

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sistem Manajemen Logistik

Pelaksanaan proyek sangat tergantung pada kelancaran penyediaan sumber daya material dalam volume yang cukup, mutu sesuai dengan persyaratan spesifikasi dan waktu yang sesuai dengan jadwal pengadaan material di proyek. Pengelolaan material sangat besar peranannya dalam pelaksanaan proyek, diperlukan mekanisme tertentu yang mencakup aspek perencanaan material, pengadaan material, sebagai fungsi dari manajemen logistik proyek. Sistem manajemen logistik yang diterapkan di sini meliputi perencanaan dan pengadaan.

3.2 Perencanaan

Pengelolaan logistik yang cenderung makin kompleks dalam pelaksanaannya akan sangat sulit bila dikaitkan dengan pengendalian mutu apabila tidak didasari dengan perencanaan yang matang. Cakupan dalam perencanaan adalah perencanaan produksi dan perencanaan sumber daya manusia

3.2.1 Perencanaan Produksi

Sebelum membahas perencanaan produksi, terlebih dahulu perlu diketahui apa yang dimaksud dengan perencanaan dan produksi itu sendiri. Perencanaan adalah proses berpikir tentang tindakan-tindakan yang ditujukan untuk masa yang

akan datang, berdasarkan jalan pikiran itu sendiri. Jadi dalam perencanaan ada 4 pokok masalah yang menjadi pertimbangan yaitu : proses berpikir, tindakan-tindakan, masa yang akan datang, dan jalan pikiran. Perencanaan untuk kebutuhan material yang akan datang terkadang diharapkan kepada hal-hal atau masalah-masalah yang tidak pasti.

Fungsi perencanaan produksi adalah untuk merencanakan strategi yang berhubungan dengan tingkat permintaan. Kebutuhan permintaan atau penjualan merupakan peramalan penjualan produksi perusahaan untuk suatu periode perencanaan di masa yang akan datang, dengan kata lain kebutuhan permintaan adalah peramalan potensi pasar produk. Permintaan yang bervariasi menyebabkan perencanaan produksi menjadi penting karena strategi produksi yang tersusun dapat meminimalkan resiko yang diakibatkan oleh kondisi tersebut.

Di dalam persiapan perencanaan produksi terdapat tiga sumber :

1. Produksi yang ada atau yang sedang dilakukan.
2. Persediaan yang ada atau yang masih di gudang.
3. Produksi dan persediaan yang masih ada.

Dalam pembuatan rencana produksi, ada hal yang perlu diperhatikan dan bahkan menjadi suatu tuntutan agar rencana tersebut dinilai baik, yaitu :

1. Konsistensi dengan kebijaksanaan produksi.
2. Memenuhi permintaan yang ada.
3. Berada dalam batas kapasitas.
4. Meminimumkan biaya produksi.

Pada industri beton jadi (*readymix*), perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses produksi dalam industri. Dengan adanya perencanaan yang baik maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat menghambat atau menunjang lancarnya produksi dapat diperkirakan dan dikendalikan.

3.2.2 Perencanaan sumber daya manusia

Salah satu sumber daya perusahaan beton jadi (*readymix*) yang paling penting adalah sumber daya manusia, yang meliputi :

a. Operator

Tenaga yang dibutuhkan untuk mengoperasikan seluruh sistem peralatan yang digunakan dalam industri tersebut, bertanggungjawab untuk menjalankan peralatan agar bekerja dan beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

b. Pengawas lapangan

Tenaga yang bertugas mengawasi dan mengontrol semua prosedur pekerjaan yang dilaksanakan. Terdiri dari pengawas di *batching plant* dan lokasi proyek.

c. Tenaga administratif

Tenaga yang dibutuhkan dalam kantor, untuk menangani pekerjaan catatan, arsip-arsip dan semua pekerjaan administratif lainnya.

Sumber daya manusia yang disebutkan di atas merupakan tenaga yang langsung bersinggungan dengan proses produksi, meskipun tenaga di bidang lain masih ada. Misalnya tenaga keamanan, bagian umum, dan lain-lain.

