

BAB II

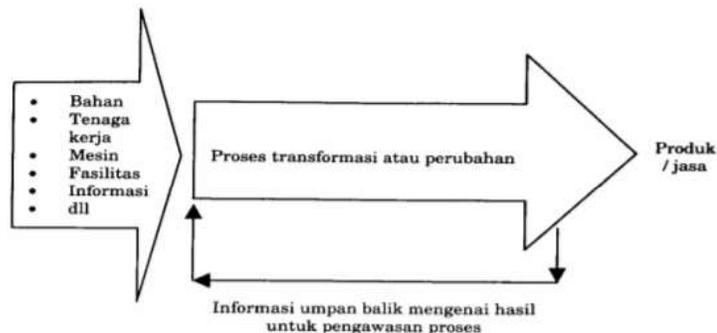
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

2.1.1 Pengertian Sistem Produksi

Definisi sistem produksi adalah suatu aktivitas untuk mengolah atau mengatur penggunaan sumber daya (*resources*) yang ada dalam proses penciptaan barang-barang atau jasa-jasa yang bermanfaat dengan melakukan optimasi terhadap tujuan perusahaan. Dapat pula dikatakan bahwa sistem produksi merupakan interaksi antara masukan-masukan yang berupa sumber daya yang ada seperti bahan dasar, bahan-bahan pembantu, tenaga kerja dan mesin-mesin serta alat-alat perlengkapan yang dipergunakan.

Gambar di bawah ini menunjukkan operasi sebagai suatu sistem produksi:



Gambar 2.1 Sistem Produksi Sebagai Proses Transformasi

Pada gambar tersebut di atas adanya informasi umpan balik yang digunakan dalam pengendalian teknologi proses atau masukan-masukan. Sistem transformasi tersebut selalu berinteraksi dengan lingkungannya.

Terdapat dua macam lingkungan yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Lingkungan internal dan lingkungan eksternal. Lingkungan internal adalah lingkungan di dalam perusahaan tetapi di luar fungsi operasi. Ada kemungkinan manajemen perusahaan yang lebih tinggi, atau fungsi di luar fungsi operasi mengubah kebijakan, sumber daya, tujuan dan sebagainya, sehingga mau tidak mau sistem transformasi pada fungsi operasi harus menyesuaikan dengan keadaan lingkungan yang baru.
- b. Lingkungan di luar perusahaan dapat mengalami perubahan baik itu menyangkut masalah politik, sosial, ekonomi maupun kebijakan pemerintah, ataupun juga keinginan dan tuntutan dari konsumen, sehingga akan mengakibatkan perubahan pada masukan, keluaran ataupun sistem transformasi operasi. Sebagai contoh adalah adanya perubahan keadaan ekonomi menyebabkan manajemen operasi melakukan perbaikan pada prakiraan permintaan.

2.1.2 Ruang Lingkup Sistem Produksi

Ruang lingkup Sistem Produksi dalam dunia industri manufaktur apapun akan memiliki fungsi yang sama. Fungsi atau aktifitas-aktifitas yang ditangani oleh departemen produksi secara umum adalah sebagai berikut :

1. Mengelola pesanan (*order*) dari pelanggan. Para pelanggan memasukkan pesanan-pesanan untuk berbagai produk. Pesanan-pesanan ini dimasukkan dalam jadwal produksi utama, bila jenis produksinya *made to order*.
2. Meramalkan permintaan. Perusahaan biasanya berusaha memproduksi secara lebih independent terhadap fluktuasi permintaan. Permintaan ini perlu

diramalkan agar skenario produksi dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan tersebut. Permintaan ini harus dilakukan bila tipe produksinya adalah *made to stock*.

3. Mengelola persediaan. Tindakan pengelolaan persediaan berupa melakukan transaksi persediaan, membuat kebijakan persediaan pengamatan, kebijakan kuantitas pesanan/ produksi, kebijakan frekuensi dan periode pemesanan, dan mengukur performansi keuangan kebijakan yang dibuat.
4. Menyusun rencana agregat (penyesuaian permintaan dengan kapasitas). Pesanan pelanggan dan atau ramalan permintaan harus dikompromikan dengan sumber daya perusahaan (fasilitas, mesin, tenaga kerja, keuangan dan lain-lain). Rencana agregat bertujuan untuk membuat skenario pembebanan kerja untuk mesin dan tenaga kerja (reguler, lembur, dan subkontrak) secara optimal untuk keseluruhan produk dan sumber daya secara terpadu (tidak per produk).
5. Membuat jadwal induk produksi (JIP). JIP adalah suatu rencana terperinci mengenai apa dan berapa unit yang harus diproduksi pada suatu periode tertentu untuk setiap item produksi. JIP dibuat dengan cara (salah satunya) memecah (disagregat) ke dalam rencana produksi (apa, kapan, dan berapa) yang akan direalisasikan. JIP ini akan diperiksa tiap periodik atau bila ada kasus. JIP ini dapat berubah bila ada hal yang harus diakomodasikan.
6. Merencanakan Kebutuhan. JIP yang telah berisi apa dan berapa yang harus dibuat selanjutnya harus diterjemahkan ke dalam kebutuhan komponen, *sub-assembly*, dan bahan penunjang untuk menyelesaikan produk. Perencanaan kebutuhan material bertujuan untuk menentukan apa, berapa, dan kapan

komponen, *sub-assembly* dan bahan penunjang harus dipersiapkan. Untuk membuat perencanaan kebutuhan diperlukan informasi lain berupa struktur produk (*bill of material*) dan catatan persediaan. Bila hal ini belum ada, maka tugas departement PPC untuk membuatnya.

7. Melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi. Penjadwalan ini meliputi urutan pengerjaan, waktu penyelesaian pesanan, kebutuhan waktu penyelesaian, prioritas pengerjaan dan lain-lainnya.
8. *Monitoring* dan pelaporan pembebanan kerja dibanding kapasitas produksi. Kemajuan tahap demi tahap simonitor untuk dianalisis. Apakah pelaksanaan sesuai dengan rencanan yang dibuat.
9. Evaluasi skenario pembebanan dan kapasitas. Bila realisasi tidak sesuai rencana agregat, JIP, dan Penjadwalan maka dapat diubah/ disesuaikan kebutuhan. Untuk jangka panjang, evaluasi ini dapat digunakan untuk mengubah (menambah) kapasitas produksi. Fungsi tersebut dalam praktik tidak semua perusahaan akan melaksanakannya. Ada tidaknya suatu fungsi ini diperusahaan, juga ditentukan oleh teknik atau metode perencanaan dan pengendalian produksi (sistem produksi) yang digunakan perusahaan

2.1.3 Jenis-Jenis Proses Produksi

1. Sistem Porduksi Berdasarkan Proses Menghasilkan *Output*

Sistem porduksi berdasarkan proses menghasilkan *output* dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu

- a. Proses Produksi Kontinu (*Continuous Process*)
- b. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Proces/Discrete System*)

Perbedaan pokok antara kedua proses ini adalah pada lamanya waktu *set up* peralatan produksi. Proses kontinyu tidak memerlukan waktu *set up* yang lama karena proses ini memproduksi secara terus menerus untuk jenis produk yang sama, misalnya pabrik susu *instant* Dancow. Sedangkan proses terputus memerlukan total waktu *set up* yang lebih lama karena proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi barang sesuai pesanan, sehingga adanya pergantian jenis barang yang diproduksi akan membutuhkan kegiatan *set up* yang berbeda. Contoh dari proses terputus antara lain adalah usaha perbengkelan. Jenis proses produksi ini akan mempengaruhi tata letak fasilitas dari peralatan produksi. (Nasution, 1999)

a. Proses Produksi Kontinu (*Continuous Process*)

Produksi kontinu adalah suatu metode proses produksi di mana proses berlangsung secara terus - menerus tanpa terhenti. Proses produksi secara kontinu dilakukan pada industri dengan skala produksi besar. Pada proses produksi secara kontinu umum digunakan sistem yang terotomatisasi. Dengan bantuan PLC (*Programmable Logic Controller*) atau pengontrol otomatis lain, kesalahan proses produksi akibat kecerobohan manusia dapat dikurangi sehingga proses produksi dapat berlangsung terus - menerus dengan kondisi yang stabil atau bahkan mendekati tunak (semua keadaan konstan dan tidak berubah). Contoh dari proses produksi kontinu adalah produksi laptop yang dilakukan di perusahaan besar, seperti ASUS, ACER, dan lainnya.

