

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

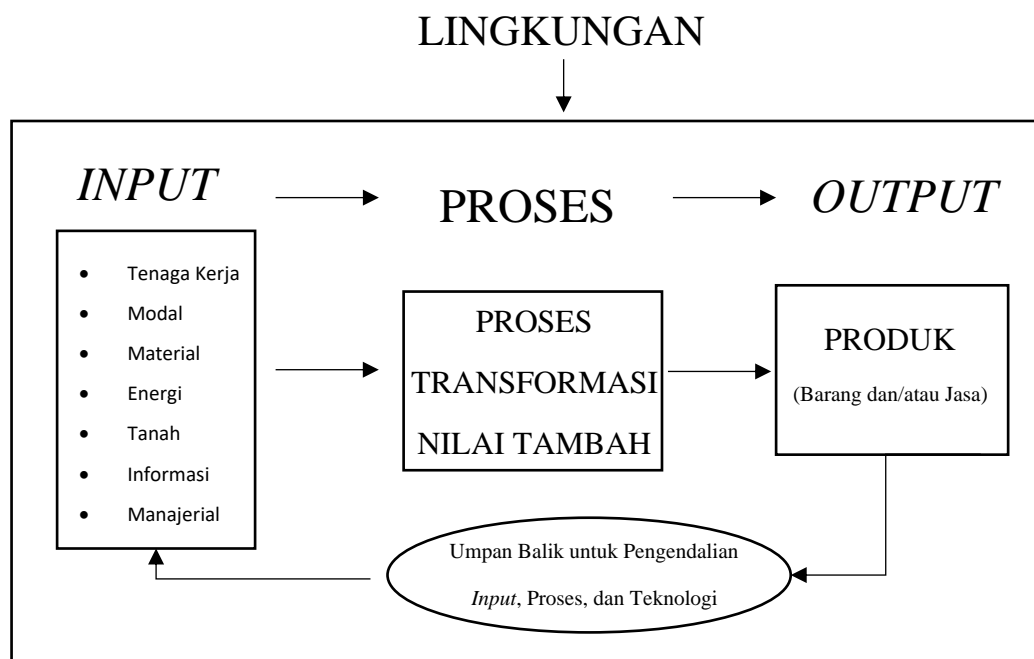
#### **2.1 Sistem Produksi**

Untuk melaksanakan fungsi-fungsi produksi dengan baik, maka diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub-sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi *input* produksi menjadi *output* produksi. Macam Sub-sub sistem dari keseluruhan sistem produksi tersebut antara lain adalah Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Pengendalian Kualitas, Penentuan Standar-standar Operasi, Penentuan Fasilitas Produksi, Perawatan Fasilitas Produksi, dan Penentuan Harga Pokok Produksi. Sub-sub sistem tersebut akan membentuk konfigurasi Sistem Produksi. Keandalan dari konfigurasi Sistem Produksi ini akan tergantung dari produk yang dihasilkan serta bagaimana cara menghasilkannya (proses produksinya). Cara menghasilkan produk tersebut dapat berupa jenis proses produksi menurut cara menghasilkan produk operasi dari pembuatan produk, dan variasi produk yang dihasilkan. (Rosnani, 2007).

Proses transformasi nilai tambah dari *input* menjadi *output* dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional. Sistem produksi memiliki beberapa karakteristik, antara lain (Gaspersz, 1998):

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi itu.

2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunya aktivitas serupa berupa proses transformasi nilai tambah input menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.



