

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu. Dengan kata lain, sistem produksi adalah sistem integral yang memiliki komponen struktural dan fungsional perusahaan. Komponen struktural terdiri dari bahan, peralatan, mesin, tenaga kerja, informasi, dan lain sebagainya. Sementara komponen fungsional meliputi perencanaan, pengendalian, pengawasan, dan hal lain yang berhubungan dengan manajemen. Layaknya sistem lain pada umumnya, sistem produksi juga terdiri dari berbagai subsistem yang saling berinteraksi (Arif, 2016). Adapun subsistem dalam sistem produksi terdiri dari:

- Perencanaan dan pengendalian produksi
- Pengendalian kualitas
- Perawatan fasilitas produksi
- Penentuan standar operasi
- Penentuan fasilitas produksi
- Penentuan harga pokok produksi

2.1.1 Jenis-Jenis Sistem Produksi

Sistem produksi ada bermacam-macam. Mereka dibedakan berdasarkan proses, tujuan, atau lainnya. Berikut adalah beberapa macam sistem produksi.

1. Sistem Produksi Menurut Proses Menghasilkan *Output*
 - a. *Continuous Process*

Continuous process atau biasanya dikenal dengan proses produksi kontinu. Pada sistem ini peralatan produksi disusun dan diatur dengan memperhatikan urutan kegiatan dalam menghasilkan produk atau jasa. Aliran bahan dalam proses dalam sistem ini juga sudah distandarisasi sebelumnya. Proses ini akan lebih memudahkan perusahaan yang memiliki produk dengan *demand* yang tinggi. Sehingga produknya akan lebih mudah terjual di pasaran.

b. *Intermittent Process*

Intermittent process adalah sistem produksi yang terputus-putus di mana kegiatan produksi dilakukan tidak berdasarkan standar tetapi berdasarkan produk yang dikerjakan. Karenanya peralatan produksi disusun dan diatur secara fleksibel dalam menghasilkan produknya. Untuk proses ini, perusahaan dengan produk yang musiman akan cocok. Misalnya seperti perusahaan produksi jaket musim dingin.

2. Sistem Produksi Menurut Tujuan Operasinya

Dilihat dari tujuan operasinya, sistem produksi dibedakan menjadi empat jenis, yakni:

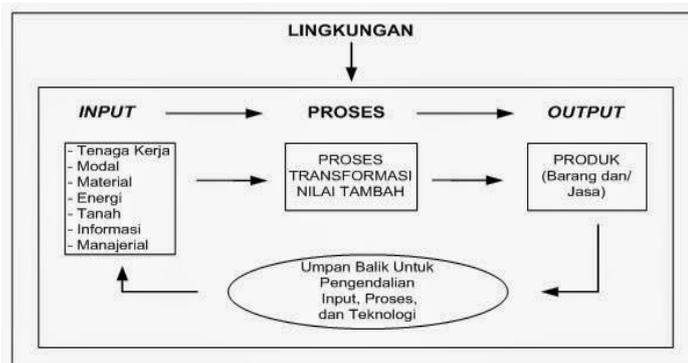
1. *Engineering to order* (ETO), adalah sistem produksi yang dibuat bila pemesan meminta produsen membuat produk mulai dari proses perancangan.
2. *Assembly to order* (ATO), merupakan sistem produksi di mana produsen membuat desain standar, modul operasional standar. Selanjutnya, produk dirakit sesuai dengan modul dan permintaan konsumen. Contoh perusahaan yang menerapkan sistem ini adalah pabrik mobil.

3. *Make to order* (MTO), yakni sistem produksi dimana produsen akan menyelesaikan pekerjaan akhir suatu produk jika ia telah menerima pesanan untuk *item* tersebut.
4. *Make to stock* (MTS), sistem produksi dimana barang akan diselesaikan produksinya sebelum ada pesanan dari konsumen.

Pada dasarnya, perusahaan yang bergerak di bidang produksi akan melakukan riset pasar terlebih dahulu untuk mengetahui seberapa banyak kebutuhan dari pasar. Dengan begitu akan memudahkan perusahaan untuk menentukan berapa banyak dan jenis sistem produksi apa yang mereka gunakan (Arif, 2016).