Karakteristik dari proses produksi yang terus-menerus (*continuous process*) adalah sebagai berikut :

- Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar (produksi masal) dengan variasi yang sangat sedikit dan sudah distandarisasikan.

- Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan urutan pengerjaan dari produk yang dihasilkan (*product layout*) atau departemen-talisasi berdasarkan produk.
- Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat khusus untuk menghasilkan produk tersebut, yang dikenal dengan nama *Special Purpose Machines*.
- Oleh karena mesin-mesin bersifat khusus dan biasanya semi otomatis, maka pengaruh *individual operator* terhadap produk yang dihasilkan kecil sekali, sehingga operatornya tidak perlu mempunyai keahlian atau ketrampilan yang tinggi untuk pengerjaan produk tersebut.
- Apabila terjadi salah satu mesin/ peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses produksi akan terhenti.
- Oleh karena mesin-mesinnya bersifat khusus dan variasi dari produknya kecil maka *job structure*-nya sedikit dan jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak,
- Persediaan bahan baku dan bahan dalam proses adalah lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi terputus (*Intermittent process*).
- Oleh karena mesin-mesin yang dipakai bersifat khusus, maka proses seperti ini membutuhkan ahli pemeliharaan yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
- Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan handling yang tetap (*fixed path equipment*) yang menggunakan tenaga mesin seperti ban berjalan (*conveyor*).

Kekurangan dari proses produksi terus-menerus (*continuous process*) diantaranya, sebagai berikut:

- Adanya kesulitan dalam menghadapi perubahan produk yang diminta oleh konsumen dan langganan, Jadi proses produksi seperti ini adalah khusus untuk menghasilkan produk-produk yang sifatnya sebagai berikut :
 - a. Permintaannya tinggi dan stabil.
 - b. Disain produknya tidak mudah berubah.
- Proses produksi mudah terhenti, karena apabila terjadi kemacetan pada suatu tingkatan proses (diawal, ditengah, atau dibelakang), maka kemungkinan seluruh proses produksi akan terhenti. Hal ini disebabkan adanya saling hubungan dan urutan antara masing-masing tingkatan proses.
- Adanya kesulitan dalam menghadapi perubahan tingkat permintaan, karena biasanya tingkat produksinya (*production rate*) telah tertentu, sehingga sangat sulit untuk merubah kapasitas.

Sedangkan kelebihan dari proses produksi terus-menerus (*continuous process*) adalah:

- Dapat dicapainya biaya produksi per *unit* (*unit production cost*) yang rendah, apabila:
 - a. Dapat dihasilkannya produk dalam volume yang cukup besar.
 - b. Produk yang dihasilkan terstandarisasi.
- Dapat dikurangi pemborosan-pemborosan dari pemakaian tenaga manusia, terutama karena sistem pemindahan bahan yang menggunakan tenaga mesin/ listrik,

- Biaya tenaga kerja (*labor cost*) nya adalah rendah, karena jumlah tenaga kerja yang digunakan sedikit dan tidak memerlukan tenaga yang ahli (cukup yang setengah ahli) dalam pengerjaan produk yang dihasilkan.
- Biaya pemindahan bahan didalam pabrik juga lebih rendah, karena jarak antara mesin yang satu dengan mesin yang lain lebih pendek dan pemindahan tersebut digerakkan dengan tenaga mesin (mekanisasi).

b. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Proses/Discrete System*)

Proses produksi terputus-putus (*intermittent processes*) adalah proses produksi yang mana pola atau urutan pelaksanaan produksinya dilakukan sejak bahan baku sampai hingga jadi produk akhir. Artinya proses produksi hanya dilakukan ketika perusahaan mempunyai bahan baku saja. Sehingga proses produksinya tidak selalu terjadi atau hanya dilakukan di jangka waktu tertentu saja. Jenis proses produksi ini dikatakan terputus-putus karena ada perubahan proses produksi ketika jenis komoditasnya juga berubah.

Karakteristik dari proses yang terputus (*intermittent process*) adalah :

- Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan atas pesanan (MTO)
- Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem, atau cara penyusunan peralatan yang berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi, dimana peralatan yang sama, dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut dengan *process layout* atau departementalisasi berdasarkan peralatan.
- Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat umum yang dapat digunakan untuk menghasilkan

bermacam-macam produk dengan variasi yang hampir sama, mesin mana dikenal dengan nama *General Purpose Machines*.

- Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan biasanya kurang otomatis, maka pengaruh *individual operator* terhadap produk yang dihasilkan sangat besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau ketrampilan yang tinggi dalam pengerjaan produk tersebut.
 - Proses produksi tidak akan mudah terhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
 - Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan variasi produknya besar, maka terdapat pekerjaan (*job*) yang bermacam-macam, sehingga pengawasannya lebih sulit
 - Persediaan bahan baku biasanya tinggi, karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang akan dipesan oleh pembeli dan juga persediaan bahan dalam proses akan lebih tinggi dibandingkan proses kontinyu, karena prosesnya terputus-putus/terhenti-henti.
 - Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat fleksibel (*varied path equipment*) dengan menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong atau *forklift*.
 - Dalam proses seperti ini sering dilakukan pemindahan bahan yang bolak-balik sehingga perlu adanya ruangan gerak (*aisle*) yang besar dan ruangan tempat bahan-bahan dalam proses (*work in process*) yang besar
- Kekurangan dari proses produksi terputus (*intermittent process*) diantaranya:
- Penjadwalan dan *routing* untuk pengerjaan produk yang akan dihasilkan sangat sukar dilakukan karena adanya kombinasi urutan-urutan pekerjaan yang

banyak sekali didalam memproduksi satu macam produk. Disamping itu, dibutuhkan penjadwalan dan *routing* yang banyak sekali karena produk yang dihasilkan berbeda-beda tergantung dari pemesannya.

- Oleh karena pekerjaan penjadwalan dan *routing* banyak sekali dan sulit dilakukan maka pengawasan produksi (*production control*) dalam proses produksi seperti ini sangat sulit dilakukan.
- Dibutuhkan investasi yang cukup besar dalam persediaan bahan baku dan bahan-bahan dalam proses, karena prosesnya terputus-putus dan produk yang dihasilkan tergantung dari pesanan.
- Biaya operator dan biaya perpindahan bahan sangat tinggi, karena banyak dipergunakannya tenaga manusia dan operator yang dibutuhkan adalah operator yang ahli dalam pengerjaan produk tersebut.

Sedangkan kelebihan dari proses produksi terputus-putus (*intermittent process*) adalah :

- Mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk dengan variasi yang cukup besar. Fleksibilitas ini diperoleh terutama dari :
 - a. Sistem penyusunan fasilitasnya (*layout*) yang berbentuk *process layout*.
 - b. Jenis mesin yang digunakan dalam proses yang bersifat umum (*General Purpose Machines*)
 - c. Sistem pemindahan bahan yang tidak menggunakan tenaga mesin, tetapi tenaga manusia.
- Oleh karena mesin-mesin yang digunakan dalam proses bersifat umum (*General Purpose Machines*), maka biasanya dapat diperoleh penghematan

uang dalam investasi mesin-mesinnya, sebab harga mesin-mesin ini lebih murah dari mesin-mesin yang khusus (*Special Purpose Machine*).

