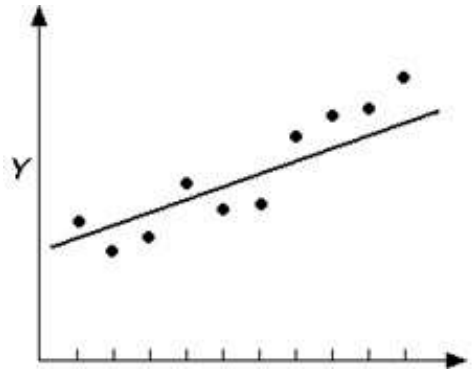
Pola ini terjadi bila data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3−Pola Data *Siklis*

d. Pola data *trend*

Pola Trend terjadi bila ada kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Struktur datanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.4−Pola Data *Trend*

2.5.3 Metode Peramalan

Peramalan permintaan harus nrensgunakan suatu metode tertentu. Pada dasarnya semua metode peramalan memiliki ide yang sama, yaitu menggunakan data masa lalu untuk memperkirakan atau memproyeksikan data di masa yang akan datang. Berdasar tekniknya metode peramalan dapat dikategorikan ke dalam metode kualitatif dan metode kuantitatif. Berdasarkan tingkatan alwal peramalan, metode peramalan dapat dibagi menjadi metode *top-down*, *bottom-up* dan interprestasi permintaan. Metode kualitatif biasanya digunakan bila tidak ada atau sedikit data masa lalu tersedia. Dalam metode ini, pendapat pakar dan prediksi mereka dijadikan dasar untuk menetapkan permintaan yang akan datang. Metode kualitatif yang banyak dikenal adalah metode Delphi dan metode kelompok nominal. Pada metode kuantitatif suatu set data historis (masa lalu) digunakan untuk mengekstrapolasi (meramalkan) permintaan masa depan. Ada dua kelompok besar metode kuantitatif, yaitu metode '*Time Series'* dan '*Nontime Series'* ('*Structural Models*'). Metode *time series* adalah metode peramalan yang menggunakan waktu sebagai dasar peramalan, termasuk dalam metode time series menurut (Baroto, 2002):

a. Metode *free hand* (grafis)
b. Metode *moving average*

c. Metode *weight moving average*
d. Metode *exponential smoothing*
e. Metode regresi linear sederhana
f. Metode interpolasi *Gregory-Newton*
g. Metode *winter*
h. Dan lain-lain.

2.5.4 Metode yang Digunakan

2.5.4.1 Regresi Linear

Metode regresi linear adalah salah satu metode yang digunakan dalam melakukan peramalan pada data historis dengan jenis tren menurut (Ginting, 2007).

a. *Demand* adalah jumlah permintaan atau data masa lalu yang akan dihitung untuk mendapatkan data peramalan.
b. Untuk mencari nilai t.Yt menggunakan persamaan (2.4.)

$$t.Yt = t.Yt \tag{2.4.}$$

Dimana:

t adalah waktu/periode
Yt adalah nilai ramalan pada periode ke-t

c. Untuk mencari nilai t^2 menggunakan persamaan (2.5.)

$$t^2 = t^2 \tag{2.5.}$$

Dimana:

t adalah waktu/periode

d. Untuk mencari nilai Yt^2 menggunakan persamaan (2.6.)

$$Yt^2 = Yt^2 \tag{2.6.}$$

Dimana:

dt adalah *demand*

e. Menghitung nilai parameter a menggunakan persamaan (2.7.)

$$a = \frac{\sum Yt - b \sum t}{n} \qquad (2.7.)$$

Dimana:

t adalah waktu/periode

Yt adalah nilai ramalan pada periode ke-t

n adalah jumlah data

f. Menghitung nilai parameter b menggunakan persamaan (2.8.)

$$b = \frac{n \sum t\, Yt - \sum t \sum Yt}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \qquad (2.8.)$$

Dimana:

t adalah waktu/periode

Yt adalah nilai ramalan pada periode ke-t

n adalah jumlah data

g. *Forecast* adalah peramalan hasil perhitungan menggunakan regresi linear yang bisa diperoleh menggunakan persamaan (2.9).

$$Yt = a + bt \qquad (2.9.)$$

Dimana:

Yt' adalah peramalan

a adalah parameter koefisien a

b adalah parameter koefisien b

t adalah waktu/periode

Menghitung error yang dapat terjadi dalam perhitungan menggunakan metode regresi linear.

a. *Error* adalah tingkat kesalahan peramalan yang dihitung dari persamaan (2.10.)