2.1.2 Ruang Lingkup Sistem Produksi

Produksi sering diartikan sebagai aktivitas yang ditujukan untuk meningkatkan nilai masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*). Secara skematis sistem produksi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Ruang Lingkup Sistem Produksi

2.1.3 Jenis-Jenis Proses Produksi

Jenis-jenis proses produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi,

proses perubahan bentuk, proses *assembling*, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi.

Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*continuous processes*) dan proses produksi terputus-putus (*intermittent processes*). Perusahaan menggunakan proses produksi terus-menerus apabila di dalam perusahaan terdapat urutan-urutan yang pasti sejak dari bahan mentah sampai proses produksi akhir. Proses produksi terputus-putus apabila tidak terdapat urutan atau pola yang pasti dari bahan baku sampai dengan menjadi produk akhir atau urutan selalu berubah.

Jenis tipe proses produksi menurut proses menghasilkan output dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Proses Produksi Terus-Menerus (*Continuous Process*)

Proses produksi ini adalah sistem produksi yang dikerjakan secara terus menerus mengikuti alur standar proses produksi yang telah ditetapkan, artinya proses produksi dikerjakan secara berkesinambungan dan biasanya dalam suatu pabrik sistem produksi ini dihubungkan dengan ban berjalan, dan disusun sesuai dengan urutannya masing-masing, semua produk yang akan diproses harus melalui tahap-tahap proses produksi secara berurutan dan tidak boleh ada yang terlewat satupun. Dalam proses produksi ini biasanya produk yang dihasilkan hanyalah produk-produk sejenis (tidak terlalu bervariasi).

Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu *output* direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standar.

Ciri-ciri proses produksi terus menerus adalah:

- a. Produksi dalam jumlah besar (produksi massa), variasi produk sangat kecil dan sudah distandarisasi.
 - b. Menggunakan *product layout*
 - c. Mesin bersifat khusus (*special purpose machines*).
 - d. Salah satu mesin atau peralatan rusak atau terhenti, seluruh proses produksi terhenti.
 - e. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *fixed* (*fixed path equipment*) menggunakan ban berjalan.
2. Proses Produksi Terputus-Putus (*Intermittent Process*)

Proses produksi yang ini berbeda dengan pertama dalam hal produk yang dihasilkan dan tata cara proses produksinya, jika yang pertama hanya dapat menghasilkan satu jenis produk (tidak terlalu bervariasi), maka yang ini bisa bervariasi jenis produk yang dihasilkan dalam satu waktu. Dalam proses produksi ini mesin-mesin diletakkan secara berkelompok sesuai dengan fungsinya masing-masing. Contoh dalam industri pabrik berskala besar seperti garment biasanya memproduksi barang yang berbeda-beda sesuai standar yang telah ditetapkan, dalam hal ini ada banyak jenis produk yang dihasilkan mulai dari kaos, celana, kemeja, dll. Karena jenis produk yang dihasilkan berbeda-beda maka sudah pasti mesin yang digunakan pun akan berbeda-beda.

Ciri-ciri proses produksi yang terputus-putus adalah:

- a. Produk yang dihasilkan dalam jumlah kecil, variasi sangat besar dan berdasarkan pesanan.
- b. Menggunakan *process layout* (*departmentation by equipment*).

- c. Menggunakan mesin-mesin bersifat umum (*general purpose machines*) dan kurang otomatis.
 - d. Proses produksi tidak mudah berhenti walaupun terjadi kerusakan di salah satu mesin.
 - e. Persediaan bahan mentah tinggi
 - f. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *flexible* (*varied path equipment*) menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong (*forklift*).
 - g. Membutuhkan tempat yang besar.
3. Proses Produksi Campuran (*Repetitive Process*)

Dalam proses produksi campuran atau berulang, produk dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan proses biasanya berlangsung secara berulang-ulang dan serupa. Untuk industri semacam ini, proses produksi dapat dihentikan sewaktu-waktu tanpa menimbulkan banyak kerugian seperti halnya yang terjadi pada *continuous process*. Industri yang menggunakan proses ini biasanya mengatur tata letak fasilitas produksinya berdasarkan aliran produk.