- Proses produksi tidak mudah terhenti akibat terjadinya kerusakan atau kemacetan di suatu tingkatan proses.
2. Sistem Produksi Menurut Tujuan Operasinya

Dilihat dari tujuan perusahaan melakukan operasinya dalam hubungannya dengan pemenuhan kebutuhan konsumen, maka sistem produksi dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

a. *Engineering To Order* (ETO),

Bila pemesan meminta produsen untuk membuat produk yang dimulai dari proses perancangannya (rekayasa).

b. *Assembly To Order* (ATO),

Bila produsen membuat desain standar, modul-modul opsinya standar yang sebelumnya dan merakit suatu kombinasi tertentu dari modul-modul tersebut sesuai dengan pesanan konsumen. Modul-modul standar tersebut bisa dirakit untuk berbagai tipe produk. Contohnya adalah pabrik mobil, dimana mereka menyediakan pilihan transmisi secara manual atau otomatis, AC, Audio, Opsi-opsi interior, dan opsi-opsi mesin khusus sebagaimana juga model bodi dan warna bodi yang khusus. Komponen-komponen tersebut telah disiapkan dahulu dan akan mulai diproduksi begitu pesanan dari agen datang.

c. *Make To Order* (MTO)

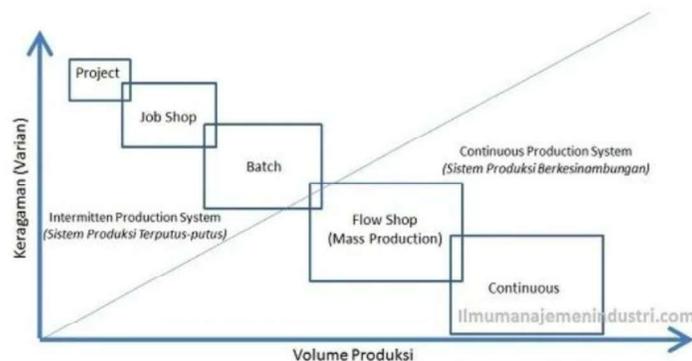
Bila produsen menyelesaikan *item* akhirnya jika dan hanya jika telah menerima pesanan konsumen untuk *item* tersebut. Bila *item* tersebut bersifat

unik dan mempunyai desain yang dibuat menurut pesanan, maka konsumen mungkin bersedia menunggu hingga produsen dapat menyelesaikannya.

d. *Make To Stock* (MTS),

Bila produsen membuat *item-item* yang diselesaikan dan ditempatkan sebagai persediaan sebelum pesanan konsumen diterima. *Item* akhir tersebut baru akan dikirim dari sistem persediaannya setelah pesanan konsumen diterima.

3. Sistem produksi Menurut Aliran Operasi



Gambar 2.2 Grafik Jenis Sistem Produksi Berdasarkan Aliran Operasi

(Sumber: <https://ilmumanajemenindustri.com/sistem-produksi-menurut-aliran-proses-produksi/>)

Adapun sistem produksi menurut aliran operasi adalah sebagai berikut:

- a. *Flow Shop*, yaitu proses konversi dimana unit-unit output secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu lintasan. Proses ini biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai desain dasar yang tetap sepanjang waktu yang lama dan ditujukan untuk pasar yang luas, sehingga diperlukan penyusunan bentuk proses *flow shop* yang biasanya bersifat *Make To Stock* (MTS). Proses *flow*

shop biasanya disebut juga sistem produksi massal (*Mass Production*).

Misalkan industri rokok, pengalengan.

Karakteristik dari *flow shop production* adalah sebagai berikut ini :

- Memiliki Standarisasi Produk dan urutan proses.
- Menggunakan Mesin dan peralatan kerja khusus yang memiliki kapasitas produksi dan tingkat output yang lebih tinggi.
- Volume produksi yang tinggi.
- Siklus produksi yang lebih pendek.
- Perencanaan dan Pengendalian produksi lebih mudah dilakukan.
- Penanganan material dapat dilakukan secara otomatis.
- Persediaan material dapat lebih cepat untuk dikonversikan menjadi penjualan (*sales*).

- b. *Continuous*, proses ini merupakan bentuk ekstrim dari *flow shop* dimana terjadi aliran material yang konstan. Contoh dari proses kontinu adalah industri penyulingan minyak, pemrosesan kimia, dan industri-industri lain dimana kita tidak dapat mengidentifikasi-kan unit-unit *output* urutan prosesnya secara tepat. Biasanya satu lintasan produksi pada proses kontinu hanya dialokasikan untuk satu produk saja.

Karakteristik *Continuous Production* adalah sebagai berikut ini :

- Semua tempat/pabrik atau mesin/peralatan kerja didedikasikan khusus untuk satu jenis produk (tidak memiliki fleksibilitas sama sekali).
- Material ditangani secara otomatis.
- Proses operasi mengikuti urutan yang telah ditentukan.
- Perencanaan dan Pengendalian dilakukan secara rutin.

- Biaya per unit yang rendah karena volume produksi yang tinggi.
- c. *Job Shop*, yaitu merupakan bentuk proses konversi dimana unit-unit untuk pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Volume produksi tiap jenis produk sedikit, variasi produknya banyak, lama proses produksi tiap jenis produk agak panjang, dan tidak ada lintasan produksi khusus. *Job shop* ini bertujuan memenuhi kebutuhan khusus
- Karakteristik dari proses produksi *Job Shop Production* adalah sebagai berikut :
- Memiliki ragam produk atau varian yang banyak dan rendah volume produksi.
 - Menggunakan fasilitas dan mesin-mesin umum (*general*).
 - Tenaga kerja yang sangat terampil dan yang dapat menerima tantangan pekerjaan atas keunikan produk yang dikerjakannya.
 - Memerlukan persediaan bahan dan peralatan yang banyak.
 - Memerlukan perencanaan yang sangat terperinci terhadap setiap permintaan dan kebutuhan.
- d. *Batch*, yaitu merupakan bentuk satu langkah ke depan dibandingkan *job shop* dalam hal standarisasi produk, tetapi tidak terlalu terstandarisasi seperti produk yang dihasilkan pada aliran lintasan perakitan *flow shop*. Sistem batch memproduksi banyak variasi produk dan volume, lama proses produksi untuk tiap produk agak pendek, dan satu lintasan produksi dapat dipakai untuk beberapa tipe produk. Pada sistem ini, pembuatan produk dengan tipe yang berbeda akan mengakibatkan pergantian peralatan produksi, sehingga sistem

tersebut harus "*general purpose*" dan fleksibel untuk produk dengan volume rendah tetapi variasinya tinggi. Tetapi volume *batch* yang lebih banyak dapat diproses secara berbeda, misalnya memproduksi beberapa *batch* lebih untuk tujuan MTS dibandingkan MTO. (Kusmindari, 2019)

- e. Proyek, yaitu merupakan proses penciptaan satu jenis produk yang agak rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang teratur akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaiannya. Pada jenis proses proyek ini, beberapa fungsi yang mempengaruhi produksi seperti perencanaan, desain, pembelian, pemasaran, penambahan personal/mesin harus diintegrasikan sesuai dengan urutan waktu penyelesaian, sehingga didapat penyelesaian yang ekonomis. Karakteristik dari sistem produksi Project ini adalah memiliki fleksibilitas yang tinggi namun volume produksinya sangat rendah. Biasanya unit/produk yang diproduksi tersebut diletakan di tempat yang tetap (tidak berpindah-pindah) dan semua sumber daya yang diperlukan akan dibawa ke tempat tersebut.