Error = Demand – Forecast (2.10.)

Dimana:

ei adalah *error*

Yt adalah nilai ramalan pada periode ke-t

Yt' adalah peramalan

b. Nilai *absolute error* adalah nilai *absolute* dari nilai *error* yang sudah dihitung dapat dilihat pada persamaan (2.11.)

$$\text{absolute ei} = |\text{ei}| \quad (2.11.)$$

Dimana:

ei adalah *error*

c. Nilai *squared error* adalah hasil dari nilai *error* yang sudah dihitung kemudian dikuadratkan dapat dilihat pada persamaan (2.12.)

$$\text{squared ei} = \text{ei}^2 \quad (2.12.)$$

Dimana:

ei adalah *error*

d. *Percentage error* adalah presentasi error yang diperoleh menggunakan perhitungan sebagai berikut (2.13.)

$$\textit{Percentage error} = \frac{\text{Errror}}{\text{Yt}} \text{ x } 100 \quad (2.13.)$$

Dimana:

t adalah waktu/periode

Yt adalah nilai ramalan pada periode ke-t

e. Nilai *absolute percentage error* merupakan nilai *absolute* dari hasil perhitungan *percentage error* dapat dilihat pada persamaan (2.14.)

$$absolute\ percentage\ ei = |percentage\ ei| \quad (2.14.)$$

Dimana:

ei adalah *error*

f. Sigma *error* adalah nilai akumulasi dari nilai *error* periode ke_n dengan periode ke_{n-1} dapat dilihat pada persamaan (2.15.)

$$\sum(ei) = ei_n + \sum(ei)_{n-1} \quad (2.15.)$$

Dimana:

ei adalah *error*

g. Sigma *absolute error* adalah nilai akumulasi dari nilai *error absolute* periode ke_n dengan periode ke_{n-1} dan contoh perhitungannya dapat dilihat persamaan (2.16.)

$$\sum|ei| = absolute\ ei_n + \sum|ei|_{n-1} \quad (2.16.)$$

Dimana:

ei adalah *error*

2.5.4.2 *Double Moving Average*

Metode DMA adalah salah satu metode yang digunakan dalam peramalan pada data historis permnitaan berjenis tren menurut (Ginting, 2007).

a. *Demand* adalah jumlah permintaan atau data masa lalu yang akan dihitung untuk mendapatkan data peramalan.
b. St' adalah rata-rata bergerakanya peramalan yang akan digunakan dan dihitung menggunakan persamaan (2.17.) sebagai berikut.

$$St' = \frac{\text{(Jumlah periode yang ditentukan pergerakannya)}}{\text{jumlah periode yang ditentukan}} \quad (2.17.)$$

c. St" adalah rata-rata gerak peramalan yang telah ditentukan di s' dan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (2.18.)

$$St'' = \frac{\text{(Jumlah s' yang ditentukan pergerakannya)}}{\text{jumlah s' yang ditentukan}} \quad (2.18.)$$

d. Menghitung nilai parameter at dan menggunakan persamaan (2.19.)

$$at = St' + (St' - St'') \quad (2.19.)$$

Dimana:

St’ adalah rata-rata gerak bulanan

St” adalah ata-rata gerak bulanan pada s’

e. Menghitung nilai parameter bt dan menggunakan persamaan (2.20.)

$$b = \frac{2}{N-1}(s' - s'')) \quad (2.20.)$$

Dimana:

St’ adalah rata-rata gerak bulanan

St” adalah rata-rata gerak bulanan pada s’

f. *Forecast* adalah peramalan hasil perhitungan menggunakan *double moving average* yang bisa diperoleh menggunakan persamaan (2.21.)

$$F_{t+m} = at + bt \cdot m \quad (2.21.)$$

Dimana:

F_{t+m} adalah peramalan

at adalah parameter pertama

bt adalah parameter kedua

m adalah periode yang ditetapkan

2.5.4.3 *Double Eksponential Smooting*

Metode DES (*brown*) adalah salah satu metode yang digunakan dalam peramalan pada data historis permnitaan berjenis tren menurut (Ginting, 2007).

a. *Demand* adalah jumlah permintaan atau data masa lalu yang akan dihitung untuk mendapatkan data peramalan.