3.3 Pengadaan

Pengadaan adalah semua kegiatan dan usaha untuk menambah dan memenuhi kebutuhan bahan berdasarkan perencanaan yang berlaku dengan menciptakan sesuatu yang tadinya belum ada menjadi ada. Dalam proses pengadaan ini dilakukan proses pelaksanaan rencana pengadaan dari proses perencanaan dan penentuan kebutuhan bahan serta rencana biaya yang diperlukan. Proses pengadaan ini merupakan salah satu mata rantai dari proses-proses lainnya.

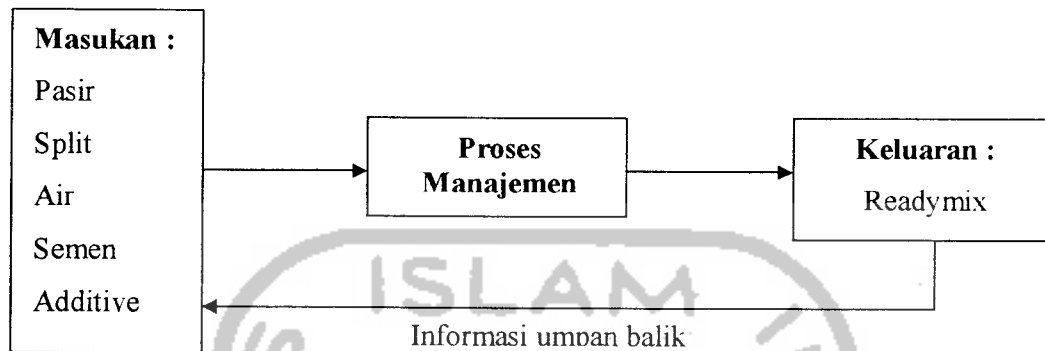
3.3.1 Proses Produksi

Proses produksi merupakan aktifitas lanjutan dari perencanaan yang akan mewujudkan tujuan dari perusahaan, mengikuti metode dan alur tertentu sesuai dengan jenis dan sistem yang dianut oleh perusahaan. Pertimbangan pengambilan sistem dan metode-metode yang diterapkan mengacu pada kelayakan usaha serta pengalaman dalam menangani industri beton jadi (*readymix*).

3.3.2 Sistem produksi

Sistem produksi merupakan suatu rangkaian produksi yang saling terkait, saling mempengaruhi satu dengan lainnya yang merupakan satu kesatuan pelaksanaan kegiatan, suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda-beda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam mentransformasikan masukan menjadi

keluaran. Secara umum sistem produksi industri beton jadi (*readymix*) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sistem Produksi Industri beton jadi

3.3.3 Siklus produksi

Siklus produksi dari beton jadi (*readymix*) sangat sederhana, sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan bahan baku (pasir, kerikil, semen, air, bahan penambah serta persiapan peralatan yang akan dipakai). Kemudian dilakukan penakaran (penimbangan) untuk masing-masing jenis material sesuai desain yang direncanakan. Setelah itu material tersebut dicampur pada *mixer* (*mixer-truck*) dengan pencampuran mengikuti aturan yang ditentukan. Pengadukan selesai apabila pengontrolan adukan secara visual menyatakan baik, dan selanjutnya beton yang sudah jadi diangkut ke lokasi pemesanan.

3.4 Teori Peramalan

Sebelum menentukan pemodelan manajemen persediaan material bahan baku, perusahaan beton jadi (*readymix*) yang akan melaksanakan proses produksi harus dapat menentukan jumlah penggunaan material bahan baku yang akan datang. Kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan

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

3.4.1 Metode Peramalan

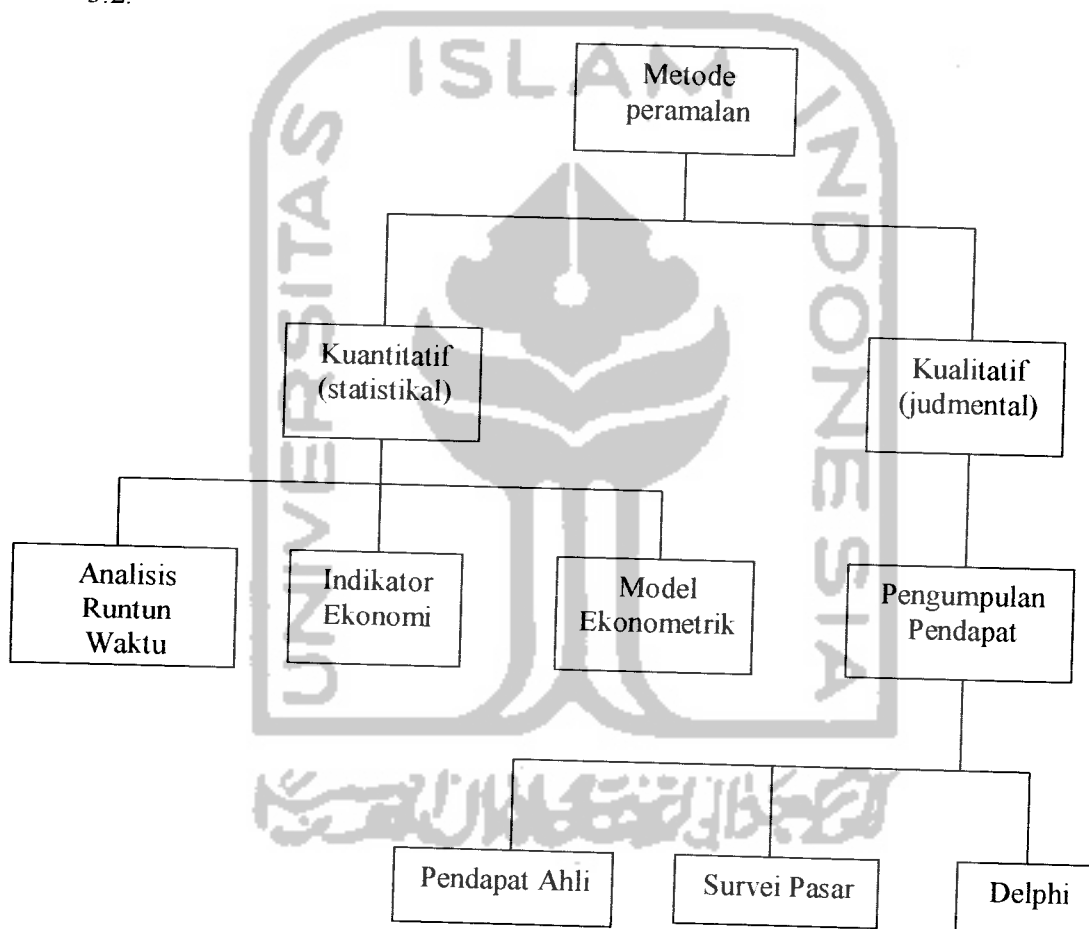
Banyak jenis metode peramalan yang tersedia untuk manajemen. Namun yang lebih penting adalah bagaimana memahami karakteristik suatu model peramalan agar sesuai bagi pengambilan keputusan. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting (Assauri, S, 1984), yaitu :

1. Menganalisa data masa lalu. Analisa dilakukan dengan cara membuat tabulasi dari data masa lalu. Dengan tabulasi data, maka dapat diketahui pola dari data tersebut.
2. Menentukan metode yang digunakan. Masing-masing metode akan memberikan hasil peramalan yang berbeda. Suatu metode mungkin sangat cocok untuk membuat peramalan mengenai suatu hal, tetapi tidak cocok untuk membuat peramalan tentang hal lain. Metode peramalan yang baik adalah yang menghasilkan penyimpangan antara hasil peramalan dengan nilai kenyataan sekecil mungkin.
3. Memproyeksi data yang lalu dengan menggunakan metode yang digunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan.

Faktor perubahan tersebut antara lain perubahan kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk kebijakan pemerintah dan perkembangan teknologi.