Gambar 2.1 Bagan Sistem Produksi

(Sumber: Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.1 tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah *input*, proses, *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*). Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode kerja, dan mesin atau peralatan, dalam suatu lingkungan, guna

menghasilkan nilai tambah bagi produk, agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses itu mengkonversi *input* terukur ke dalam *output* terukur melalui sejumlah langkah sekuensial yang terorganisasi. (Gaspersz, 1998)

### **2.1.1 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 *departement* 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, ini bila jenis produksinya *make 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 *make to stock*.
3. Mengelola persediaan. Tindakan pengelolaan persediaan berupa melakukan transaksi persediaan, membuat kebijakan persediaan pengamatan, kebijakan kuantitas pesanan atau 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, *subassembly* 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 departemen *PPIC* 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 atau disesuaikan kebutuhan. Untuk jangka panjang, evaluasi ini dapat digunakan untuk mengubah (menambah) kapasitas produksi.

Fungsi tersebut dalam praktik tidak semua perusahaan akan atau ingin melaksanakannya. Ada tidaknya suatu fungsi ini diperusahaan, juga ditentukan oleh teknik atau metode perencanaan dan pengendalian produksi (sistem produksi) yang digunakan perusahaan (Purnomo, 2004)

### **2.1.2 Fungsi Produksi dan Operasi**

Dalam suatu kegiatan produksi dan operasi, manajemen produksi dan operasi harus mampu membina dan mengendalikan arus masukan (*input*) dan keluaran (*output*), serta mengelola penggunaan sumber-sumber daya yang dimiliki agar kegiatan serta fungsi produksi dan operasi dapat lebih efektif, maka manajemen harus mampu mendeteksi masalah-masalah yang penting serta mampu mengendalikan dan mengawasi sumber daya yang sangat terbatas.

Ada tiga pengertian yang penting dalam mendukung pelaksanaan kegiatan manajemen produksi dan operasi yaitu:

1. Mengenai fungsi produksi dan operasi sebagai salah satu fungsi organisasi perusahaan yang merupakan salah satu fungsi bisnis.
2. Mengenai sistem maka produksi dan operasi tidak dapat terlepas dari sistem secara keseluruhan dalam perusahaan dimana terkait dengan bidang-bidang fungsi lain diluar produksi dan operasi.
3. Mengenai keputusan dimana unsur yang terpenting dalam manajemen produksi dan operasi adalah pengambilan keputusan maka penekanan utama

dalam pembahasan produksi dan operasi adalah suatu proses pengambilan keputusan.

Empat fungsi terpenting dalam fungsi produksi dan operasi, yaitu:

1. Proses pengolahan, metode atau teknik yang digunakan dalam mengolah *input*.
2. Jasa-jasa penunjang berupa pengorganisasian untuk penetapan teknik serta proses pengolahan yang dilaksanakan.
3. Perencanaan, merupakan penetapan keterkaitan dan pengorganisasian dari kegiatan produksi dan operasi.
4. Pengendalian atau pengawasan, merupakan fungsi untuk menjamin terlaksananya proses produksi sesuai dengan rencana.

### **2.1.3 Macam-Macam Proses 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.

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 (*Intermettent 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, 2012).

Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti:

1. *Volume* atau jumlah produk yang akan dihasilkan.
2. Kualitas produk yang diisaratkan.
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 dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut:

#### **2.1.3.1 Proses Produksi Terus-Menerus (*Continuous Processes*)**

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan di suatu 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 standar. Ciri-ciri proses produksi terus menerus adalah:

1. Produksi dalam jumlah besar (produksi massal), variasi produk sangat kecil dan sudah distandarisasi.
2. Menggunakan *product layout* atau *departementation by product*.
3. Mesin bersifat khusus (*special purpose machines*).
4. Operator tidak mempunyai keahlian atau *skill* yang tinggi.
5. Salah satu mesin atau peralatan rusak atau terhenti, seluruh proses produksi terhenti.
6. Tenaga kerja sedikit.
7. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses kecil.

8. Dibutuhkan *maintenance specialist* yang berpengetahuan dan pengalaman yang banyak.
9. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang tetap (*fixed path equipment*).