Ciri-ciri proses produksi yang berulang-ulang adalah :

- a. Biasanya produk yang dihasilkan berupa produk standar dengan opsi-opsi yang berasal dari modul-modul, dimana modul-modul tersebut akan menjadi modul bagi produk lainnya.
- b. Memerlukan sedikit tempat penyimpanan dengan ukuran medium atau lebar untuk lintasan perpindahan materialnya dibandingkan dengan proses terputus, tetapi masih lebih banyak bila dibandingkan dengan proses *continuous*.

- c. Mesin dan peralatan yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin dan peralatan tetap bersifat khusus untuk masing–masing lintasan perakitan yang tertentu.
- d. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat tetap dan khusus, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan cukup besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang baik dalam pengerjaan produk tersebut.
- e. Proses produksi agak sedikit terganggu (terhenti) bila terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
- f. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat tetap dan otomatis seperti conveyor, mesin–mesin transfer dan sebagainya.

2.1.4 Tata Letak Fasilitas Produksi

Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Terdapat berbagai macam pengertian atau definisi mengenai tata letak pabrik. Tata letak pabrik dapat di definisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Adapun kegunaan dari pengaturan tata letak pabrik menurut adalah memanfaatkan luas area (*space*) 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. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan

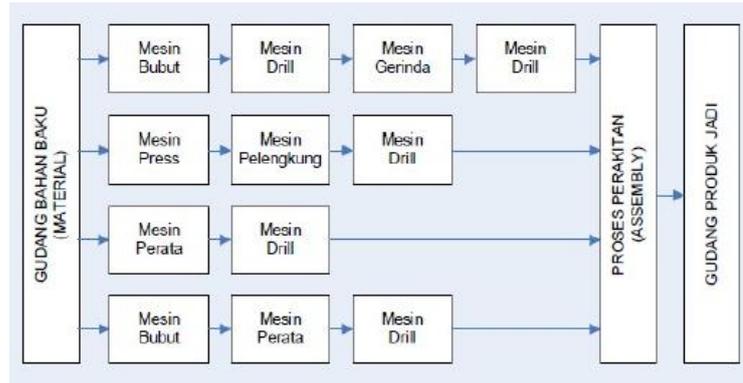
pengaturan departemen (*department layout*) yang ada dari pabrik (Arif Muhammad, 2017).

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*).

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



Gambar 2.2 *Product Layout*

Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi adalah:

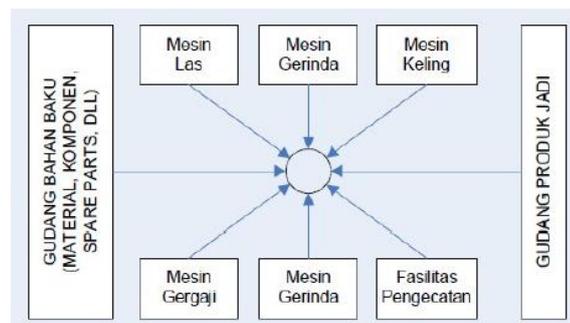
- a. Aliran pemindahan material berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya material handling rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak terpendek.
- b. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- c. *Work in process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- 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.
- f. 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*)

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.



Gambar 2.3 *Position Layout*

Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi material tetap ini adalah:

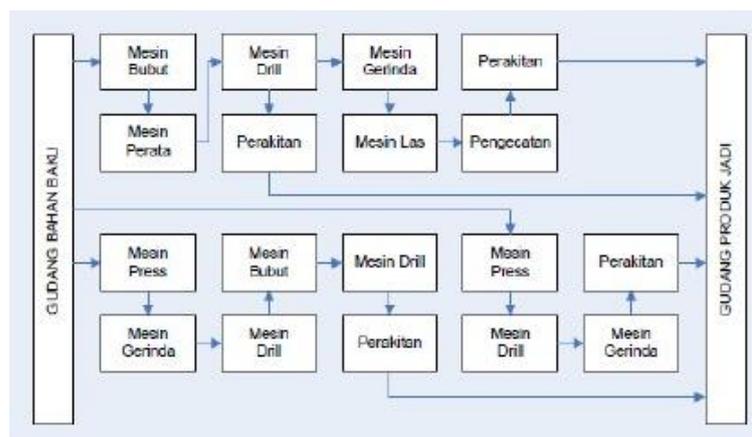
- a. Karena yang bergerak pindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan material bisa dikurangi.
- b. Bilamana pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai tercapai dengan sebaik-baiknya.
- c. Fleksibilitas 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.
3. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*product family, product layout* atau *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*.