b. St’ adalah rata-rata bergerakanya peramalan yang akan diperoleh dari persamaan (2.22.)

$$St' = \alpha Xt + (1 - \alpha) St'_{-1} \quad (2.22.)$$

Dimana: α adalah nilai alpha yang ditentukan yaitu 0,8

c. St” adalah rata-rata gerak peramalan yang telah ditentukan di s’ dan diperoleh dari persamaan sebagai berikut (2.23.)

$$St” = \alpha\ St’ + (1 – \alpha)\ St"_{-1} \quad (2.23.)$$

Dimana:

α adalah nilai alpha yang ditentukan yaitu 0,8

d. a_t adalah nilai yang didapat meggunakan persamaan (2.24.)

$$a_t = 2St’ – St” \quad (2.24.)$$

Dimana:

St’ adalah hasil perhitungan rata-rata gerak permalan

St” adalah hasil perhitungan yang gerak periode

e. b_t adalah nilai yang didapat menggunakan persamaan (2.25.)

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(st’ - st”) \quad (2.25.)$$

Dimana:

a adalah nilai yang ditentukan sesuai kebutuhan

St’ adalah perhitungan rata-rata gerak permalan

St” adalah hasil perhitungan yang gerak periode

f. *Forecast* adalah peramalan hasil perhitungan menggunakan *double eksponential smooting* yang bisa diperoleh menggunakan persamaan (2.26.)

$$F_{t+m} = at + bt\ .\ m \quad (2.26.)$$

Dimana:

F_{t+m} adalah peramalan

at adalah parameter pertama

bt adalah parameter kedua

m adalah periode yang ditetapkan

2.5.4.5 Ukuran Akurasi Peramalan

Model-model peramalan yang dilakukan kemudian divalidasi menggunakan sejumlah indikator. Indikator-indikator yang umum digunakan adalah rata-rata penyimpangan absolut *(Mean Absolute Deviation*), rata-rata kuadrat terkecil (*Mean Square Error*), rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error*) dan validasi peramalan (*Tracking Signal*).

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

   Metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang *absolut*. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai *absolut* masing-masing kesalahan). MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli.

   Untuk memperoleh hasil dari *mean absolute deviation* adalah dengan persamaan (2.27.)

   $$\text{MAD} = \frac{\sum absolute\ error}{N} \qquad (2.27.)$$

   Dimana:

   MAD adalah *mean absolute deviation*

   N adalah jumlah data

b. *Mean Square Error* (MSE)

   Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar.

Untuk memperoleh hasil dari *mean squared error* adalah dengan persamaan (2.28.)

$$\text{MSE} = \frac{\sum(Xt-Ft)2}{N} \qquad (2.28.)$$

Dimana:

Xt adalah data actual periode t

Ft adalah nilai ramalan periode t

N adalah banyaknya periode

c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan *absolut* pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasi seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

Untuk memperoleh hasil dari *mean absolute percentage error* adalah dengan persamaan (2.29.)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum absolute\ percentage\ error}{N} \qquad (2.29.)$$

Dimana:

MAPE adalah mean *absolute percentage error*

N adalah jumlah data

d. *Tracking Signal*

Validasi peramalan dilakukan dengan *Tracking Signal*. *Tracking Signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu peramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. *Tracking signal* yang positif menunjukan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada ramalan, sedangkan tracking signal yang negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil daripada ramalan. *Tracking signal* disebut baik apabila memiliki RSFE yang rendah, dan mempunyai *positive error* yang sama banyak atau seimbang dengan *negative error*, sehingga pusat dari *tracking signal*

mendekati nol. Nilai *tracking signal* merupakan hasil dari perhitungan sigma *error* dibagi dengan sigma *absolute error* pada periode yang sama dapat dilihat pada persamaan (2.30.)

$$TS = \frac{\sum(ei)}{\sum|ei|} \qquad (2.30.)$$

Dimana:

TS adalah *tracking signal*

Ei adalah *error*

2.6 Rencana Produksi Agregat

Perencanaan agregat juga dikenal sebagai pendekatan yang biasanya dilakukan oleh para manajer operasi untuk menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (biasanya antara 3 hingga 18 bulan ke depan). Perencanaan agregat dapat digunakan dalam menentukan jalan terbaik untuk memenuhi permintaan yang diprediksi dengan menyesuaikan nilai produksi, tingkat tenaga kerja, tingkat persediaan, pekerjaan lembur, tingkat subkontrak, dan variabel lain yang dapat dikendalikan. Keputusan Penjadwalan menyangkut perumusan rencana bulanan dan kuartalan yang mengutamakan masalah mencocokkan produktifitas dengan permintaan yang fluktuatif. Oleh karenanya perencanaan agregat termasuk dalam rencana jangka menengah, untuk menghadapi *demand* yang tidak tetap atau berpola musiman dapat digunakan beberapa strategi yaitu produksi pada tingkat konstan (tenaga kerja tetap), produksi sesuai *demand* (tenaga kerja berubah sesuai *demand*) dan *mix* strategi atau gabungan.

2.6.1 Tujuan Rencana Produksi Agregat

Pada dasarnya tujuan dari perencanaan agregat adalah berusaha untuk memperoleh suatu pemecahan yang optimal dalam biaya atau keuntungan pada periode perencanaan. Namun bagaimanapun juga, terdapat permasalahan strategis lain yang mungkin lebih penting daripada biaya rendah. Permasalahan strategis yang dimaksud itu antara lain mengurangi permasalahan tingkat ketenagakerjaan,

menekan tingkat persediaan, atau memenuhi tingkat pelayanan yang lebih tinggi. Tujuan dari perencaan produksi agregat adalah sebagai berikut:

a. Mengatur strategi produksi
b. Memproduksi sesuai *demand*
c. Memproduksi pada kegiatan konstan
d. Menentukan kebutuhan sumber daya yang meliputi tenega kerja, material, fasilitas, peralatan dan dana
e. Menjadi langkah awal bagi seluruh kegiatan produksi

2.6.2 Biaya Terlibat Dalam Rencana Produksi Agregat

Biaya-biaya yang terlibat dalam perencanaan agregat antara lain:

a. *Hiring Cost* (biaya penambahan tenaga kerja)

   Penambahan tenaga kerja menimbulkan biaya-biaya untuk iklan, proses seleksi dan training. Biaya training merupakan biaya yang besar apabila tenaga kerja yang direkrut adalah tenaga kerja yang belum berpengalaman.

b. *Firing Cost* (Biaya pemberhentian tenaga kerja)

   Pemberhentian tenaga kerja biasanya terjadi karena semakin rendahnya permintaan akan produk yang dihasilkan, sehingga tingkat produksi menurun dengan drastis. Pemberhentian ini mengakibatkan perusahaan harus mengeluarkan uang pesangon bagi karyawan yang di-PHK, menurunnya moral kerja dan produktivitas karyawan yang masih bekerja, dan tekanan yang bersifat social. Semua akibat ini dianggap sebagai biaya pemberhentian tenaga kerja yang akan ditanggung perusahaan.

c. *Overtime Cost dan Undertime Cost* (biaya lembur dan biaya menganggur)

   Penggunaan waktu lembur bertujuan untuk meningkatkan output produksi, tetapi konsekwensinya perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan lembur yang biasanya 150% dari biaya kerja regular.Disamping biaya tersebut, adanya lembur akan memperbesar tingkat absen karyawan karena capek. Kebalikan dari kondisi diatas adalah bila perusahaan mempunyai kelebihan tenaga kerja dibandingkan

dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi. Tenaga kerja berlebih ini kadang-kadang bias dialokasikan untuk kegiatan lain yang produktif meskipun tidak selamanya efektif. Bila tidak dapat dilakukan alokasi yang efektif, maka perusahaan dianggap menanggung biaya menganggur yang besarnya merupakan perkalian antara jumlah jam kerja yang tidak terpakai dengan tingkat upah dan tunjangan lainnya.

d. *Inventory Cost dan Backorder Cost* (biaya persediaan dan biaya kehabisan persediaan)