2.1.4 Tata Letak Fasilitas Produksi

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan berguna untuk luas area penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja, dan sebagainya. Tujuan utama didalam desain tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut

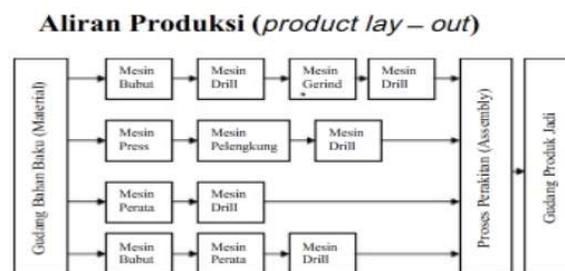
elemen-elemen biaya seperti biaya konstruksi dan instalasi untuk bangunan mesin, biaya pemindahan bahan, biaya produksi, perbaikan, keamanan, biaya penyimpanan produk setengah jadi dan biaya-biaya lainnya. Pengaturan tata letak pabrik yang optimal akan dapat pula memberikan kemudahan di dalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik kelak dikemudian hari.

Tata letak yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu pabrik adalah dasar untuk membuat kerja menjadi lebih efektif dan efisien. Secara umum tujuan dan manfaat dari adanya perangan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut:

- Mengurangi investasi peralatan
- Penggunaan ruang lebih efektif
- Menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik
- Menjaga fleksibilitas susunan mesin dan peralatan
- Memberi kemudahan, keamanan, dan kenyamanan bagi karyawan
- Meminimumkan *material handling*

Secara umum terdapat empat tipe tata letak/*layout* yang secara klasik diaplikasikan dalam desain *layout* yaitu:

1. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*Product Layout/ Production Line Product*)



Gambar 2.3 *Product Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Product layout pada umumnya digunakan untuk pabrik yang memproduksi satu macam atau kelompok produk dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang lama. Dengan *layout* berdasarkan aliran produksi maka mesin dan fasilitas produksi lainnya akan diatur menurut prinsip mesin *after* mesin. Mesin disusun menurut urutan proses yang ditentukan pada pengurutan produksi, tidak peduli macam/ jenis mesin yang digunakan. Tiap komponen berjalan dari satu mesin ke mesin berikutnya melewati seluruh daur operasi yang dibutuhkan.

Dengan *layout* tipe ini, suatu produk akan dikerjakan sampai selesai didalam departemen tanpa perlu dipindah-pindah ke departemen lain. Disini bahan baku akan dipindahkan dari satu operasi ke operasi berikutnya secara langsung sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tujuan utama dan *layout* ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan dalam aktifitas produksi.

Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi adalah:

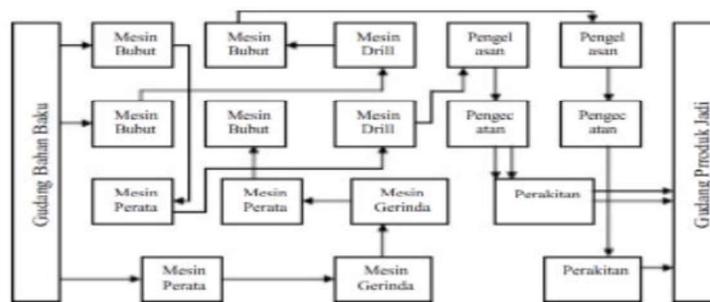
- a. Aliran pemindahan material berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya material handling rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak terpendek.
- b. Proses operasi produksi dilantai pabrik relatif mudah dilakukan oleh supervisor.
- c. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- d. *Work in proses* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- e. Adanya insentif bagi kelompok karyawan akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivitas kerjanya.

- f. Tiap unit produksi atau stasiun kerja memerlukan luas areal yang minimal
- g. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.
- h. Layout ini memiliki aliran bahan dengan pola lurus (*straight line flow*) ataupun pola U (*U turn flow*) sehingga sistem pemindahan bahan relative efisien.

Sedangkan, kekurangan dari tata letak berdasarkan aliran produksi 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 (Wignjosoebroto, 2003)

2. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi atau Macam Proses (*Functional/Process Layout*)



Gambar 2.4 *Process Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

Process layout merupakan metode pengaturan dan penempatan fasilitas dimana fasilitas yang memiliki tipe dan spesifikasi sama ditempatkan kedalam satu departemen. Umumnya digunakan pada perusahaan yang beroperasi dengan menerima *order* dari pelanggan. Selain itu juga digunakan untuk perusahaan yang mempunyai produk bervariasi dan memproduksi dalam jumlah kecil.

Process layout umumnya digunakan untuk industri manufaktur yang bekerja dengan jumlah/volume produksi yang relatif kecil dan terutama untuk produk yang tidak standar. Tata letak tipe ini akan terasa lebih fleksibel dibandingkan dengan tata letak berdasarkan aliran produk. Pabrik yang beroperasi berdasarkan *job order (job lot production)* akan lebih tepat kalau menerapkan *layout* tipe ini guna mengatur segala fasilitas produksinya.

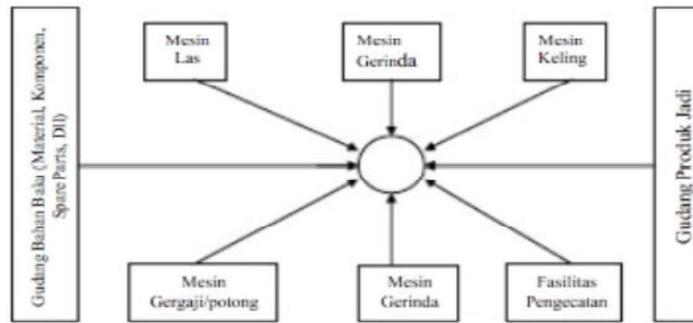
Keuntungan dari tata letak fasilitas berdasarkan macam proses adalah:

- 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 dari pada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan-hambatan signifikan.

Sedangkan kekurangan dari tata letak fasilitas berdasarkan macam proses 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
3. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Lokasi Material Tetap (*Fixed Position Layout*)

Pada *fixed position layout* mengkondisikan bahwa yang tetap pada posisinya adalah material, sedangkan fasilitas produksi seperti mesin, peralatan, serta komponen-komponen pembantu lainnya bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama. Tata letak berdasarkan lokasi material tetap digunakan untuk produk yang ukurannya besar seperti kapal dan pesawat terbang.



Gambar 2.5 *Fixed Position Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

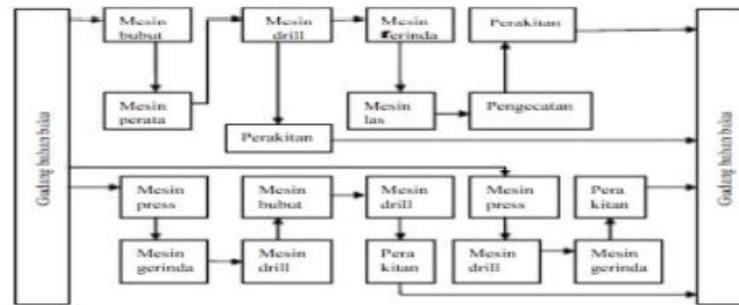
Keuntungan dari tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap adalah:

- a. Karena yang bergerak pindah adalah fasilitas–fasilitas produksi, maka perpindahan material bisa dikurangi.
- b. Bilamana pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas 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.

Kekurangan dari tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap 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
- 4. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)



Gambar 2.6 *Group Technology Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

Group technology layout mengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat berdasarkan kesamaan dalam proses. Pengelompokan produk mengakibatkan mesin dan fasilitas produksi lainnya ditempatkan dalam sebuah sel manufaktur karena setiap kelompok memiliki urutan proses yang sama. Tujuan dari *group technology layout* adalah menghasilkan efisiensi yang tinggi dalam proses manufakturnya.

