

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

Dalam sebuah perusahaan ada banyak sekali hal penting yang harus dilakukan salah satunya adalah kegiatan produksi. Karena dengan kegiatan produksi ini maka tujuan perusahaan bisa tercapai sesuai dengan keinginan. Untuk proses kegiatan produksi sendiri, di era seperti ini sudah tidak terlepas dari teknologi. Meskipun begitu setiap prosesnya akan lebih baik jika dilandasi dengan sistem produksi.

Hal ini dikarenakan sistem produksi diciptakan oleh perusahaan dengan tujuan untuk memastikan bahwa proses produksi tetap berjalan dengan baik sampai mencapai tujuan akhirnya. Sistem seperti ini diterapkan pada semua bisnis yang bergerak dalam industri apapun, dan tidak terbatas pada manufaktur.

Sistem produksi merupakan satu susunan kegiatan ataupun elemen yang semuanya saling berhubungan untuk mencapai tujuan akhir. Tidak hanya saling berhubungan, tapi juga semua elemen tersebut akan saling menopang satu dengan yang lainnya. Bisa dikatakan bahwa sistem ini adalah sistem integral yang didalamnya terdapat fungsional perusahaan dan juga komponen yang sifatnya struktural. Untuk yang fungsional itu terdiri dari pengendalian, perencanaan, pengawasan, dan lainnya yang masih berhubungan dengan pengaturan (manajerial). Lalu ada struktural yang terdiri dari tenaga kerja, mesin, peralatan, dan sebagainya.

Jenis sistem produksi dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Berdasarkan Proses Menghasilkan Sesuatu

Jenis yang pertama dari sistem ini adalah berdasarkan proses yang menghasilkan sesuatu. Bisa dibayangkan ini adalah proses yang menghasilkan sebuah *output*. Dalam jenis yang satu ini akan dibagi lagi menjadi dua bagian yang didasarkan pada waktu prosesnya, seperti berikut ini.

- 2.1 *Continuous Process.*

Bisa disebut juga dengan proses produksi yang sifatnya berlanjut atau kontinu. Untuk proses produksi ini biasanya sistem akan menyusun peralatan ataupun komponen yang dibutuhkan secara berurutan sesuai dengan kegiatan produksi yang dilakukan. Bahkan bahan yang ada di dalam proses ini juga

sudah mengalami proses standarisasi sebelumnya. Biasanya kegiatan ini cocok untuk perusahaan yang memiliki permintaan atau demand tinggi.

2.2 *Intermitten Process.*

Berbeda dengan yang sebelumnya, kali ini adalah proses produksi yang memiliki waktu produksi dengan sifat yang putus-putus. Biasanya kegiatan ini baru akan dilakukan ketika ada permintaan pada produk. Sehingga proses ini biasanya tidak membutuhkan standar khusus ketika melakukannya. Jadi dalam penyusunan peralatan produksinya juga tidak berurutan dan lebih fleksibel.

2. Berdasarkan Tujuan Operasinya.

Lalu ada lagi jenis yang berdasarkan tujuan dari operasi produksi tersebut dibuat. Kali ini penjabarannya jauh lebih luas lagi jika dibandingkan dengan jenis yang sebelumnya. Sehingga pembahasannya akan dibagi berdasarkan sub jenisnya itu sendiri.

a. *Assembly To Order (ATO).*

Pada jenis yang satu ini biasanya produsen hanya membuat desain yang standar, dengan modul operasional yang juga standar. Nantinya biasanya produk yang dihasilkan itu merupakan hasil rakitan berdasarkan permintaan konsumen dan juga modul. Salah satu industri yang seperti ini adalah perusahaan pabrik mobil.

b. *Engineering To Order (ETO).*

Kalau yang satu ini bisa dibilang perusahaan memproduksi barang *custom*, atau sesuai dengan pesanan pelanggan. Sehingga bisa dibilang bahwa perusahaan memproduksi suatu barang dari mulai desain sampai hasilnya sesuai dengan permintaan dari pihak konsumen. Jadi sistem yang diterapkan juga biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dari proses ini.

c. *Make To Order (MTO).*

Sesuai dengan namanya dimana produsen baru akan mengerjakan produk tersebut setelah sebelumnya pesanan item tersebut sudah diterima. Jadi sistem produksi yang digunakan pastinya akan jauh lebih berbeda jika dibandingkan dengan yang lain. Karena pengerjaan baru akan dilakukan setelah produk yang dipesan sudah diputuskan oleh konsumen.

d. *Make To Stock (MTS).*

Kalau sistem yang sebelumnya dibuat setelah produk dipesan oleh pembeli, maka kali ini berbeda. Karena untuk sistem ini dibuat untuk menyelesaikan produksinya hanya sebagai barang untuk berjaga-jaga atau untuk *stock*. Sehingga tidak harus menunggu pesanan dari konsumen terlebih dahulu dan proses pengerjaan sudah bisa dilakukan.