   Persediaan mempunyai fungsi mengantisipasi timbulnya kenaikan permintaan pada saat-saat tertentu. Konsekuensi dari kebijaksanaan persediaan bagi perusahaan adalah timbulnya biaya penyimpanan (*inventory cost/holding cost*) yang berupa biaya tertahannya modal,pajak, asuransi, kerusakan bahan, dan biaya sewa gudang. Kebalikan dari kondisi diatas, kebijaksanaan tidak mengadakan persediaan seolah-olah menguntungkan, tetapi sebenarnya dapat menimbulkan kerugian dalam bentuk biaya kehabisan persediaan. biaya kehabisan persediaan ini dihitung berdasarkan berapa barang diminta yang tidak tersedia. Kondisi ini pada system MTO (*Make to order* memproduksi berdasarkan pesanan) akan mengakibatkan jadwal jadwal penterahan order terlambat, sedangkan pada system MTS (*Make to Stock* memproduksi untuk memenuhi persediaan) akan mengakibatkan beralihnya pelanggan pada produk lain. Kerugian tersebut akan dikelompokkan sebagai biaya kehabisan persediaan. Biaya kehabisan persediaan ini sama nilainya dengan biaya pemesanan kembali bila konsumen masih bersedia menunggu.

e. *Subcontract Cost* (biaya subkontrak)

   Pada saat permintaan melebihi kemampuan kapasitas regular, biasanya perusahaan mensubkontrakan kelebihan permintaan yang tidak bisa ditanganinya sendiri kepada perusahaan lain. Konsekuensi dari kebijaksanaan ini adalah timbulnya biaya subkontrak, dimana biasanya biaya mensubkontrakan ini lebih mahal dibandingkan memproduksi sendiri dan adanya resiko terjadinya kelambatan penyerahan dari kontraktor.

2.6.3 Metode Perencanaan Agregat

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

a. Pendekatan Optimasi:
    1. Progamma linier
    2. Aturan HMMS (*Linier Decision Rule*)
    3. *Search Decision Rule* dll.
b. Pendekatan Heuristik:
    1. Metode grafik
    2. Metode koefisien manajemen
    3. Metode parametric dll

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.

2.6.3.1 Metode Heuristik

Metode heuristik untuk menyelesaikan permasalahan adalah salah satu aplikasi dari satu set aturan solusi terbaik tetapi belum tentu merupakan solusi optimal. Keuntungannya adalah lebih sederhana dan tidak memerlukan proses terkomputerisasi.

Langkah-langkah aplikasi permasalahan perencanaan agregat metode heuristik:

a. Kembangkan agregat perencanaan untuk produksi, ketenaga-kerjaan, lembur, kontrak tambahan, dan menginventarisir dalam membuat pemenuhan permintaan dan tidak melebihi batas kapasitas.
b. Menentukan ongkos perencanaan.
c. Menerima rencana atau kembali ke langkah 1.

2.6.3.2 Metode Transportasi

Metode transportasi untuk perencanaan produksi agregat merupakan model yang sangat sederhana dan mudah untuk digunakan, sehingga dapat dikatakan merupakan yang paling popular menurut (Kusuma, 1999). Masalah ini dapat diselesaikan dengan tujuan umum metode simpleks, tetapi secara sederhana, teknik terkomputerisasi secara lebih efisien dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi. Beberapa masalah perencanaan agregat dapat diformulasikan dalam bentuk persamaan matematis untuk permasalahan transportasi, dan kemudian dapat diselesaikan dengan metode yang sama. Ciri-ciri permasalahan transportasi adalah sebagai berikut:

a. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
b. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
c. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber.
d. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

2.7 *Lotting*

Lotting merupakam proses penentuan besarnya ukuran kuantitas pesanan, yang dimaksudkan untuk memenuhi beberapa periode kebutuhan bersih sekaligus. Proses *lotting* erat dengan hubungannya dengan penentuan jumlah komponen/*item* yang harus dipesan atau disediakan (Kusuma, 1999). Besarnya ukuran kuantitas pesanan tersebut dapat ditentukan berdasarkan pada jumlah pemesanan yang tetap, periode pemesanan yang tetap, atau keseimbangan antara ongkos pengadaan dengan ongkos simpan. Ada dua cara pendekatan, yaitu pendekatan period by period dan level by level. Pendekatan koefisien mempunyai kinerja yang lebih baik daripada teknik lot sizing yang menggunakan pendekatan level by level, oleh karena itu teknik-teknik lot sizing yang menggunakan pendekatan level by level masih tetap digunakan dalam menentukan ukuran kuantitas pemesanan MRP.