Gambar 2.4 *Group Technology Layout*

Keuntungan yang diperoleh dari tata letak tipe ini adalah:

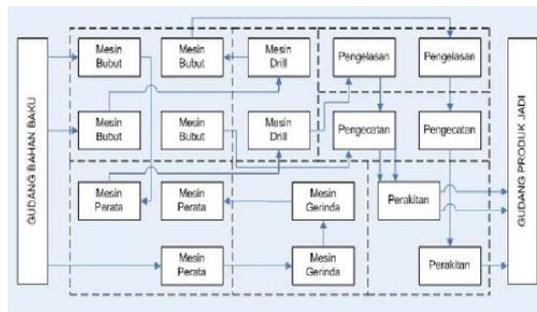
- a. Dengan adanya pengelompokkan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*).
- c. Memiliki keuntungan yang bisa diperoleh dari *product layout*.
- d. 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. Kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.
4. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional* atau *process layout*)

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 departemen.



Gambar 2.5 *Process Layout*

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 dari pada 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 (Arif Muhammad, 2017).

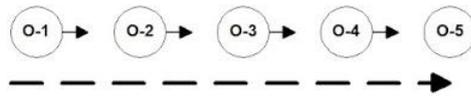
2.1.5 Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi

Pola aliran bahan untuk produksi merupakan pola aliran yang dipakai untuk pengaturan aliran bahan dalam proses produksi dibedakan menjadi lima, yaitu:

1. *Straight Line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus dipakai bilamana proses berlangsung singkat, relatif sederhana dan umumnya terdiri dari beberapa komponen atau beberapa macam *production equipment*. Beberapa keuntungan memakai pola aliran berdasarkan garis lurus antara lain:

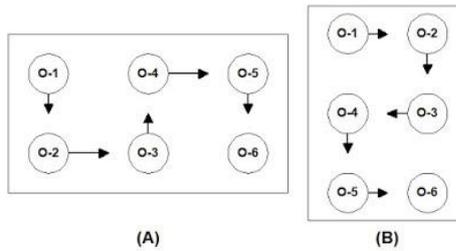
- a. Jarak terpendek antara 2 titik
- b. Proses berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai dengan nomor terakhir
- c. Jarak perpindahan bahan secara total kecil



Gambar 2.6 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

2. *Zig-Zag (S-Shape)*

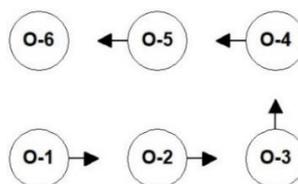
Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik ditetapkan bilamana aliran proses produksi menjadi lebih panjang dibanding dengan luas area yang ada. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada secara ekonomis, hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, bentuk serta ukuran pabrik yang ada.



Gambar 2.7 Pola Aliran Bahan *Zig-Zag (S-Shape)*

3. *U-Shaped*

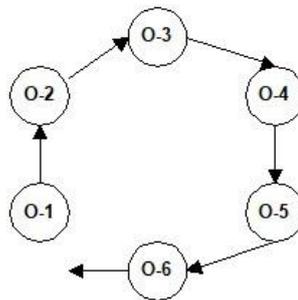
Pola aliran ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga akan mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya material dari dan menuju pabrik. Apabila garis aliran relatif panjang maka pola *U-Shape* ini tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran bahan *Zig-Zag*.