Setelah mengetahui jenisnya, sistem produksi juga mempunyai tujuan. Karena pastinya setiap hal yang diciptakan memiliki sebuah tujuan tertentu yang berguna untuk membantu proses dalam produksi di suatu perusahaan. Adapun beberapa tujuan dari sistem produksi diantaranya :

- Memenuhi Kebutuhan Perusahaan

Pertama untuk memenuhi kebutuhan dari perusahaan tersebut, dimana kebutuhan tersebut bisa berupa barang hasil produksi. Dengan adanya sistem produksi seperti ini kegiatan produksi bisa berjalan dengan lancar, dan semua barang produksi yang dibutuhkan bisa dibuat sesuai dengan pesanan. Bahkan untuk barang yang sifatnya *custom* sekalipun, akan tetap bisa diproses sesuai keinginan dengan proses yang baik.

- Memperhitungkan Modal

Lalu dengan adanya sistem seperti ini untuk melakukan proses sebuah produksi, tanpa sadar juga membantu pengusaha untuk memperhitungkan modal yang digunakan. Karena sistem ini membantu untuk mengurutkan komponen yang digunakan dan apa saja yang perlu untuk dilakukan dalam membuat sebuah produk. Sehingga modal yang digunakan dapat diperhitungkan dengan jelas.

- Membuat Proses Produksi Berjalan Dengan Teratur

Terakhir yaitu proses produksinya bisa berjalan dengan teratur karena seperti yang sebelumnya sudah dibahas bahwa semuanya diatur dengan baik. Bahkan jika memperhatikan jenis yang sebelumnya dibahas, bisa dipastikan bahwa apapun proses produksinya bisa dilangsungkan dengan baik apabila memiliki sistem produksi yang jelas. (Sugi Priharto, 2020)

2.2 Aliran Proses Produksi

Dalam suatu proses produksi terdapat tahap-tahap tertentu untuk pelaksanaan suatu rangkaian kegiatan. Ada tiga jenis aliran proses produksi yaitu:

1. Aliran produksi jenis *Flow Shop*

Merupakan jenis aliran produksi untuk pembuatan produk yang memiliki rancangan dasar tetap dan dikehendaki memenuhi pangsa pasar yang besar. Salah satu bentuk aliran produksi jenis ini adalah proses produksi yang mengalir secara kontinyu dimana material akan bergerak mengalir dari suatu proses kerja ke proses kerja berikutnya secara konstan.

2. Aliran produksi jenis *Job Shop*

Merupakan suatu aliran Produksi dimana pabrik yang menghendaki fleksibilitas dalam memenuhi keinginan konsumen untuk berbagai macam produk, maka rigiditas proses produksi harus dirubah dengan proses konversi yang lebih fleksibel. Tujuannya adalah untuk memenuhi order-order masuk, dimana order tersebut cenderung berbeda-beda dalam bentuk rancangan dasarnya.

3. Aliran produksi jenis *Project*

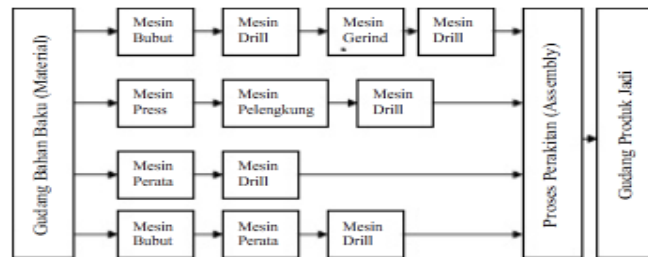
Merupakan suatu proses kerja yang menghasilkan produk yang bersifat agak kompleks dan biasanya memerlukan sejumlah kegiatan yang menggunakan sumber-sumber terbatas yang harus dikoordinasikan secara ketat.

2.3 Tata Letak Fasilitas Pabrik

Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Terdapat berbagai macam pengertian atau definisi mengenai tata letak pabrik. Wignjosoebroto (2009, p. 67) mengatakan bahwa: “tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi”. Adapun kegunaan dari pengaturan tata letak pabrik menurut Wignjosoebroto (2009, p. 67) adalah: “memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personal pekerja dan sebagainya”. Wignjosoebroto (2009, p. 67) menambahkan: “dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen (*department layout*) yang ada dari pabrik”.