2.7.1 *Lot For Lot*

Pendekatan menggunakan konsep atas dasar pesanan diskrit dengan pertimbangan minimasi dari ongkos simpan, jumlah yang dipesan sama dengan jumlah yang dibutuhkan. Teknik ini merupakan teknik *lot szing* yang paling sederhana dan mudah dimengerti, biasanya digunakan untuk item-item yang tingkat kontiniutas permintaannya tinggi (Ginting, 2007). Pada teknik ini pemenuhan kebutuhan bersih dilaksanakan di setiap periode yang membutuhkannya, sedangkan besar ukuran kwantitas pemesanannya sama dengan jumlah kebutuhan bersih yang harus dipenuhi pada periode yang bersangkutan.

2.7.2 EOQ

Economic Order Quantity merupakan salah satu model manajemen persediaan yang digunakan untuk menentukan kuantitas pesanan persediaan yang dapat meminimalkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan persediaan. Jumlah kuantitas barang yang dapat diperoleh dengan biaya yang minimal, atau sering dikatakan sebagai jumlah pembelian yang optimal. Model EOQ sederhana menganggap bahwa kuantitas yang dipesan akan diterima sekaligus (seketika) dalam suatu saat yang sama. Jika item diproduksi sendiri, umumnya pesanan tidak dapat datang sekaligus karena keterbatasan tingkat produksi. Persediaan akan tiba secara bertahap dan juga dikurangi secara bertahap kaena untuk memenuhi kebutuhan. Teknik EOQ ini sebenarnya bukan dimaksudkan untuk MRP, sekalipun begitu teknik ini dapat dengan mudah diterapkan pada MRP. Teknik EOQ didasarkan pada asumsi bahwa kebutuhan continue terhadap pol permintaan yang stabil (Ginting, 2007).

2.7.3 POQ

Period Order Quantity menggunakan alasan ekonomi yang menentukan jumlah periode yang akan dicakup oleh setiap pesanan, teknik *Period Order Quantity* merupakan interval pemesanan ditentukan dengan suatu perhitungan yang didasarkan pada logika EOQ klasik yang telah dimodifikasi sehingga dapat digunakan pada permintaan yang berperiode waktu diskrit (Ginting, 2007).

2.8 *Material Requirement Planning* (MRP)

Material Requirement Planning adalah suatu prosedur logis berupa aturan keputusan dan teknik transaksi berbasis komputer yang dirancang untuk menerjemahkan jadwal induk produksi menjadi "kebutuhan bersih" semua *item*. Sistem MRP dikembangkan untuk membantu perusahaan manufaktur mengatasi kebutuhan *item-item* dependent secara lebih baik dan efisien (Baroto, 2002). Disamping itu sistem MRP dirancang untuk membuat pesanan produksi dan pembelian untuk mengatur bahan baku dan persediaan dalam proses sehingga sesuai dengan jadwal produksi hingga produk akhir.

Sistem perencanaan kebutuhan material sudah dikenal secara luas dan menjadi metode yang paling efektif digunakan dalam pengendalian persediaan, para manajer produksi telah menemukan pengetahuan yang luas bahwa sistem MRP dapat menjadi cara yang efektif dan kompetitif untuk berhasil dalam ekonomi global saat ini. Pada sebagian industri, kesulitan-kesulitan sehubungan dengan pelaksanaan model persediaan tradisional telah dapat di atasi dengan adanya sistem dengan bantuan komputer yang disebut sistem MRP. Pengendalian persediaan merupakan langkah penting dalam manajemen persediaan untuk melakukan perhitungan berupa jumlah optimal tingkat persediaan yang harus ada serta waktu pemesanan kembali.

2.8.1 Empat Langkah Utama Sistem *Material Requirements Planning* (MRP)

Sistem MRP memiliki empat langkah utama yang selanjutnya keempat langkah ini harus ditetapkan satu per satu pada periode perencanaan dan pada setiap *item*. Prosedur ini dapat dilakukan secara manual bila jumlah *item* yang terlibat dalam produksi relatif sedikit. Suatu program diperlukan bila jumlah *item* sangat banyak. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut menurut (Baroto, 2002):

a. *Netting*

   Merupakan suatu proses perhitungan kebutuhan bersih yang biasanya merupakan selisih antara kebutuhan kotor dengan persediaan di tangan dan yang sedang diproses (dipesan).

b. *Lotting*

Merupakan suatu proses untuk menentukan besarnya jumlah pesanan optimal untuk setiap *item* secara individual berdasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan bersih yang telah dilakukan. Beberapa teknik diarahkan untuk menyeimbangkan ongkos *set up* dan ongkos simpan. Ada juga teknik yang sederhana yang memakai jumlah pemesanan tetap atau periode pemesanan tetap.