Tipe *Group technology layout* merupakan kombinasi tipe tata letak produk dan proses. Tipe *group technology layout* juga dikenal dengan tata letak pembelajar. Maksudnya adalah mampu memberikan pembelajaran kepada operator agar menguasai keterampilan. (Arif, 2017)

- a. Dengan adanya pengelompokan 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-individu sel 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

2.1.5 Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi

Pada dasarnya, produktivitas suatu proses produksi dapat dicapai dengan cara mengatur aliran proses secara efektif dan efisien. Urutan proses produksi tersebut

dapat diartikan sebagai aliran yang dibutuhkan untuk memindahkan posisi berbagai elemen produksi (bahan baku/material, orang, parts, dan sebagainya). Aliran proses dikelompokkan menjadi 3 tahapan, yaitu:

1. Perpindahan dari seluruh material dari hulu atau sumber bahan menuju ke lokasi pengolahan material
2. Perpindahan material di area proses produksi, dan
3. Seluruh aktivitas distribusi produk jadi menuju ke konsumen.

Sedangkan untuk mendukung perpindahan material tersebut pola aliran bahan sangat tergantung dari beberapa hal berikut ini :

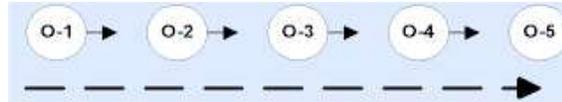
1. Area yang tersedia
2. Dimensi lantai produksi
3. Luas area yang diperlukan untuk fasilitas produksi.

Berikut ini adalah contoh dari pola aliran bahan dan kegunaannya dalam suatu proses produksi :

a. *Straight Line*,

Pola aliran bahan ini umumnya digunakan jika proses produksi berjalan dengan singkat, sederhana, dan mungkin saja hanya terdiri dari beberapa peralatan produksi. Pola ini akan memberikan:

- Jarak terpendek antara dua titik
- Proses berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai dengan nomor terakhir
- Jarak *handling distance* secara total akan kecil

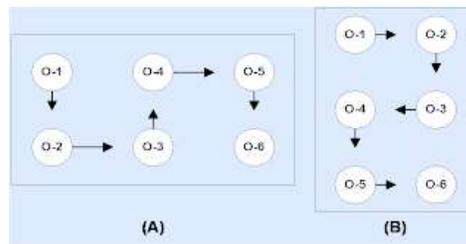


Gambar 2.7 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

(Sumber: <http://trikmeningkatkanadsense.blogspot.com/2012/03/pola-aliran-bahan-dan-pola-layout.html>)

b. *Zig-zag (s-shaped)*,

Pola Aliran Bahan *Zig-zag (s-shaped)* digunakan untuk proses produksi yang panjang namun area produksi terbatas.

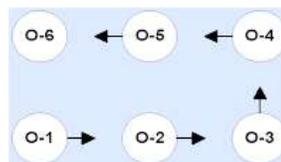


Gambar 2.8 Pola Aliran Bahan *Zig-zag (s-shaped)*

(Sumber: <http://trikmeningkatkanadsense.blogspot.com/2012/03/pola-aliran-bahan-dan-pola-layout.html>)

c. *U-shaped*

Pola aliran bahan *U-Shaped* biasanya digunakan pada suatu proses dimana aliran keluar dan masuk bahan dari satu arah, yang tujuannya untuk memudahkan pengawasan.

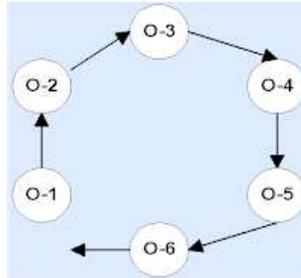


Gambar 2.9 Pola Aliran Bahan *U-shaped*

(Sumber: <http://trikmeningkatkanadsense.blogspot.com/2012/03/pola-aliran-bahan-dan-pola-layout.html>)

d. *Circular (O-Flow)*,

Pola aliran bahan *circular* diterapkan pada proses dimana penerimaan bahan atau material serta pengiriman barang/produk ada di titik yang sama.

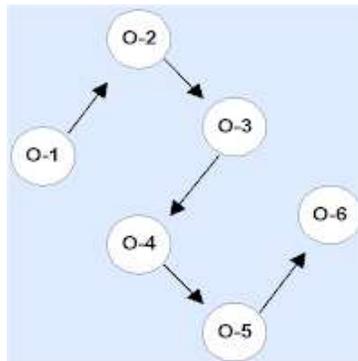


Gambar 2.10 Pola Aliran Bahan *Circular (O-Flow)*

(Sumber: <http://trikmeningkatkanadsense.blogspot.com/2012/03/pola-aliran-bahan-dan-pola-layout.html>)

e. *Odd angle* (pola aliran bahan sudut ganjil)

Pola ini jarang di pakai karena pada umumnya pola ini digunakan untuk perpindahan bahan secara mekanis dan keterbatasan ruangan



Gambar 2.11 Pola Aliran Bahan *Odd angle*

(Sumber: <http://trikmeningkatkanadsense.blogspot.com/2012/03/pola-aliran-bahan-dan-pola-layout.html>)

2.2 Peramalan (*Forecasting*)

2.1.1 Definisi Peramalan (*forecasting*)

Peramalan merupakan suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa mendatang. Ramalan yang dilakukan umumnya akan berdasarkan pada data masa lampau yang di analisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Data dari peramalan penjualan dapat digunakan untuk dasar perencanaan produksi. (Hezer)

Kegiatan peramalan merupakan suatu fungsi bisnis untuk memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk tersebut dapat dibuat dalam jumlah yang tepat. Dengan demikian peramalan adalah perkiraan atau estimasi tingkat permintaan suatu produk untuk periode yang akan datang.. Data peramalan pada masa lampau dapat memberikan pola pergerakan atau pertumbuhan permintaan pasar.

Peran peramalan di beberapa bagian dalam organisasi antara lain :

- Penjadualan sumber daya yang ada. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadualan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadualan seperti itu adalah ramalan tingkat permintaan untuk produk, bahan, tenaga kerja, finansial atau jasa pelayanan.
- Penyediaan sumber daya tambahan. Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh bahan baku, menerima pekerja baru atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun. Peramalan diperlukan untuk me-*n*entukan kebutuhan sumber daya di masa yang akan datang.

- Penentuan sumber daya yang diinginkan. Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang ingin dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan dan pengembangan internal dari sumber daya finansial, manusia, produk dan teknologi. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer yang dapat menafsirkan pendugaan serta keputusan yang tepat.

2.1.2 Jenis Peramalan

Perusahaan atau organisasi menggunakan 3 tipe peramalan utama dalam merencanakan operasional untuk masa mendatang, diantaranya:

1. Peramalan ekonomi (*economic forecast*) menangani siklus bisnis dengan memprediksikan tingkat inflasi, dan uang yang beredar, mulai pembangunan perumahan, dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi (*techonological forecast*) berkaitan dengan tingkat perkembangan teknologi dimana dapat menghasilkan terciptanya produk baru yang lebih menarik, yang memerlukan perlengkapan yang baru.
3. Peramalan permintaan (*demand forecast*) adalah permintaan untuk produk atau jasa dari perusahaan. Peramalan mendorong keputusan sehingga para manajer memerlukan informasi dengan segera dan dan akurat mengenai permintaan yang sesungguhnya.