Pemilihan dan penempatan alternatif layout merupakan langkah dalam proses pembuatan fasilitas produksi di dalam perusahaan, karena layout yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas-aktivitas produksi yang berlangsung. Disini ada empat macam atau tipe tata letak yang secara klasik umum diaplikasikan dalam desain *layout* yaitu:

1. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses produksi (*production line product* atau *product layout*)



Gambar 2.3 *Product Layout*

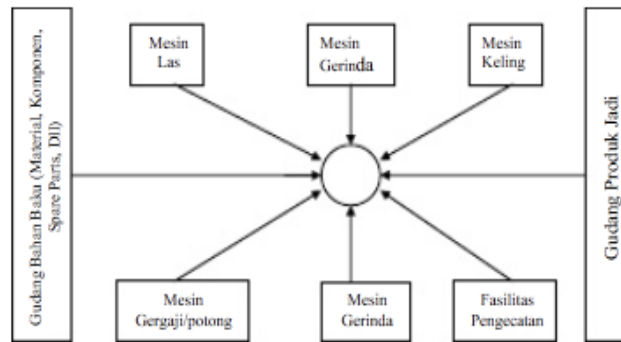
Dari diagram yang ada diatas dapatlah tata letak berdasarkan produk yang dibuat (*product layout*) atau disebut pula dengan (*flow line*) didefinisikan sebagai metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan kedalam satu departemen secara khusus. Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi adalah:

- a. Aliran pemindahan material berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya *material handling* rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak terpendek.
- b. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- c. *Work in process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- d. Adanya insentif bagi kelompok karyawan akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivitas kerjanya.
- e. Tiap unit produksi atau stasiun kerja memerlukan luas areal yang minimal. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah:

- a. Adanya kerusakan salah satu mesin (*machine break down*) akan dapat menghentikan aliran proses produksi secara total.
- b. Tidak adanya fleksibilitas untuk membuat produk yang berbeda.

- c. Stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.
 - d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang harus dimilikinya.
2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*fixed material location layout* atau *position layout*)



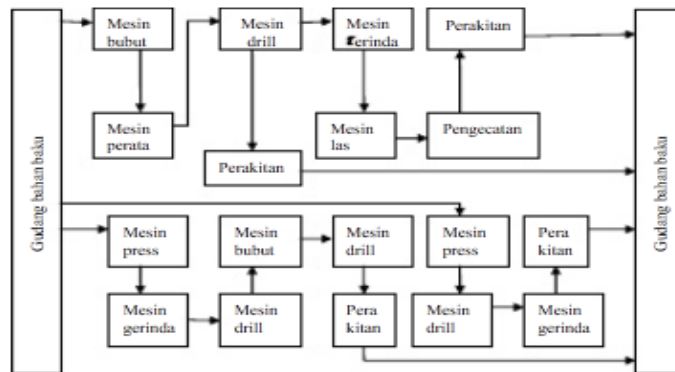
Gambar 2.4 *Position Lay out*

Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi atau lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti *tools*, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama tersebut. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi material tetap ini adalah:

- a. Karena yang bergerak pindah adalah fasilitas–fasilitas produksi, maka perpindahan material bisa dikurangi.
- b. Bilamana pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka *continuitas* operasi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai tercapai dengan sebaik–baiknya.
- c. Kesempatan untuk melakukan pengkayaan kerja (*job enrichment*) dengan mudah bisa diberikan.
- d. Fleksibilitas kerja sangat tinggi, karena fasilitas–fasilitas produksi dapat diakomodasikan untuk mengantisipasi perubahan–perubahan dalam rancangan produk, berbagai macam variasi produk yang harus dibuat (*product mix*) atau volume produksi.

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah:

- a. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi kerja berlangsung.
- b. Memerlukan operator dengan skill yang tinggi disamping aktivitas supervisi yang lebih umum dan intensif.
- c. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.
- Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*product family, product layout atau group technology layout*)

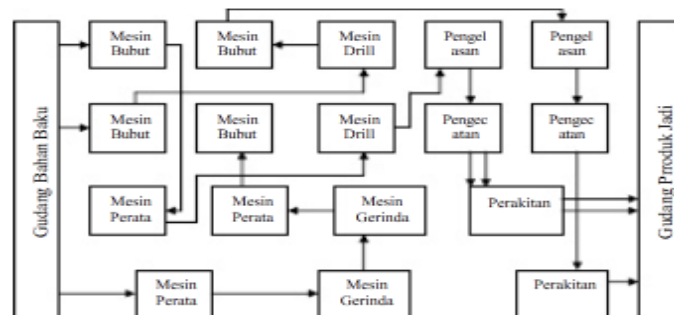


Gambar 2.5 *Group Technology Layout*

Tata letak tipe ini didasarkan pada pengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk–produk yang tidak identik dikelompok–kelompok berdasarkan langkah–langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai dan sebagainya. Disini pengelompokkan tidak didasarkan pada kesamaan jenis produk akhir seperti halnya pada tipe produk *layout*. Keuntungan yang diperoleh dari tata letak tipe ini adalah:

- a. Dengan adanya pengelompokkan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*).
- c. Berdasarkan pengaturan tata letak fasilitas produksi selama ini, maka suasana kerja kelompok akan bisa dibuat sehingga keuntungan–keuntungan dari aplikasi *job enlargement* juga akan diperoleh.
- d. Memiliki keuntungan yang bisa diperoleh dari *product layout*.