c. *Off Setting*

Merupakan salah satu langkah pada MRP untuk menentukan saat yang tepat untuk rencana pemesanan dalam memenuhi kebutuhan bersih. Rencana pemesanan didapat dengan cara menggabungkan saat awal tersedianya *lot size* yang diinginkan dengan besarnya waktu ancang. Waktu ancang ini sama dengan besarnya waktu saat barang mulai dipesan atau diproduksi sampai barang tersebut siap untuk dipakai.

d. Explosion

Yaitu proses perhitungan kebutuhan kotor untuk tingkat yang lebih bawah didasarkan atas rencana pesanan. Dalam proses explosion ini, data mengenai struktur produk sangat memegang peranan, karena atas dasar struktur produk inilah proses explosion akan berjalan dan dapat menentukan ke arah komponen mana yang harus diexplosion.

2.8.2 Istilah-istilah Dalam *Material Requirement Planning* (MRP)

Sebelum memasuki lebih lanjut mengenai perencanaan kebutuhan material, terlebih dahulu menjelaskan tentang pengertian dari tabel untuk perhitungan *Material Requirement Planning*. Berikut ini dijelaskan tentang istilah-istilah yang biasa digunakan menurut (Ginting, 2007):

a. *Lead time,* merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak *Material Requirement Planning* menyarankan suatu kebutuhan (pesanan) sampai *item* yang dipesan itu siap untuk digunakan.
b. *On hand,* merupakan *inventory on hand* yang menunjukan kuantitas dari *item* yang secara fisik ada dalam *stockroom*.

c. *Lot size*, merupakan kuantitas pesanan dari *item* yang memberitahukan *Material Requirement Planning* berapa banyak kuantitas yang harus dipesan serta teknik *lot sizing* apa yang dipakai.
d. *Safety stock*, merupakan stok pengaman yang ditetapkan oleh perencana untuk mengatasi fluktuasi dari permintaan.
e. *Gross requirement*, merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk kebutuhan yang diantipasi untuk setiap periode waktu.
f. *Project on hand*, merupakan *project available balance* (PAB) dan tidak termasuk *planned orders*.
g. *Net requirement*, merupakan kebutuhan yang harus diepenuhi setelah dikurangi dengan *inventory* yang tersedia dan *schedule receipt* dari total kebutuhan, atau dapat disebut juga dengan "kebutuhan bersih".

2.8.3 Tujuan *Material Requirement Planning* (MRP)

Sistem *Material Requirement Planning* merupakan suatu system yang bertujuan untuk menghasilkan informasi yang tepat untuk melakukan tindakan yang tepat (pembatalan pesanan, pesan ulang, dan penjadwalan ulang). Tindakan ini juga merupakan dasar untuk membuat keputusan baru mengenai pembelian atau produksi yang merupakan perbaikan atas keputusan yang telah dibuat sebelumnya.

Ada 4 tujuan yang menjadi ciri utama sistem *Material Requirement Planning* yaitu sebagai berikut menurut (Baroto, 2002):

a. Menentukan kebutuhan pada saat yang tepat.
   Menentukan secara tepat kapan pekerjaan harus selesai (atau material harus tersedia) untuk memenuhi permintaan atas produk akhir yang sudah direncanakan dalam jadwal induk produksi.
b. Menentukan kebutuhan material setiap *item*.
   Diketahuinr kebutuhan akhir sistem *Material Requirement Planning* secara tepat penjadwalan produksi untuk memenuhi semua kebutuhan minimal setiap *item*.

c. Menentukan pelaksanaan rencana produksi.

   Memberikan indikasi kapan pemesanan atau pembatalan pemesanan harus dilakukan. Pemesanan perlu dilakukan lewat pembelian pabrik sendiri.

d. Menentukan penjadwalan ulang atau pembatalan suatu jadwal yang sudah direncanakan.

   Apabila kapasitas yang ada tidak mampu memenuhi pesanan yang dijadwalkan pada waktu yang diinginkan, maka sistem *Material Requirement Planning* dapat memberikan indikasi untuk melakukan rencana penjadwalan ulang (ika mungkin dengan menentukan prioritas pesanan yang realistik. Jika penjadwalan ulang ini masih tidak memungkinkan untuk memenuhi pesanan, maka pembatalan atas suatu pemesanan harus dilakukan.