3.4.2 Pendekatan peramalan

Secara umum metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pembagian kategori metode peramalan

Metode kuantitatif sangat beragam dan setiap teknik memiliki sifat, ketepatan dan biaya yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode tertentu. Metode kuantitatif didasarkan atas prinsip-prinsip statistik yang memiliki tingkat

ketepatan tinggi atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), lebih sistematis, dan lebih populer dalam penggunaannya. Untuk menggunakan metode kuantitatif terdapat tiga kondisi yang harus terpenuhi :

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

Untuk metode kuantitatif sendiri meliputi beberapa metode, antara lain metode deret berkala (*time series*), yang melakukan prediksi di masa yang akan datang berdasarkan masa lalu. Metode yang lain yaitu metode kausal, yang mengasumsikan faktor yang diramalkan memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel *independent*.

a. Metode deret berkala (*time series*)

Pada metode ini, perkiraan masa yang akan datang dapat dilakukan berdasarkan nilai dari masa lalu dari suatu variabel. Langkah penting dalam memilih metode deret berkala yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola datanya dibedakan atas :

1. Pola data horisontal

Pola data yang terjadi jika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang permintaannya tidak meningkat atau menurun selama kurun waktu tertentu, termasuk dalam pola data seperti ini.

2. Pola data musiman

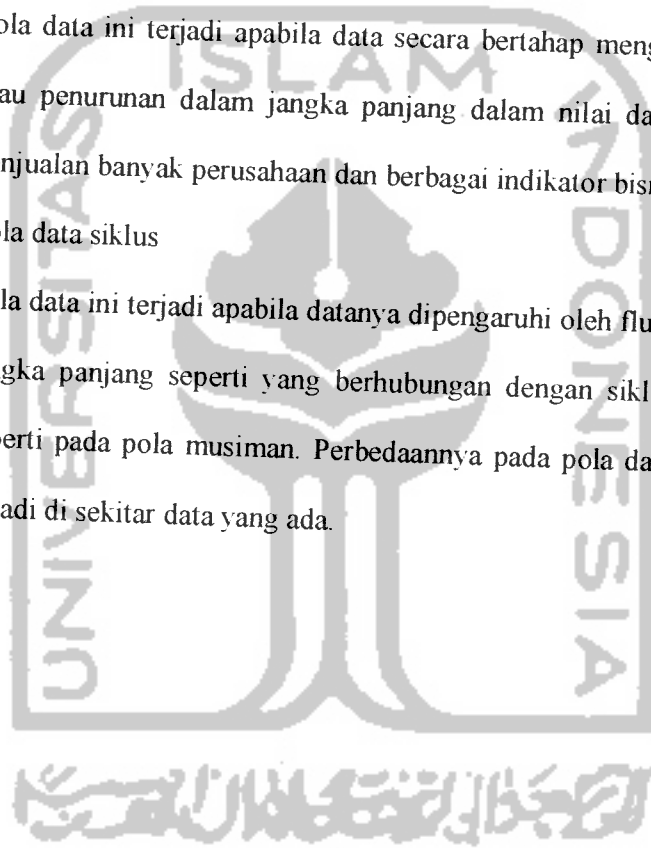
Pola data ini terjadi jika fluktuasi nilai dasarnya membentuk suatu siklus yang hampir sama pada beberapa periode tertentu dan terus berulang di periode berikutnya. Dipengaruhi faktor musiman, misalnya tahunan, bulanan atau harian.