Sedangkan dalam hubungannya dengan horison waktu peramalan, maka dapat diklasifikasikan kedalam 3 kelompok, yaitu:

1. Peramalan Jangka Panjang

Peramalan jangka Panjang umumnya 2 hingga 10 tahun. peramalan jangka panjang digunakan untuk perencanaan produk dan perencanaan sumber daya

2. Peramalan Jangka Menengah

Peramalan jangka menengah umumnya 1 hingga 24 bulan. Peramalan jangka menengah lebih mengkhusus dibandingkan dengan peramalan jangka Panjang. Peramalan jenis ini biasanya digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran

3. Peramalan Jangka Pendek

Peramalan jangka menengah umumnya 1 hingga 5 minggu. Peramalan jangka pendek digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja, dan keputusan kontrol jangka pendek lainnya.

2.1.3 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Peramalan

Permintaan akan suatu produk pada suatu perusahaan merupakan resultan dari berbagai faktor yang saling berinteraksi dalam pasar. Faktor-faktor ini hampir selalu merupakan kekuatan yang berada diluar kendali perusahaan. Berbagai faktor tersebut antara lain:

1. Siklus Bisnis.

Penjualan produk akan dipengaruhi oleh permintaan akan produk tersebut, dan permintaan akan suatu produk akan dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang membentuk siklus bisnis dengan fase-fase inflasi, resesi, depresi dan masa pemulihan.

2. Siklus Hidup Produk.

Siklus hidup suatu produk biasanya mengikuti suatu pola yang biasa disebut kurva S. Kurva S menggambarkan besarnya permintaan terhadap waktu, dimana siklus hidup suatu produk akan dibagi menjadi fase pengenalan, fase pertumbuhan, fase kematangan dan akhirnya fase penurunan. Untuk menjaga kelangsungan usaha, maka perlu dilakukan inovasi produk pada saat yang tepat.

3. Faktor-Faktor Lain.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi permintaan adalah reaksi balik dari pesaing, perilaku konsumen yang berubah, dan usaha-usaha yang dilakukan sendiri oleh perusahaan seperti peningkatan kualitas, pelayanan, anggaran periklanan, dan kebijaksanaan.

Permintaan suatu produk pada suatu perusahaan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang saling berinteraksi dalam pasar yang berada di luar kendali perusahaan. Dimana faktor-faktor lingkungan tersebut juga akan mempengaruhi peramalan.

Berikut ini merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi peramalan:

- a. Kondisi umum bisnis dan ekonomi
- b. Reaksi dan tindakan pesaing
- c. Tindakan pemerintah
- d. Kecenderungan pasar
- e. Siklus hidup produk
- f. Gaya dan mode
- g. Perubahan permintaan
- h. Konsumen

- i. Inovasi teknologi

2.1.4 Karakteristik Peramalan yang Baik

Ada beberapa karakteristik peramalan yang harus dimiliki guna mendapatkan hasil peramalan yang baik. Karakteristik tersebut adalah:

1. Ketelitian

Hal pertama yang diperhatikan pada hasil peramalan adalah ketelitian yang diukur dengan hasil konsistensi. Hasil peramalan dikatakan bias bila peramalan memiliki penyimpangan yang tinggi dari kenyataan. Kekonsistensian peramalan dapat dihasilkan jika kesalahan peramalan relatif kecil. Keakuratan dari hasil peramalan berperan penting dalam mencimbangkan persediaan yang ideal. Banyak sedikitnya persediaan sangat mempengaruhi kebutuhan akan permintaan konsumen, sehingga ketelitian hasil peramalan sangat menentukan jumlah persediaan pada perusahaan.

2. Biaya

Biaya yang dibutuhkan untuk mengembangkan model peramalan adalah tergantung dari metode, periode dan jumlah item yang diramalkan. Hal ini berpengaruh terhadap data yang dibutuhkan, bagaimana pengolahan datanya, bagaimana penyimpanan datanya dan siapa tenaga ahli yang dibutuhkan. Pemilihan metode peramalan harus disesuaikan dengan trend data permintaan, sehingga penentuan metode peramalan akan sesuai dengan kebutuhan.

3. Respon

Peramalan haruslah bersifat stabil artinya bahwa hasil peramalan tidak memperlihatkan fluktuasi dan perbedaan yang relatif besar dengan kenyataan yang sebenarnya, jika hal ini terjadi maka harus diiringi dengan respon dari pengguna peramalan terhadap perbedaan tersebut, sehingga pengguna mampu untuk mendeteksi secara cepat mengenai terjadinya penyimpangan terhadap hasil peramalan yang dilakukan.

4. Kesederhanaan

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan. Apabila terjadi kesulitan terhadap metode peramalan yang sederhana maka pengguna akan lebih mudah untuk menelusuri masalah yang terkait dan kemudian pengguna dengan sendirinya akan mampu melakukan perbaikan terhadap kesulitan tersebut.

2.1.5 Sifat Hasil Peramalan

Dalam membuat peramalan atau menerapkan suatu peramalan maka ada beberapa prinsip peramalan yang sangat diperlukan dan diperhatikan guna mendapatkan hasil peramalan yang baik, prinsip tersebut adalah sebagai berikut.

1. Peramalan selalu mengandung kesalahan, artinya hampir tidak pernah di temukan bahwa hasil peramalan 100 persen sesuai dengan kenyataan yang terjadi dilapangan, peramal hanya dapat mengurangi faktor ketidakpastian tetapi tidak dapat menghilangkan faktor tersebut.
2. Peramalan akan selalu memberikan informasi tentang ukuran kesalahan, hal ini dikarenakan peramalan pasti mengandung kesalahan, maka penting bagi pengguna untuk menginformasikan seberapa besar kesalahan yang terkandung dalam perhitungan yang telah dilakukan.
3. Peramalan untuk jangka pendek selalu lebih akurat jika dibandingkan dengan peramalan jangka Panjang. Hal ini disebabkan karena pada peramalan jangka pendek, faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan relatif masih sedikit dan bersifat konstan dibandingkan dengan peramalan jangka panjang, sehingga akan semakin kecil pula kemungkinan terjadinya perubahan pada faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan tersebut.

2.1.6 Ukuran Hasil Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi.

Ada 4 ukuran yang biasa digunakan, yaitu :

1. Rata-rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation*)

Mean Absolute Deviation (MAD) merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis, MAD dirumuskan sebagai berikut :

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

A_t = Permintaan Aktual pada periode-t

F_t = Peramalan Permintaan (*Forecast*) pada periode-t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

2. Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error*)

Mean Square Error (MSE) dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah. periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \dots\dots\dots(2)$$

3. Rata-rata Kesalahan Peramalan (*Mean Forecast Error*)

Mean Forecast Error (MFE) sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \dots\dots\dots(3)$$

4. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena 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 :

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \dots\dots\dots(4)$$

2.1.7 Pola Sebaran Data

Peramalan harus mendasarkan analisisnya pada pola data yang ada. Empat pola data yang lazim ditemui dalam peramalan yaitu:

a. *Trend* (T)

Terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.

b. *Seasonality* (S)

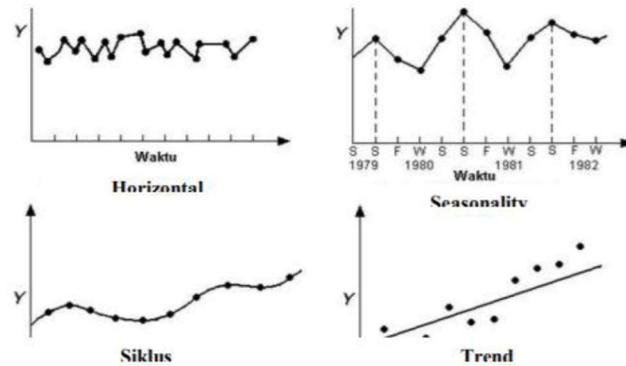
Pola musiman terjadi bila pola datanya berulang sesudah suatu periode tertentu: hari, mingguan, bulanan, triwulan dan tahun.

c. *Cycles* (C)

Siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis.

d. *Horizontal (H) / Stasioner*

Terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.