- e. Umumnya cenderung menggunakan mesin–mesin *general purpose* sehingga mestinya juga akan lebih rendah.
- Kerugian dari tipe ini adalah:
- a. Diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada.
 - b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui individu–individual yang ada.
 - c. Bilamana keseimbangan aliran setiap sel yang ada sulit dicapai, maka diperlukan adanya *buffers* dan *work in process storage*.
 - d. Beberapa kerugian dari *product* dan *process layout* juga akan dijumpai disini.
 - e. Kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.
- Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional atau process layout*)



Gambar 2.6 *Process Lay out*

Tata letak berdasarkan macam proses ini sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* yang merupakan metode pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama kedalam satu departement. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini adalah:

- a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin atau peralatan produksi lainnya.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.

- d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- e. Mudah untuk mengatasi *breakdown* daripada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan-hambatan signifikan.

Sedangkan kerugian dari tipe ini adalah:

- a. Karena pengaturan tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi, maka hal ini menyebabkan aktivitas pemindahan material.
- b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada akan memerlukan penambahan *space area* untuk *work in process storage*.
- c. Pemakaian mesin atau fasilitas produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi kompleks.
- d. Tipe *process layout* biasanya diaplikasikan untuk kegiatan *job order* yang mana banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi lebih kompleks.
- e. Diperlukan skill operator yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

2.4 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dengan menggunakan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis. Untuk melakukan peramalan diperlukan metode tertentu dan metode mana yang digunakan tergantung dari data dan informasi yang akan diramal serta tujuan yang hendak dicapai. Dalam prakteknya terdapat berbagai metode peramalan antara lain:

- Peramalan berdasarkan jangka waktu:
 1. Peramalan jangka pendek (kurang satu tahun, umumnya kurang tiga bulan: digunakan untuk rencana pembelian, penjadwalan kerja, jumlah TK, tingkat produksi),

2. Peramalan jangka menengah (tiga bulan hingga tiga tahun: digunakan untuk perencanaan penjualan, perencanaan dan penganggaran produksi dan menganalisis berbagai rencana operasi),
 3. Peramalan jangka panjang (tiga tahun atau lebih, digunakan untuk merencanakan produk baru, penganggaran modal, lokasi fasilitas, atau ekspansi dan penelitian serta pengembangan).
- Peramalan berdasarkan rencana operasi
 1. Ramalan ekonomi: membahas siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi dan indikator perencanaan lainnya,
 2. Ramalan teknologi: berkaitan dengan tingkat kemajuan teknologi dan produk baru,
 3. Ramalan permintaan: berkaitan dengan proyeksi permintaan terhadap produk perusahaan. Ramalan ini disebut juga ramalan penjualan, yang mengarahkan produksi, kapasitas dan sistem penjadwalan perusahaan.
 - Peramalan berdasarkan metode / pendekatan:
 1. Peramalan kuantitatif, menggunakan berbagai model matematis atau metode statistik dan data historis dan atau variabel-variabel kausal untuk meramalkan permintaan.
 2. Peramalan kualitatif, menggunakan intuisi, pengalaman pribadi dan berdasarkan pendapat (*judgment*) dari yang melakukan peramalan.

2.5 Definisi Peramalan Permintaan

Menurut Sudjana dalam Widiyarini (2016), peramalan diartikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara alamiah khususnya menggunakan metode statistika. Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian dari permintaan konsumen terhadap barang yang akan diproduksi. Bukan hanya sekadar barang (*finish good*), kebutuhan akan suku cadang mesin juga dapat menjadi objek dalam peramalan.

Metode peramalan dapat dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan apabila data masa lalu tidak dapat diakses atau tidak ada, sehingga peramalan tidak dapat dilakukan secara akurat. Metode ini melibatkan pendapat para ahli. Pendapat ini

menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan yang telah dilakukan.

Peramalan permintaan dilakukan dengan tujuan untuk mendasari pengambilan keputusan perusahaan. Pertimbangan yang mendasari pengambilan keputusan ini tentu dilakukan berdasarkan histori data, pendapat ahli, dan juga batasan tertentu pada perusahaan (Ariyani, 2010). Pada dasarnya peramalan berperan dalam setiap aspek fungsional. Namun, peramalan bukanlah pengganti dari sebuah perencanaan melainkan sebagai bagian dari perencanaan. Sehingga pada umumnya peramalan digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien, juga untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang serta untuk membuat keputusan yang tepat (Sari, 2018).