3. Pola data tren

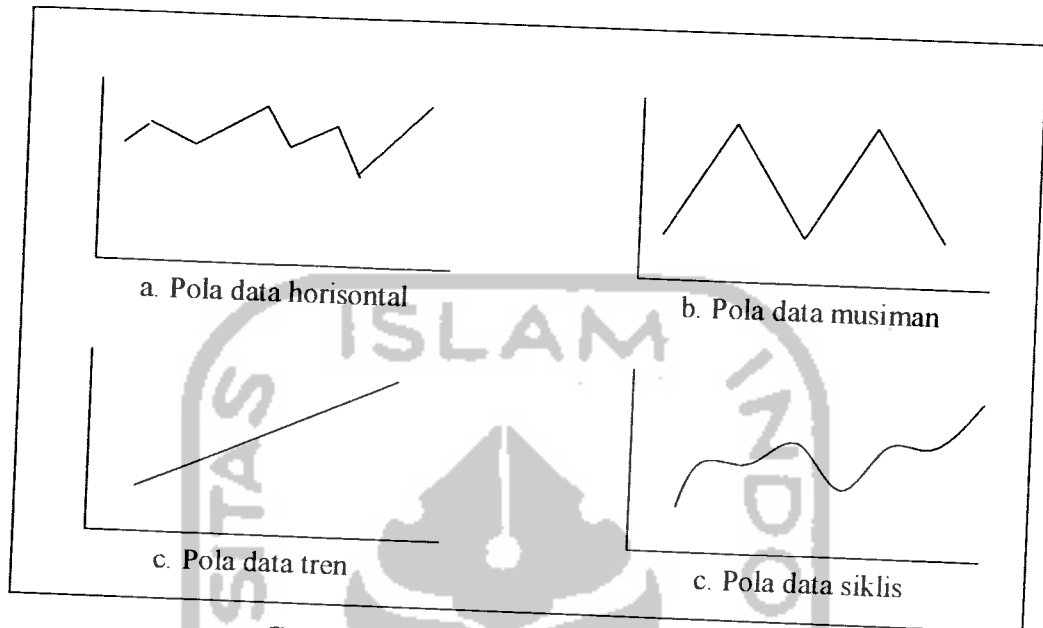
Pola data ini terjadi apabila data secara bertahap mengalami kenaikan atau penurunan dalam jangka panjang dalam nilai data. Seperti data penjualan banyak perusahaan dan berbagai indikator bisnis.

4. Pola data siklus

Pola data ini terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola seperti pada pola musiman. Perbedaannya pada pola data ini fluktuasi terjadi di sekitar data yang ada.



Untuk lebih jelasnya mengenai grafik dari pola-pola data di atas dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik metode deret berkala

Metode peramalan deret berkala antara lain (Yhi-Long Chang, 1995) :

a. *Simple Average*

$$F_t = A, \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (3.1)$$

$$f_{(t+\tau)} = F_t \quad (3.2)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode, $t = 1, 2, 3, 4, \dots, n$

τ = waktu dari t

f_t = peramalan untuk periode t

b. *Weight Moving Average*

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

m = periode rata-rata bergerak per bulan atau panjang perputaran *seasonal*

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

c. *Moving Average With Linear trend*

Metode ini efektif apabila trend *linear* dan faktor *Random Error* tidak besar. Persamaannya :

$$F_t = \frac{\sum W_i A_t}{\sum W_i}, \text{ dimana } W_i = 1 - m(1 - i) \dots \dots \dots (3.4)$$

$$T_t = n \sum \left\{ i \cdot A_{t - \left[\frac{m-1}{2} \right] - i} / m(m^2 - 1) \right\}, \text{ dimana :}$$

$$i = \frac{-(m-1)}{2} \text{ to } \frac{(m-1)}{2} \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

W_i = pemberat untuk periode t

m periode rata-rata bergerak per bulan atau panjang perputaran *seasonal*

T_t = trend untuk periode t

d. *Ekspensial Smoothing With Linear Trend*

$$F_o = A_t; T_o = 0 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dengan :

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

T_t = trend untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter trend *smoothing*

T = tahun ke

Y = jumlah material

Konstanta pemulusan (β) digunakan untuk memuluskan trend, dan pada prinsipnya menyerupai konstanta pemulusan (α).

e. *Double Ekspensial Smoothing With Linear Trend*

$$F_o = F'_o = A_t \dots\dots\dots (3.11)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$F_{t+1} = \alpha F_t + (1 - \alpha) F_{t+1} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$T_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.14)$$

dengan :

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} \dots\dots\dots (3.16)$$

dimana :

F_t = nilai forecast untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

T_t = trend untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter trend *smoothing*

T = tahun ke

Y = jumlah material

f. *Winter's Model*

Metode ini merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menagani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsur trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya yaitu : unsur konstan, unsur trend, dan unsur musiman. Hal ini serupa

dengan metode *Holt*, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman.