Gambar 2.11 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran ini sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi. Aliran ini juga sangat baik apabila departmen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

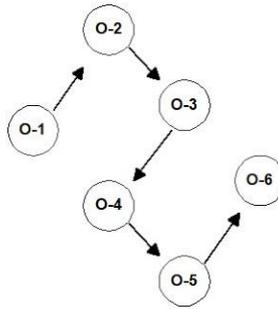


Gambar 2.12 Pola Aliran Bahan *Circular*

5. *Odd-Angle*

Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan pola aliran yang ada. Adapun beberapa keuntungan yang ada bila memakai pola antara lain:

- a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang pendek diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- b. Bilamana proses handling dilaksanakan secara mekanis.
- c. Bilamana ada keterbatasan ruangan yang menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak diterapkan.
- d. Bila dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas yang ada.
- e. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama untuk area yang kecil.



Gambar 2.13 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

2.1.6 Macam Macam Sistem Produksi

Macam-macam proses produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses *assembling*, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi (Ahyari, 2002).

Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*Continuous processes*) dan proses produksi terputus-putus (*Intermittent processes*).

Perusahaan menggunakan proses produksi terus-menerus apabila di dalam perusahaan terdapat urutan-urutan yang pasti sejak dari bahan mentah sampai proses produksi akhir. Proses produksi terputus-putus apabila tidak terdapat urutan atau pola yang pasti dari bahan baku sampai dengan menjadi produk akhir atau urutan selalu berubah (Ahyari, 2002). Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti:

1. Volume atau jumlah produk yang akan dihasilkan,
2. Kualitas produk yang diisyaratkan,
3. Peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses.

Berdasarkan pertimbangan cermat mengenai faktor-faktor tersebut ditetapkan tipe proses produksi yang paling cocok untuk setiap situasi produksi. Macam tipe proses produksi menurut proses menghasilkan output dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Proses Produksi Terus-Menerus (*Continuous Process*)

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu *output* direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standart. Ciri-ciri proses produksi terus menerus adalah:

- a. Produksi dalam jumlah besar (produksi massa), variasi produk sangat kecil dan sudah distandarisasi.
- b. Menggunakan *product lay out* atau *departementation by product*.
- c. Mesin bersifat khusus (*special purpose machines*).
- d. Operator tidak mempunyai keahlian/*skill* yang tinggi.
- e. Salah satu mesin /peralatan rusak atau terhenti, seluruh proses produksi terhenti.
- f. Tenaga kerja sedikit.
- g. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses kecil.
- h. Dibutuhkan *maintenance specialist* yang berpengetahuan dan pengalaman yang banyak.
- i. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *fixed* (*fixed path equipment*) menggunakan ban berjalan.

Kelebihan proses produksi terus-menerus adalah :

- a. Biaya per unit rendah bila produk dalam volume yang besar dan distandarisasi.
- b. Pemborosan dapat diperkecil, karena menggunakan tenaga mesin.
- c. Biaya tenaga kerja rendah.
- d. Biaya pemindahan bahan di pabrik rendah karena jaraknya lebih pendek.

Sedangkan kekurangan proses produksi terus-menerus adalah :

- a. Proses produksi mudah terhenti, yang menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi
 - b. Terdapat kesulitan menghadapi perubahan tingkat permintaan.
2. Proses Produksi Terputus-Putus (*Intermittent Process*)

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses. Ciri-ciri proses produksi yang terputus-putus adalah:

- a. Produk yang dihasilkan dalam jumlah kecil, variasi sangat besar dan berdasarkan pesanan.
- b. Menggunakan process *lay out* (*departmentation by equipment*).
- c. Menggunakan mesin-mesin bersifat umum (*general purpose machines*) dan kurang otomatis.
- d. Operator mempunyai keahlian yang tinggi.
- e. Proses produksi tidak mudah berhenti walaupun terjadi kerusakan di salah satu mesin.

- f. Menimbulkan pengawasan yang lebih sukar.
- g. Persediaan bahan mentah tinggi
- h. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *flexible* (*varied path equipment*) menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong (*forklift*).
- i. Membutuhkan tempat yang besar .