2.6 Prosedur Peramalan

Dalam melakukan peramalan terdiri dari beberapa tahapan khususnya jika menggunakan metode kuantitatif. Tahapan tersebut adalah:

1. Mendefinisikan tujuan peramalan

Misalnya peramalan dapat digunakan selama masa pra-produksi untuk mengukur tingkat dari suatu permintaan.

2. Membuat diagram pencar (Plot Data)

Misalnya memplot *demand* versus waktu, dimana *demand* sebagai *ordinat* (Y) dan waktu sebagai *axis* (X).

3. Memilih model peramalan yang tepat

Melihat dari kecenderungan data pada diagram pencar, maka dapat dipilih beberapa model peramalan yang diperkirakan dapat mewakili pola tersebut.

4. Melakukan Peramalan

Memperhitungkan data yang akan di prediksi kedepannya

5. Menghitung kesalahan ramalan (*forecast error*)

Keakuratan suatu model peramalan bergantung pada seberapa dekat nilai hasil peramalan terhadap nilai data yang sebenarnya. Perbedaan atau selisih antara nilai aktual dan nilai ramalan disebut sebagai “kesalahan ramalan (*forecast error*)” atau deviasi yang dinyatakan dalam:

$$e_t = Y(t) - Y'(t)$$

Keterangan:

$Y(t)$ = Nilai data aktual pada periode t

$Y'(t)$ = Nilai hasil peramalan pada periode t

t = Periode peramalan

6. Memilih Metode Peramalan dengan kesalahan yang terkecil.

Apabila nilai kesalahan tersebut tidak berbeda secara signifikan pada tingkat ketelitian tertentu (Uji statistik F), maka pilihlah secara sembarang metode-metode tersebut.

7. Melakukan Verifikasi

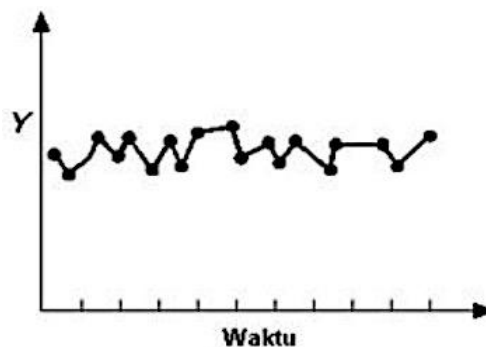
Untuk mengevaluasi apakah pola data menggunakan metode peramalan tersebut sesuai dengan pola data sebenarnya.

2.7 Pola Permintaan

Permintaan terhadap produk tertentu selalu dalam kondisi dinamis kecuali adanya kontrak (perjanjian) sebelumnya. Menurut pola datanya, permintaan dapat dibedakan menjadi empat yaitu:

1. Pola data horizontal

Pola data horizontal sering juga disebut sebagai pola data *stationary*. Pola data ini tersusun apabila nilai-nilai dari data permintaan berkisar diantara nilai rata-rata. Dengan demikian, pola data ini dapat dikatakan sebagai stasioner pada rata-rata hitungnya (*mean*). Berikut adalah grafik pola data horizontal:



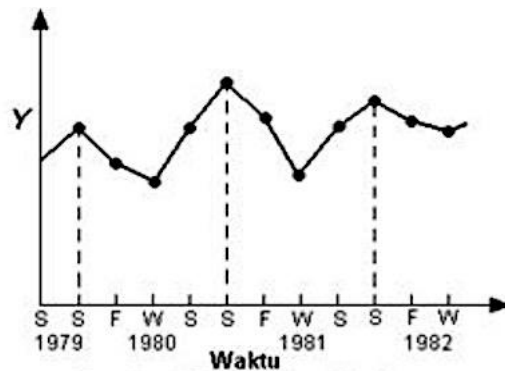
Gambar 2.11 Grafik Pola Data Horizontal

(Sumber: Afrianti, 2016)

2. Pola data musiman

Pola data musiman sering juga disebut sebagai pola data *seasonal*. Pola data ini tersusun apabila data pada satu deret waktu dipengaruhi oleh faktor musim. Dalam hal ini, pola data cenderung mirip dengan selisih hitung yang kecil. Bahkan hampir setiap data pada satu periode tertentu dimungkinkan untuk sama. Pola data ini juga merupakan pola yang berulang-ulang dalam selang waktu tetap dan