Gambar 2.12 Jenis Pola Peramalan

2.1.8 Metode – Metode dalam Peramalan

Berdasarkan sifat ramalan yang telah disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Peramalan kualitatif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, judgement atau pendapat, dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya. Biasanya peramalan secara kualitatif ini didasarkan atas penyelidikan, seperti *Delphi*, *S-Curve*, *analogies* dan penelitian bentuk atau *morphological research*, atau didasarkan atas ciri-ciri normatif seperti *decision matrices* atau *decisions tree*.
2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan sangat tergantung pada metode yang

dipergunakan dalam peramalan tersebut. Dengan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda, adapun yang perlu diperhatikan dari penggunaan metode-metode tersebut, adalah baik tidaknya metode yang dipergunakan, sangat ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Metode yang baik adalah metode yang memberikan nilai-nilai perbedaan atau penyimpangan yang mungkin. Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan apabila terdapat tiga kondisi sebagai berikut:

- a. Adanya informasi tentang keadaan yang lain.
- b. Informasi tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data.

2.1.9 Metode Peramalan Kuantitatif *Time Series*

Time series adalah metode intrinsik yang sangat dikenal dan umum digunakan. Time series merupakan suatu seri pengamatan suatu variabel dalam bentuk interval waktu diskrit. Waktu amatan terdiri atas periode sebelum hingga periode saat ini. Dengan mempelajari perubahan permintaan terhadap waktu, maka hubungan antara permintaan dan waktu dapat diformulasikan untuk selanjutnya digunakan memprediksi permintaan di periode selanjutnya. Dalam prakteknya terdapat berbagai metode peramalan *time series*, antara lain:

- a. Metode Naif

Metode naif disebut pula sebagai peramalan berdasarkan permintaan periode terakhir. Metode ini sangat sederhana dan tanpa perhitungan, karena menggunakan data permintaan aktual tepat satu periode sebelumnya sebagai nilai peramalan. Metode peramalan ini digunakan pada saat diharapkan permintaan selanjutnya

sama dengan data terbaru. Metode ini sangat sesuai jika variasi permintaan aktual sangat kecil antar periode. Metode ini merespon pola tren dengan baik, namun tidak mengakomodasi karakteristik musiman. Kelemahan dari metode ini adalah sangat terpengaruh oleh keadaan acak (tidak dapat mendeteksi permintaan yang tidak umum/*random*).

Rumus peramalan permintaan menggunakan metode naif:

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} \dots \dots \dots (5)$$

\hat{Y}_t = peramalan permintaan periode t

Y_{t-1} = permintaan aktual periode t-1

b. *Simple Average*

Metode ini disebut juga sebagai rata-rata aritmatik, yaitu membagi seluruh data historis yang tersedia dengan jumlah n periode data. Rata-rata aritmatik menghilangkan fluktuasi karena data random, namun tidak mengakomodasi adanya tren, dan mengabaikan musim. Dasar pemakaian metode *simple average* adalah kemudahan perhitungannya. Metode ini sesuai untuk situasi yang stabil dan tidak ada perubahan pada permintaan. Situasi tersebut ditunjukkan oleh data yang stasioner.

$$\hat{Y}_t = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

Gambar 2.13 Rumus Peramalan Metode *Simple Average*

(Sumber: Eunike, 2018)

\hat{Y}_t = peramalan permintaan periode t

Y_i = permintaan aktual periode *i*

n = jumlah periode

c. Rata Rata Bergerak (*Moving Average*)

Moving Average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru. Tujuan utama dari penggunaan teknik ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan 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. Disebut rata-rata bergerak karena begitu setiap data aktual permintaan baru deret waktu tersedia, maka data aktual permintaan yang paling terdahulu akan dikeluarkan dari perhitungan, kemudian suatu nilai rata-rata baru akan dihitung. Secara matematis, maka MA akan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

MA = peramalan permintaan periode t

A_t = permintaan aktual pada periode-t

t = periode terbaru

N = jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan MA

Karena data actual yang dipakai untuk perhitungan moving average berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang paling terdahulu, maka:

$$MA_t = MA_{t-1} + \frac{A_t - A_{t-N}}{N} \dots\dots\dots(7)$$

Pemilihan tentang berapa nilai N yang tepat adalah hal yang penting dalam metode ini. Semakin besar nilai N, maka semakin halus perubahan nilai MA dari periode ke periode. Kebalikannya, semakin kecil nilai N, maka hasil peramalan

akan lebih agresif dalam mengantisipasi perubahan data terbaru yang diperhitungkan.

Bila permintaan berubah secara signifikan dari waktu ke waktu, maka ramalan harus cukup agresif dalam mengantisipasi perubahan tersebut, sehingga nilai N yang kecil akan lebih cocok dipakai. Kebalikannya, bila permintaan cenderung stabil selama jangka waktu yang panjang, maka sebaiknya dipakai nilai N yang besar.

Kelemahan dari teknik MA ini adalah sebagai berikut:

1. Peramalan selalu berdasarkan pada N data terakhir tanpa mempertimbangkan data-data sebelumnya.
2. Setiap data dianggap memiliki bobot yang sama, padahal lebih masuk akal bila data yang lebih baru bobot yang lebih tinggi karena data tersebut merepresentasikan kondisi yang terakhir terjadi. Kelemahan kedua ini akan diatasi dengan menggunakan teknik MA dengan pembobotan.
3. Diperlukan biaya yang besar dalam penyimpanan dan pemrosesan datanya, karena bila N cukup besar, maka akan membutuhkan memori yang cukup besar dan proses komputasinya menjadi lama.

d. Metode *Weighted Moving Average*

Pada *moving average* biasa memberi bobot yang sama pada sejumlah n periode data yang digunakan. Pada beberapa kondisi peramalan, data terbaru memiliki bobot lebih besar. Sebagai contoh pada launching produk baru, data tidak mencukupi untuk mengetahui pola tren atau musim yang berlaku, namun *moving average* biasa kurang tepat karena data periode terbaru lebih menggambarkan permintaan riil yang akan terjadi pada periode selanjutnya. Pada situasi seperti

tersebut di atas, dapat di atas dengan *weighted moving average*. Pada diberikan bobot yang berbeda pada n periode yang digunakan, umumnya data periode terbaru memiliki bobot lebih besar.

$$\hat{Y}_t = W_{t-1}Y_{t-1} + W_{t-2}Y_{t-2} + \dots + W_{t-n}Y_{t-n}$$

$$\sum_{i=1}^n W_{t-i} = 1$$

Gambar 2.14 Rumus Peramalan Metode *Weighted Moving Average*

(Sumber: Eunike, 2018)

Keterangan:

\hat{Y}_t = peramalan permintaan periode t

Y_i = permintaan aktual n periode terbaru

n = jumlah periode

W_{t-1} = bobot masing-masing periode untuk n periode terbaru

e. Metode *Exponential Smoothing*

Exponential smoothing umum digunakan pada peramalan penjualan produk secara individu. Metode ini mengatasi kendala pada *moving average* yang memerlukan memori yang cukup besar dalam menyimpan data historis sejumlah n periode. Pada *exponential smoothing* seluruh data historis diperhitungkan dan permintaan aktual terakhir diberi bobot lebih besar (α , faktor *smoothing*). Selain penyimpanan data lebih kecil, proses perhitungan juga menjadi lebih efisien. Model ini sering pula disebut sebagai *simple exponential smoothing*.