Kelebihan proses produksi terputus-putus adalah :

- a. *Flexibilitas* yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk yang berhubungan dengan proses *lay out*.
- b. Diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin yang bersifat umum.
- c. Proses produksi tidak mudah terhenti, walaupun ada kerusakan di salah satu mesin.
- d. Sistem pemindahan menggunakan tenaga manusia.

Sedangkan kekurangan proses produksi terputus-putus adalah :

- a. Dibutuhkan *scheduling, routing* yang banyak karena produk berbeda tergantung pemesan.
- b. Pengawasan produksi sangat sukar dilakukan.
- c. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses cukup besar.
- d. Biaya tenaga kerja dan pemindahan bahan sangat tinggi, karena menggunakan tenaga kerja yang banyak dan mempunyai tenaga ahli.

3. Proses Produksi Campuran (*Repetitive Process*)

Dalam proses produksi campuran atau berulang, produk dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan proses biasanya berlangsung secara berulang-ulang dan serupa. Untuk industri semacam ini, proses produksi dapat dihentikan sewaktu-

waktu tanpa menimbulkan banyak kerugian seperti halnya yang terjadi pada *continuous process*. Industri yang menggunakan proses ini biasanya mengatur tata letak fasilitas produksinya berdasarkan aliran produk. (Wignjosuebrotto, 1996 : 5).

Ciri proses produksi yang berulang-ulang adalah :

1. Biasanya produk yang dihasilkan berupa produk standar dengan opsi-opsi yang berasal dari modul-modul, dimana modul-modul tersebut akan menjadi modul bagi produk lainnya.
2. Memerlukan sedikit tempat penyimpanan dengan ukuran *medium* atau lebar untuk lintasan perpindahan materialnya dibandingkan dengan proses terputus, tetapi masih lebih banyak bila dibandingkan dengan proses *continuous*.
3. Mesin dan peralatan yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin dan peralatan tetap bersifat khusus untuk masing-masing lintasan perakitan yang tertentu.
4. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat tetap dan khusus, maka pengaruh *individual operator* terhadap produk yang dihasilkan cukup besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang baik dalam pengerjaan produk tersebut.
5. Proses produksi agak sedikit terganggu (terhenti) bila terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
6. Operasi-operasi yang berulang akan mengurangi kebutuhan pelatihan dan perubahan instruksi-instruksi kerja.
7. Sistem persediaan ataupun pembeliannya bersifat tepat waktu (*just in time*).

8. Biasanya bahan–bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat tetap dan otomatis seperti *conveyor*, mesin–mesin *transfer* dan sebagainya.

2.2 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.

2.2.1 Definisi Peramalan Permintaan

Menurut Sudjana dalam Widiyarini (2016), peramalan diartikan sebagai 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.

2.2.2 Kegunaan Peramalan Permintaan

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).

2.2.3 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:

$$e_t = Y(t) - Y'(t) \dots\dots\dots(1)$$

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

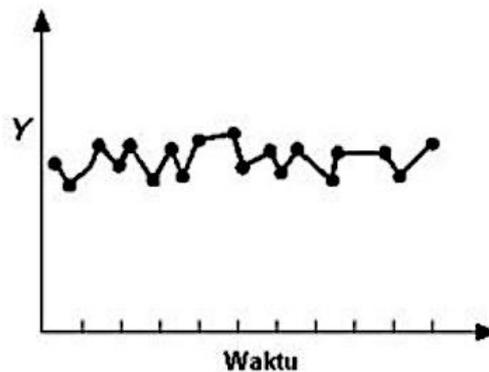
Untuk mengevaluasi apakah pola data menggunakan metode peramalan tersebut sesuai dengan pola data sebenarnya.