$$F_t = \frac{\alpha A_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots (3.17)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) - (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots (3.18)$$

$$f_{t+\tau} = (T_t + F_t)I_{t-m+1} \dots\dots\dots (3.19)$$

dimana :

F_t = nilai *forecast* untuk periode t

t = waktu atau periode, t=1, 2, 3, 4,n

τ = waktu dari t

m = periode rata-rata bergerak atau panjang perputaran seasional

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter *trend smoothing*

A_t = data aktual dalam periode t

f_t = nilai *smoothing* untuk periode

b. Metode Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel yang berpengaruh dan digunakan untuk meramalkan nilai masa depan. Metode peramalan ini bersifat subjektif dimana peramalan dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman dan prediksi peramal (*forecaster*),

pengambil keputusan atau para ahli. Pendekatan ini digunakan pada saat tidak tersedia sedikit pun data historis.

3.4.3 Pemilihan penggunaan metode peramalan

Pada prinsipnya penggunaan metode-metode peramalan harus memahami benar setiap karakteristik dari metode-metode tersebut. Suatu metode dengan karakteristik tertentu tidak dapat dipastikan memiliki tingkat akurasi yang sama untuk suatu pola data yang berbeda. Sebagai contoh, teknik *moving average* sangat sesuai dengan pola data yang tidak berubah jika diterapkan pada pola data yang lain. Teknik ini akan mempunyai derajat akurasi yang lebih rendah. Panduan dalam pemilihan teknik-teknik peramalan pada metode *time series forecasting* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Panduan pemilihan teknik peramalan

NO	Metode	Pola Data	Waktu	Jumlah Data Musiman	
				Non Musiman	Musiman
1	<i>Simple Average</i>	St	Pdk	30	
2	<i>Weigth Moving Average</i>	St	Pdk	4-20	
3	<i>Moving Average with Linear</i>	Tr	Pdk	4-20	
4	<i>Single Exponensial Smoothing</i>	St	Pdk	20	
5	<i>Exponensial Smoothing with Linear Trend</i>	Tr	Pdk	20	
6	<i>Double Exponensial Smoothing</i>	St, Tr	Pdk	20	
7	<i>Double Exponensial Smoothing with Linear Trend</i>	Tr	Pdk	20	
8	<i>Winter's Model</i>	St, Tr, Se	Mnh		2 * L

Sumber : Yhi-Long Chang, 1995, Quantitavtive System 3.0, 5th Edition, Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Keterangan : Pola data : St = Stasioner; Tr = Trend; Se = Seasional
 Horison waktu : Pdk = Pendek; Mnh = Menengah
 Musiman : 2*L = Dua kali panjang musim

3.4.4 Keakuratan dan kontrol peramalan

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

$$e_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.20)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

A_t = data aktual periode ke-t

F_t = peramalan periode ke-t

Menurut *Dilworth (1985)*, terdapat 4 alat untuk pengukuran yang berguna untuk pengukuran kesalahan peramalan atau keakuratan, yaitu :

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

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

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} \dots\dots\dots (3.21)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

2. Mean Square Deviation (MSD)

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

$$MSD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|^2}{n} \dots\dots\dots (3.22)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

3. Mean Error Deviation (Bias)

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

$$Bias = \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{n} \dots\dots\dots (3.23)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

Memonitor kesalahan peramalan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa peramalan tersebut cukup baik. Hal ini diselesaikan dengan membandingkan kesalahan peramalan dengan nilai yang telah ditetapkan sebelumnya.

4. Pendekatan Peta Kontrol (*tracking signal*)

Tracking Signal meliputi pasangan batas kontrol, yaitu batas kontrol atas (*upper limit*) dan batas kontrol bawah (*lower limit*). Batasan tersebut diperoleh dari penggandaan nilai akar dari *MAD* (lihat lampiran perhitungan peramalan). Metode ini mengandung asumsi sebagai berikut :

- Nilai kesalahan peramalan tersebar secara acak di sekitar nilai nol.
- Penyebaran *error* peramalan dianggap mengikuti distribusi normal.