Berikut adalah model dari *exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

$$F_t = \alpha \cdot A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana:

F_t = peramalan permintaan periode t

α = konstanta parameter dasar permintaan ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = permintaan aktual periode (t-1)

F_{t-1} = peramalan permintaan periode (t-1)

t-1 = satu periode sebelum periode t

Penentuan besarnya nilai α harus dipertimbangkan dengan baik. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah memilih nilai α berdasarkan nilai N yang dilibatkan dalam Teknik *moving average*. Ekuivalensi α dan n dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{2}{N-1} \dots \dots \dots (9)$$

Cara kedua adalah dengan simulasi menggunakan bantuan *software*. Beberapa nilai α digunakan hingga diperoleh nilai α yang menghasilkan nilai *error* peramalan terkecil. Namun demikian disarankan untuk menggunakan nilai ($0 \leq \alpha \leq 0,5$) pada saat menggunakan model *simple exponential smoothing*. Jika *error* terkecil dihasilkan dari nilai $\alpha > 0,5$, maka dapat dijadikan indikasi bahwa model peramalan lain akan lebih sesuai untuk data permintaan tersebut.

2.1.10 Verifikasi Peramalan

Langkah penting setelah peramalan dibuat adalah melakukan verifikasi peramalan sehingga hasil peramalan benar-benar mencerminkan data masa lalu dan sistem sebab akibat yang mendasari permintaan tersebut. Sepanjang aktualitas peramalan tersebut dapat dipercaya, hasil peramalan akan terus digunakan. Jika selama proses verifikasi tersebut ditemukan keraguan validitas metode peramalan yang digunakan, harus dicari metode lainnya yang lebih cocok. Validitas tersebut harus ditentukan dengan uji statistika yang sesuai.

Setelah peramalan dibuat, selalu timbul keraguan mengenai kapan kita harus membuat suatu metode peramalan baru. Peramalan harus selalu dibandingkan dengan permintaan aktual secara teratur. Pada suatu saat harus diambil tindakan revisi peramalan apabila ditem-ukan bukti adanya perubahan pola permintaan yang meyakinkan. Selain itu, penyebab perubahan pola permintaan harus diketahui. Penyesuaian metode peramalan dilakukari segera setelah perubahan pola permintaan diketahui.

Banyak alat yang dapat digunakan untuk memverifikasi peramalan dan mendeteksi perubahan sistem sebab akibat yang melatar belakangi perubahan pola permintaan. Bentuk yang paling sederhana adalah peta kontrol peramalan yang mirip dengan peta kontrol kualitas. Peta kontrol peramalan ini dapat dibuat dengan dalam kondisi data yang tersedia minim.

- **Peta *Moving Range***

Peta *Moving Range* dirancang untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan. Dengan kata lain, kita melihat data permintaan aktual dan membandingkannya dengan nilai peramalan pada periode yang sama. Peta tersebut akan dikembangkan sampai periode yang akan datang, sehingga kita dapat membanding-kan data peramalan dengan permintaan aktual. Selama periode dasar (periode pada saat menghitung peramalan), peta *Moving Range* digunakan untuk melakukan verifikasi teknik dan parameter perama-.Setelah metode peramalan ditentukan, maka peta *Moving Range* digunakan untuk menguji kestabilan sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan. *Moving Range* dapat didefinisikan sebagai:

$$MR = | (\hat{y}_t - y_t) - (\hat{y}_{t-1} - y_{t-1}) | \dots\dots\dots(10)$$

Adapun Rata-rata *Moving Range* didefinisikan sebagai:

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1} \dots\dots\dots(11)$$

Garis tengah peta *Moving Range* adalah pada titik nol.

Batas kontrol atas dan bawah pada peta *moving range* adalah :

$$BKA = +2,66MR \dots\dots\dots(12)$$

$$BKB = -2,66MR \dots\dots\dots(13)$$

Sementara itu, variabel yang akan diplot ke dalam peta *moving range*:

$$\Delta y_t = (\hat{y}_t - y) \dots\dots\dots(14)$$

Kebutuhan jumlah data bila kita ingin membuat peta *moving range* sekurang-kurangnya adalah 10. Batas ini ditetapkan sedemikian hingga diharapkan hanya akan ada tiga dari 1000 titik yang berada diluar batas kendali (jika sistem sebab akibat yang melatarbelakang tetap sama). Jika ditemukan satu titik yang berada diluar batas kendal pada saat peramalan diversifikasi, maka kita harus menentukan apakah data tersebut harus diabaikan atau membuat peramalan baru. ditemukan sebuah titik berada diluar batas kendali, maka harus diselidiki penyebabnya. Penemuan itu mungkin saja membutuhkan penyelidikan yang eksentif.

Jika semua titik berada didalam batas kendali, diasumsikan peramalan permintaan yang dihasilkan telah cukup baik. Jika terdapat titik yang berada diluar batas kendali, maka jelas dapat kita katakan bahwa peramalan yang didapat kurang baik dan harus direvisi. Peta kendali dapat digunakan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan dalam sistem sebab akibat yang melatarbelakangi permintaan sehingga dapat ditentukan persamaan peramalan ban, yang lebih cocok atas sister sebab akibat yang terjadi pada saat ini.

- **Uji Kondisi Diluar Kendali**

Uji yang paling tepat bagi kondisi di luar kendali adalah adanya titik di luar batas kendali. Selain daripada itu, terdapat pula uji lainnya dengan tingkat kemungkinan yang sama. Teknik yang digunakan berikut ini dirancang agar dapat digunakan dengan jumlah data yang seminimal mungkin. Uji ini dilakukan dengan cara membagi peta kendali ke dalam enam bagian dengan selang yang sama. Daerah A adalah daerah diluar $\pm 2/3 (2,66 \cdot MR) = \pm 1,77 MR$ (diatas $+1,77 MR$ dan dibawah $-1,77 MR$). Daerah B adalah daerah diluar $\pm 1/3 (2.66 \cdot MR) = \pm 0,89 MR$ (diatas $+ 0,89 MR$ dan dibawah $-0.89 MR$). Daerah C adalah daerah diatas atau dibawah garis tengah. Uji kondisi diluar kendali adalah

- a. Dari tiga titik berturut-turut, ada dua atau lebih titik yang berada di daerah A
- b. Dari lima titik berturut-turut, ada empat atau lebih titik yang berada di daerah B
- c. Ada delapan titik berturut-turut titik yang berada disalah satu sisi (di atas atau di bawah garis tengah).

- **Penggunaan Moving Average Untuk Verifikasi Peramalan**

Penggunaan Peta *Moving Range* untuk melakukan verifikasi hasil peramalan akan dicoba diterapkan untuk peramalan model kausal. Dalam kasus-kasus tersebut, jika peta *Moving Range* menunjukk keadaan di luar kriteria kendali maka data yang tidak berasal di sistem akibat yang sama akan dibuang dan fungsi peramalan ditentukan lagi.

- **Penggunaan Moving Average Untuk Pengendalian Peramalan**

peta *Moving Range* dapat digunakan sebagai alat untuk memperhatikan kestabilan suatu sistem sebab akibat yang melatarbelakangi fungsi peramalan.

Apabila terjadi kondisi diluar kendali, tindakan terhadap peramalan harus dilakukan. Dua tindakan yang dapat dilakukan adalah :

- a. Merevisi peramalan dengan memasukkan data dan sistem sebab akibat baru, atau
- b. Menunggu bukti lebih lengkap.

Kedua tindakan di atas harus diambil hanya setelah mempertimbangkan seluruh segi sistem sebab akibat. Analisis terhadap data itu sendiri tidaklah cukup. Jika tindakan harus diambil terhadap permintaan dan sistem sebab akibat yang melatarbelakangi permintaan tersebut, maka secara umum harus menerima perubahan permintaan tersebut tanpa mengambil suatu tindakan. Tindakan yang diambil untuk mempengaruhi sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan adalah perubahan dalam kebijaksanaan pemasaran, misalnya perubahan kebijaksanaan periklanan, promosi penjualan, tenaga penjualan, atau harga jual produk.