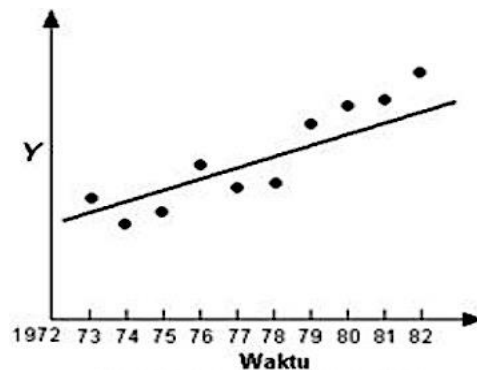
umumnya tidak lebih dari satu tahun (Santoso, 2009). Berikut adalah grafik pola data musiman:



Gambar 2.12 Grafik Pola Data Musiman
(Sumber: Afrianti, 2016)

3. Pola data *trend*

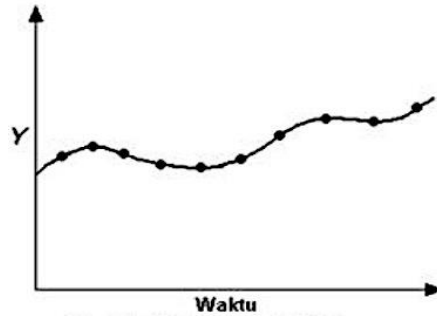
Pola data *trend* terjadi apabila susunan dari data menaik atau menurun dari data permintaan pada periode jangka panjang. Pola data ini terlihat dari masa produk yang mengalami kejayaan atau pola naik. Namun pada periode tertentu data juga dapat menurun dan disebut sebagai pola data turun atau *decline*. Berikut adalah grafik dari pola data *trend*:



Gambar 2.13 Grafik Pola Data *Trend*
(Sumber: Afrianti, 2016)

4. Pola Data Siklis

Pola data siklis merupakan pola data yang dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Siklus bisnis dapat berhubungan erat dengan pola data ini. Berikut adalah grafik dari pola data siklis:



Gambar 2.14 Grafik Pola Data Siklis

(Sumber: Afrianti, 2016)

2.8 Metode Peramalan

Model kuantitatif intrinsik sering disebut sebagai model-model deret waktu (*Time Series model*). Model deret waktu yang populer dan umum diterapkan dalam peramalan permintaan adalah rata-rata bergerak (*Moving Averages*), pembobotan rata-rata bergerak (*Weighted Moving Averages*), pemulusan eksponensial (*Single Exponential Smoothing*).

1. Metode *Moving Average*

Metode ini diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan data dimasa lalu yang terbaru. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. Tujuan ini dicapai dengan merata-rata beberapa nilai data secara bersama-sama dan menggunakan nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan permintaan untuk periode yang akan datang.

Metode ini digunakan apabila datanya tidak bersifat *trend* dan tidak dipengaruhi faktor musim, dan peramalan ini cocok digunakan untuk peramalan dengan periode waktu yang spesifik atau singkat. Berikut rumus dari metode *Moving Average*:

$$\text{Moving Average} = \frac{\sum \text{Permintaan data N periode sebelumnya}}{N}$$

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=1}^N y_{t-i}}{N} = \frac{y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-N}}{N}$$

Keterangan:

\hat{y}_t = Ramalan Permintaan pada periode t

y_{t-i} = Permintaan pada actual pada periode t-i

N = Jumlah periode dalam rata-rata bergerak yaitu dua, tiga, empat, lima atau enam periode.

2. Metode *Weighted Moving Average*

Metode *Weighted Moving Average* atau rata-rata bergerak tertimbang merupakan salah satu metode peramalan data *time series* dengan menetapkan bobot (*weighted factor*) dari data-data historis. Teknik ini lebih responsif terhadap perubahan karena periode yang lebih dekat mendapat bobot yang lebih berat. Pemilihan bobot merupakan hal yang tidak pasti karena tidak ada rumus untuk menetapkan (Render dan Heizer, 2005). Penetapan pemberian bobot bersifat subjektif, tergantung pada pengalaman dan opini analis data. Adapun beberapa acuan pemikiran dalam penentuan bobot adalah sebagai berikut:

- 1) Perlu menetapkan, apakah observasi yang terakhir lebih besar peluang pembobotannya atau sebaliknya. Apabila peluang pembobotannya lebih besar pada observasi yang terakhir, maka *weighted factor* akan lebih besar pada periode akhir dibandingkan dengan periode awal.
- 2) Jumlah peluang pembobotannya adalah sama dengan satu. Kemudian untuk menghitung *weight moving average* menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dengan w_t adalah pembobotan pada data dan X_t adalah data aktual atau data historis.

3. Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode *Single Exponential Smoothing* lebih cocok digunakan untuk meramalkan hal-hal yang fluktuasinya secara acak (tidak teratur). Metode *Single Exponential Smoothing* digunakan untuk mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai *mean* yang tetap, tanpa *trend*, atau pola pertumbuhannya konsisten (Rachman, 2018). Metode ini merupakan teknik peramalan menggunakan penimbangan terhadap data yang ada di masa lalu dengan cara eksponensial. Pemberian bobot dilakukan pada data sehingga data paling akhir mempunyai bobot lebih besar dalam rata-rata bergerak (DeLurgio, 1998). *Single Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan perbaikan dari metode *Moving Average*. Sehingga, metode ini sangat cocok untuk memprediksi hal-hal yang fluktuasinya tidak teratur (Handoko, 2019).

Model peramalan pemulusan eksponensial bekerja hampir serupa dengan *thermostat*, di mana apabila galat ramalan (*forecast error*) adalah positif, yang

berarti nilai aktual permintaan lebih tinggi dari pada nilai ramalan ($A-F > 0$), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan ramalan. Sebaliknya apabila galat ramalan adalah negative, berarti nilai aktual permintaan lebih rendah daripada nilai ramalan ($A-F < 0$), maka model pemulusan eksponensial secara otomatis menurunkan nilai ramalan. Pola ramalan ini cenderung dipilih apabila pola historis data aktual permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu. Berikut adalah formulasi dari metode peramalan pemulusan eksponensial:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$$

Keterangan:

- \hat{y}_{t+1} : Nilai ramalan untuk periode t+1
- y_t : Permintaan actual periode t
- \hat{y}_t : Hasil peramalan permintaan pada periode t
- α : konstanta pemulusan (*smoothing constant*)

Permasalahan umum yang dihadapi apabila menggunakan model pemulusan eksponensial adalah memilih konstanta pemulusan (α) yang diperkirakan tepat. Nilai konstanta pemulusan dipilih di antara 0 dan 1 karena berlaku $0 < \alpha < 1$. Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, nilai α yang dipilih adalah yang mendekati 1. Pola historis dari data aktual permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu, α yang dipilih adalah yang nilainya mendekati nol (Gaspersz, 1999).

2.9 Ukuran Akurasi Peramalan

Dalam meramalkan permintaan, ukuran kesalahan peramalan digunakan pertimbangan dalam pemilihan metode peramalan. Akurasi perkiraan yang mengacu pada seberapa baik model peramalan dibutuhkan untuk mengetahui metode mana yang akan terpilih Markridakis dalam Wardah dan Iskandar (2017). Semakin kecil hasil uji kesalahan dalam metode tertentu, maka metode peramalan itu yang dipilih. 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*).

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Nilai MAD dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

Keterangan:

Y_t : Ramalan permintaan periode ke- t

\hat{Y}_t : Permintaan aktual pada periode ke- t

n : Jumlah data

2. *Mean Square Error (MSE)*

MSE merupakan metode alternatif dalam suatu metode peramalan. Pendekatan ini penting karena teknik ini menghasilkan kesalahan yang moderat lebih di sukai oleh suatu peramalan yang menghasilkan kesalahan yang sangat besar. MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

Keterangan:

Y_t : Ramalan permintaan periode ke- t

\hat{Y}_t : Permintaan aktual pada periode ke- t

n : Jumlah data

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE merupakan ukuran kesalahan relative. MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{\sum_{t=1}^n Y_t} \right) \times 100$$

Keterangan:

Y_t : Nilai data actual pada periode t

\hat{Y}_t : Nilai data ramalan pada periode t

n : Banyaknya periode t

4. *Tracking Signal*

Validasi peramalan dilakukan dengan *Tracking Signal*. *Tracking Signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu peramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. Nilai *Tracking Signal* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n [Y_i - \hat{Y}_i]}{MAD}$$

Keterangan:

Y_i : Ramalan permintaan periode ke- i

\hat{Y}_i : Permintaan aktual pada periode ke- i

Tracking signal yang telah dihitung dapat dibuat peta kontrol untuk melihat kelayakan data di dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Beberapa ahli dalam sistem peramalan seperti George Plossl dan Oliver Wight, menyarankan untuk menggunakan nilai *tracking signal* maksimum +4 dan -4, sebagai batas-batas pengendalian untuk *tracking signal*. Dengan demikian apabila *tracking signal* telah berada diluar batas pengendalian, model peramalan perlu ditinjau kembali, karena akurasi peramalan tidak dapat diterima.