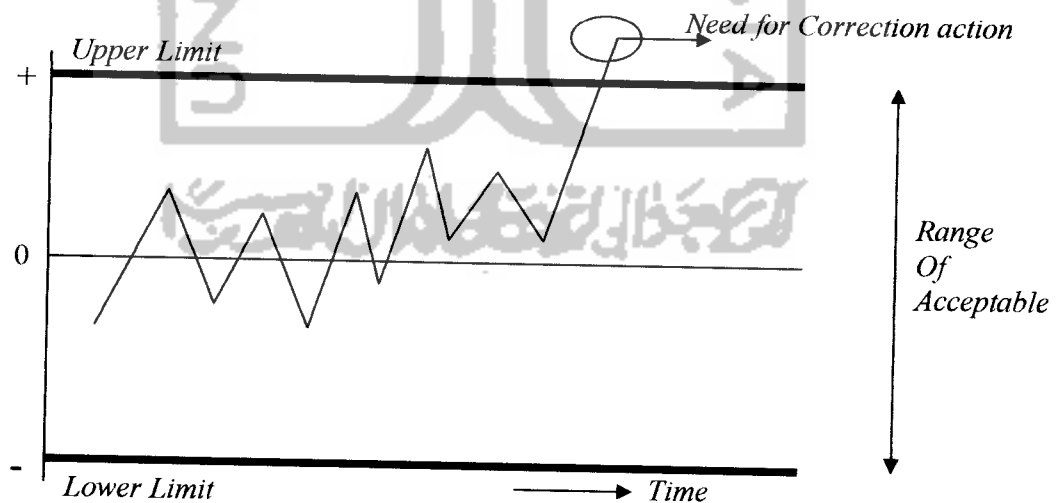
$$\sigma = \sqrt{MAD} \dots\dots\dots (3.24)$$

dimana :

σ = harga estimasi *Standart deviation* dari penyebaran *error*

pengambilan nilai batas kontrol *tracking signal* terlihat pada Gambar 3.4 dengan ketentuan :

- 95 % nilai *tracking signal* diharapkan di dalam batas kontrol sebesar $0 \pm 2 \sigma$
- 99 % nilai *tracking signal* diharapkan di dalam batas kontrol sebesar $0 \pm 3 \sigma$

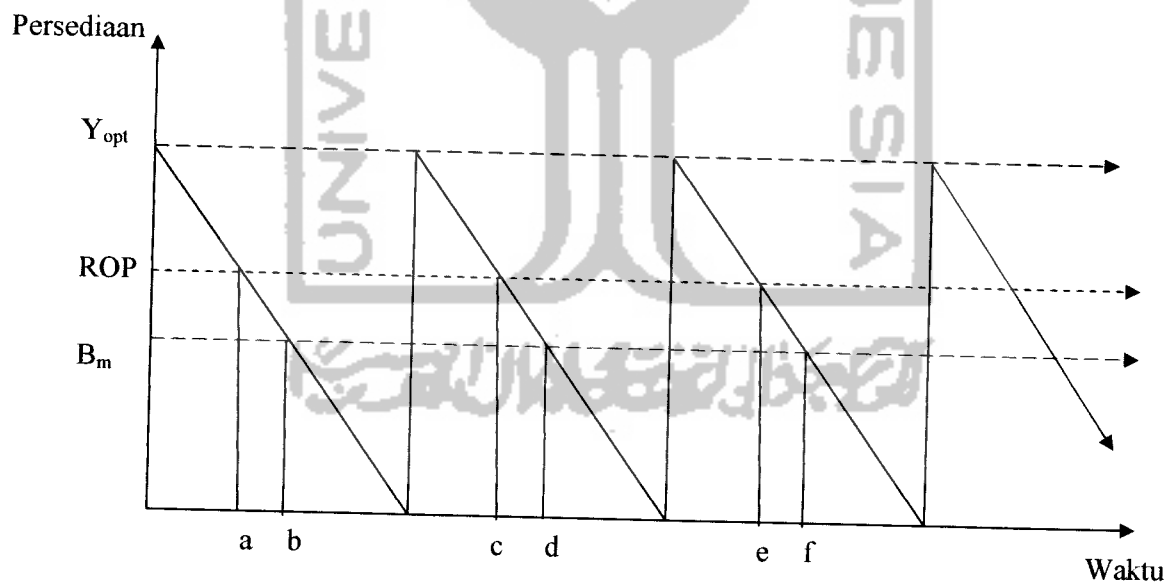


Gambar 3.4 Kurva nilai batas kontrol penilaian *tracking signal*
(sumber :Sudjana, metoda statistika)