2.2.4 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 di antara nilai rata-rata. Dengan demikian, pola data ini dapat dikatakan sebagai stasioner pada rata-rata hitungnya (*mean*). Berikut adalah grafik pola data horizontal:

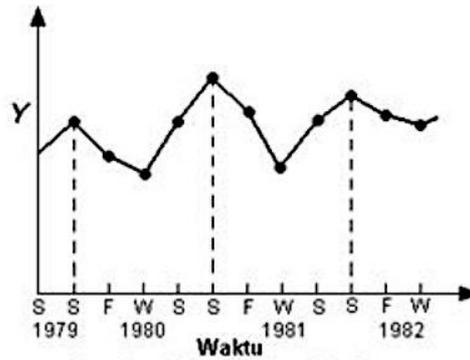


Gambar 2.3 Grafik Pola Data Horizontal

(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 factor 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:

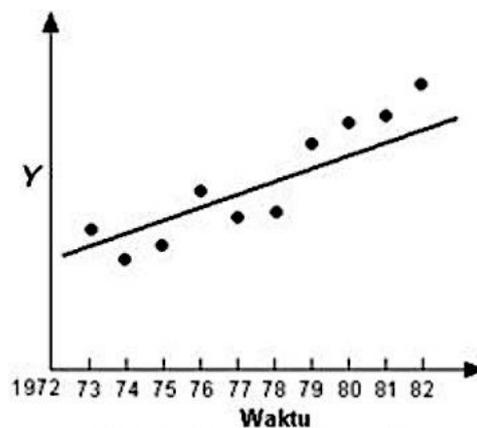


Gambar 2.4 Grafik Pola Data Musiman

(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*:

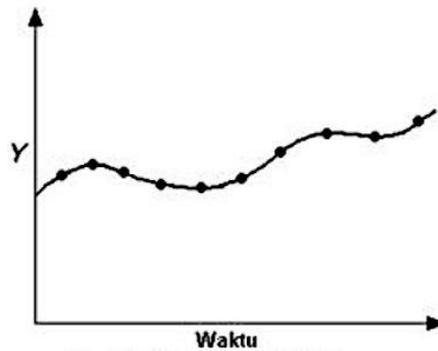


Gambar 2.5 Grafik Pola Data *Trend*

(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 2.6 Grafik Pola Data Siklis

(Sumber: Afrianti, 2016)

2.2.5 Metode Peramalan

Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) adalah suatu metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih tua. Oleh karena itu metode ini disebut prosedur *Exponential Smoothing* (Makridakis, 2003). Pada metode *Exponential Smoothing* ini, perevisian secara berkelanjutan dilakukan atas ramalan berdasarkan pengalaman yang lebih kini, yaitu melalui pengrataan (pemulusan) nilai dari serentetan data yang lalu dengan cara mengurangnya secara eksponensial. Hal itu dilakukan dengan memberikan bobot tertentu pada tiap data. Bobotnya dilambangkan dengan α (alpha) dan bergerak antara 0 sampai 1 (Aritonang, 2002).

Exponential smoothing adalah suatu prosedur dengan mengulang perhitungan secara terus menerus menggunakan data observasi terbaru. Setiap

data yang digunakan pada metode ini diberi bobot yang disimbolkan alpha, gamma dan betha di mana bobot ini ditentukan secara bebas dengan *trial and error*. Nilai alpha berkisar antara 0 sampai dengan 1. Nilai tersebut yang menghasilkan nilai tingkat kesalahan yang paling kecil akan dipilih untuk digunakan dalam model *forecast* (Garperz, 2005)

Model peramalan pemulusan eksponensial bekerja hamper serupa dengan *thermostat*, di mana apabila galat ramalan (*forecast error*) adalah positif, yang berarti nilai actual permintaan lebih tinggi dari pada nilai raman ($A-F > 0$), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan ramalan. Sebaliknya apabila galat ramalan adalah negative, berarti nilai actual 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 actual permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu.

Metode *forecast exponential smoothing* ada beberapa macam yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, dan *tripel exponential smoothing*. *Single exponential smoothing* merupakan metode *forecast* yang memberikan pembobotan secara eksponensial pada data yang lebih lama, data yang lebih baru akan diberi bobot yang lebih besar. Metode ini digunakan untuk data yang berpola fluktuasi acak tanpa adanya unsur trend dan musiman (Tannady & Andrew, 2013). Metode *double exponential smoothing* merupakan metode pemulusan dengan menggunakan dua kali pemulusan dan satu parameter. Metode ini digunakan untuk data yang membentuk pola trend. Metode *triple exponential*

smoothing merupakan metode merupakan metode dengan tiga parameter disebut. Metode ini digunakan apabila pola data berbentuk trend dan ada unsur musiman.