2.10 Verifikasi dan Pengendalian Peramalan

Dalam peramalan terhadap jumlah permintaan atau kebutuhan konsumen periode kedepan dibutuhkan verifikasi. Verifikasi ini bertujuan untuk pemeriksaan kebenaran atau pendekatan terhadap kondisi sebenarnya. Langkah ini penting dilakukan setelah peramalan. Sepanjang aktualitas peramalan tersebut dipercaya, hasil peramalan akan terus digunakan. Jika selama proses verifikasi tersebut ditemukan keraguan validitas metode peramalan yang digunakan, maka harus diganti dengan metode lainnya.

2.11 Peta *Moving Range*

Peta *moving range* merupakan suatu peta yang dirancang untuk membandingkan nilai permintaan actual dengan nilai ramalan. Setelah metode peramalan digunakan, maka peta ini menjadi alat untuk menguji kestabilan dari

sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan. *Moving Range* memiliki formulasi sebagai berikut:

$$MR = |(\hat{y}_t - y_t) - (\hat{y}_{t-1} - y_{t-1})|$$

dengan perhitungan rata-rata *Moving Range* sebagai berikut:

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{t=1}^n MR}{n - 1}$$

Pada Peta *Moving Range* garis tengah adalah pada titik nol. Batas kendali atas dan batas kendali bawah dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$BKA = +2.66 \overline{MR}$$

$$BKB = -2.66 \overline{MR}$$

keterangan:

MR : Koefisien *Moving Range*

\overline{MR} : Rata-rata koefisien *Moving Range*

BKA : Batas kendali atas

BKB : Batas kendali bawah

\hat{y}_t : Jumlah ramalan permintaan periode ke-t

y_t : Jumlah permintaan aktual periode ke-t

\hat{y}_{t-1} : Jumlah ramalan permintaan periode ke-t-1

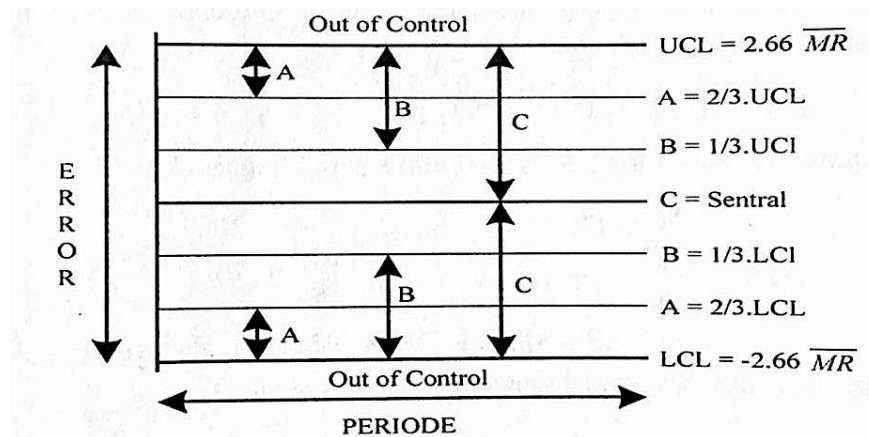
y_{t-1} : Jumlah permintaan aktual periode ke-t-1

n : Peiode

Minimal data yang ada di peta *Moving Range* adalah sebanyak 10 data. Batas yang ditetapkan dengan harapan hanya ada tiga data dari seribu data yang keluar dari batas kendali. Hal ini berarti, jika ditemukan satu titik saja yang berada diluar batas kendali dari sepuluh data tersebut, maka metode peramalan yang digunakan digantikan dengan metode lain. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua titik telah masuk dalam batas kendali, diasumsikan peramalan yang dihasilkan telah cukup baik.

2.12 Uji Kondisi di Luar Kendali

Pengujian dilakukan dengan tujuan memvalidasi peramalan yang telah dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan sebuah peta yang dinamakan *Moving Range Chart*. Uji yang paling tepat bagi kondisi di luar kendali adalah adanya titik di luar batas kendali. Uji ini dilakukan dengan cara membagi peta kendali ke dalam enam bagian dengan selang yang sama. Berikut adalah pembagiannya:



Gambar 2.15 Pembagian Daerah Kriteria di Luar Kendali

- a. Daerah A adalah daerah diluar $\pm 2/3 (2.66 \overline{MR}) = \pm 1,77 \overline{MR}$ atau setara dengan bagian atas adalah $+1,77 \overline{MR}$ dan bagian bawah adalah $-1,77 \overline{MR}$.
- b. Daerah B adalah daerah diluar $\pm 1/3 (2.66 \overline{MR}) = \pm 0,89 \overline{MR}$ atau setara dengan bagian atas adalah $+0,89 \overline{MR}$ dan bagian bawah adalah $-0,89 \overline{MR}$.

Ada delapan titik berturut-turut titik yang berada di salah satu sisi. Titik ini bisa diatas atau dibawah garis tengah.