3.5 Metode EOQ (*Economic Order Quantity*)

Jumlah pemesanan yang dapat meminimumkan total biaya persediaan disebut *Economic Order Quantity* (EOQ). Penjabaran sederhananya adalah bahwa metode tersebut mempunyai prinsip pengaturan persediaan dengan cara jumlah pemesanan yang paling ekonomis, dengan cara memperhitungkan cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum, dan titik pemesanan kembali.

Secara klasik model persediaan yang ideal adalah seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 3.5. Q adalah jumlah pembelian dan ketika pesanan diterima jumlah persediaan sama dengan Q . Dengan tingkat penggunaan tetap, persediaan akan habis dalam waktu tertentu dan ketika persediaan hanya tinggal sebanyak kebutuhan selama tenggang waktu, pemesanan kembali (*Reorder Point = ROP*) harus dilakukan.



Keterangan : Y_{opt} = jumlah pemesanan ; B_m = cadangan penyangga ; ROP = pemesanan titik ulang
 $ac = ce$ = interval pemesanan ; $ab = cd = ef$ = tenggang waktu

Gambar 3.5 Model Persediaan

a. Analisa penentuan titik pemesanan ulang

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

$$R = B + \beta L \dots\dots\dots (3.25)$$

dimana : R = titik pemesanan

B = cadangan penyangga

βL = pemakaian kebutuhan selama tenggang waktu

b. Cadangan penyangga

Cadangan penyangga disiapkan untuk memenuhi kebutuhan bila sewaktu-waktu kebutuhan tersebut melebihi dari yang diperkirakan. Besarnya cadangan penyangga tergantung dari pemesanan ulang dan pemakaian selama tenggang waktu. Menurut Buchan and Koenigsberg, 1963, perhitungan cadangan penyangga diperoleh dengan cara menentukan suatu tingkat resiko atau tingkat pelayanan yang diinginkan oleh perusahaan dalam memproduksi beton.

$$B_m = \mu_m + (1-p) \cdot \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (3.26)$$

dimana : p = tingkat resiko yang diijinkan

B_m = cadangan penyangga

βL = konsumsi material selama waktu L

L = lead time, yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba di lokasi

μ_m = rata-rata kebutuhan

σ_m = standar deviasi

c. Penentuan jumlah pesanan optimum

$$Y_{optimum} = \sqrt{\frac{2 * K_m * (\mu_m * n)}{H_m}} \quad (3.27)$$

dimana : Y_{opt} = jumlah pesanan optimum

K_m = besarnya biaya untuk satu kali pemesanan

H_m = besar biaya penyimpanan

μ_m = rata-rata kebutuhan material

n = waktu pengendalian

d. Penentuan siklus pemesanan

$$N = \frac{\mu_m * n - B_m}{Y_{optimum}} \quad (3.28)$$

dimana : N = siklus pemesanan

μ_m = rata-rata kebutuhan material

n = jangka waktu pengendalian

B_m = cadangan penyangga

$Y_{optimum}$ = jumlah pesanan optimum

e. Tingkat layanan (*service level*)

Service level dapat didefinisikan sebagai probabilitas di mana permintaan tidak akan melebihi persediaan selama *lead time* (dengan kata lain jumlah persediaan *on hand* cukup untuk memenuhi permintaan), sehingga :

Service level = 100% - resiko kehabisan persediaan (*stock out risk*)

Jumlah cadangan penyangga tergantung pada faktor-faktor berikut ini :

1. Rata-rata persediaan
2. Rata-rata *lead time*
3. Tingkat *service level* yang diinginkan.