Permasalahan umum yang dihadapi apabila menggunakan model pemulusan eksponensial adalah memilih konstanta pemulusan (α) yang diperirakan 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).

Teknik pemulusan eksponensial adalah prosedur yang dapat merevisi hasil ramalan secara kontinyu dengan menggunakan informasi terbaru. Teknik ini berdasarkan pemulusan yang menurun secara eksponensial. Prediksi dilakukan dengan memberi bobot yang lebih tinggi untuk informasi yang lebih baru. Teknik ini terdiri dari tiga yaitu:

1. Teknik *Single Exponential Smoothing*

Teknik ini sangat cocok untuk pola data stasioner dan tidak efektif dalam menangani peramalan yang pola datanya memiliki komponen trend dan pola musiman. Teknik ini hanya menyimpan data terakhir, ramalan terakhir dan konstanta pemulusan (α) sehingga dapat mengurangi masalah penyimpanan data. Persamaan dalam teknik pelicinan eksponensial tunggal dapat dihitung melalui

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t \dots \dots \dots (2)$$

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*)

2. Teknik *Double Exponential Smoothing*

Teknik ini menetapkan bahwa ramalan merupakan hasil dari perhitungan dua kali pemulusan eksponensial dengan tujuan mengatasi masalah data yang tidak stasioner dengan trend linear. Hasil yang diperoleh dari pemulusan eksponensial tunggal dilakukan pemulusan kembali dengan memberi bobot yang menurun secara eksponensial. Teknik pelicinan eksponensial dari Brown menetapkan bahwa ramalan merupakan hasil dari perhitungan dua kali pelicinan secara eksponen. Cara pelicinannya ialah dengan pengambilan perbedaan antara nilai-nilai tunggal yang dilicinkan, agar diselaraskan dengan bentuk trend.

Persamaan-persamaan dalam teknik ini adalah :

$$Y_{t+m} = \alpha_t + b_t(m) \dots\dots\dots(3)$$

$$S_t = \alpha S_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \dots\dots\dots(4)$$

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t + (1 - \alpha)S_{t-1}^{(2)} \dots\dots\dots(5)$$

$$a_t = 2S_t - S_t^{(2)} \dots\dots\dots(6)$$

$$b_t = (\alpha/(1 - \alpha))(S_t - S_t^{(2)}) \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

S_t = Pelicinan tahap 1

$S_t^{(2)}$ = Pelicinan tahap 2

α = Koefisien Pelicinan

a_t = Nilai Penyesuaian Intersep

b_t = Nilai Penyesuaian *trend (slope)*

Y_{t+m} = Nilai ramalan periode t+m

M = Jumlah Periode ke depan

3. Teknik *Triple Exponential Smoothing*

Teknik ini menghasilkan ramalan yang lebih cocok dan tepat untuk pola data historis yang memiliki pola trend linear dan pola musiman. Persamaan-persamaan dalam teknik ini adalah

$$L_t = \alpha(X_t/I_t - L) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots \dots \dots (8)$$

$$T_t = \gamma (L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-p} (1-\beta)T_{t-1} \dots \dots \dots (9)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = (L_{t-1} + T_{t-1}) S_{t-p} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

\hat{Y}_{t+m} = Ramalan untuk periode ke depan

X_t = Nilai pada periode waktu ke-t

L_t = Level pada waktu ke-t

T_t = Trend pada waktu ke-t

S_t = Komponen musiman waktu ke-t

P = Banyak data (periode musiman)

α = Bobot untuk level ($0 < \alpha < 1$)

γ = Bobot untuk level ($0 < \gamma < 1$)

β = Bobot untuk level ($0 < \beta < 1$) (Darsyah, 2016).

2.2.6 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

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

Y_i : Ramalan permintaan periode ke-i

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

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:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

Y_i : Ramalan permintaan periode ke-i

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

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:

$$MAPE = \left(\frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{\sum_{t=1}^n Y_t} \right) \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

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.

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n [Y_t - \hat{Y}_t]}{MAD} \dots\dots\dots(8)$$

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 kelayakannya 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.