Kelebihan proses produksi terus-menerus adalah :

- a. Biaya per unit yang rendah bila produk dalam volume yang besar dan distandardisasi.
- 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. Terdapat kesulitan dalam perubahan produk.
- b. Proses produksi mudah terhenti, yang menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi
- c. Terdapat kesulitan menghadapi perubahan tingkat permintaan.

#### **2.3.1.2 Proses Produksi Terputus-putus (*Intermittent Processes*)**

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produksi 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:

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



3. Menggunakan mesin-mesin bersifat umum (*general purpose machines*) dan kurang otomatis.
4. Operator mempunyai keahlian yang tinggi.
5. Proses produksi tidak mudah berhenti walaupun terjadi kerusakan di salah satu mesin.
6. Menimbulkan pengawasan yang lebih sukar.
7. Persediaan bahan mentah tinggi.
8. Pemandahan bahan dengan peralatan *handling* yang fleksibel (*varied path equipment*) menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong (*forklift*).
9. Membutuhkan tempat yang besar.

Kelebihan proses produksi terputus-putus adalah :

- a. Fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk-produk yang berhubungan dengan *process layout*.
- 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-beda 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 yang sangat tinggi, karena menggunakan tenaga kerja yang banyak dan mempunyai tenaga ahli.

### 2.1.3.3 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, (Wignjosoebroto, 2009 : 5). Ciri-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 *continuous process*.
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. (Wignjosoebroto, 1996).

#### **2.1.4 Perancangan Proses Produksi**

Perancangan proses produksi tergantung pada karakteristik produk keluaran yang ingin dibuat dan pola kebutuhan yang harus dipenuhi. Kriteria penting untuk mengklasifikasikan proses produksi adalah tipe aliran unit pabrik yang bergerak dari satu tahap proses berikutnya. Disini dikenal tiga tipe aliran dasar, yaitu:

a. *Flow Shop*

Disebut juga *Mass Production* atau produksi massal. *Flow Shop* untuk pembuatan produk yang memiliki rancangan dasar yang cenderung tetap beberapa waktu lama dan dikehendaki memenuhi pangsa pasar yang besar (*volume* produksi yang tinggi), maka hal tersebut memerlukan pengaturan proses dalam bentuk *flow shop* yang normalnya akan bekerja sebanyak-banyaknya untuk disimpan.

Secara umum tipe *flow shop* dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Continuous Flow Shop*

Pada jenis ini proses produksi berjalan untuk menghasilkan satu jenis produk. Material berpindah (masuk dan/atau keluar) pada satu proses terus berkelanjutan selama proses tanpa menunggu proses tuntas selesai, misalnya di industri kimia.

## 2. *Intermittent Flow Shop*

Pada jenis ini *flow shop* proses produksi dapat diinterupsi secara periodic untuk membuat model produk yang memiliki spesifikasi berbeda tetapi tetap memiliki rancangan dasar yang sama.

### b. *Job Shop*

*Job Shop* dapat didefinisikan sebagai proses konversi dimana unit-unit produk yang berasal dari *order* yang berbeda-beda dibuat mengikuti langkah-langkah yang berbeda dan terlebih dahulu melalui fasilitas-fasilitas produksi yang dikelompokkan sesuai dengan jenis atau fungsi kerjanya. Dalam tipe pengaturan *Job Shop* dapat dijumpai dimana normalnya diaplikasikan untuk memenuhi *order* masuk yang cenderung berbeda dalam bentuk rancang dasarnya.

### c. *Batch Production*

*Batch Production* adalah sistem produksi yang termasuk *repetitive production* (produksi berulang) yang berada diantara sistem produksi *Job Shop* dan *Flow Shop*. Standarisasi produk pada *Batch Production* lebih baik dan *Volume* produksi lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Job shop* namun *volume* lebih rendah dan tidak selalu terstandarisasi seperti *flow shop (mass production)*. Metode produksinya mirip dengan proses produksi dengan sistem *Job Shop*, perbedaannya terletak pada jumlah atau *volume* yang akan diproduksi yang lebih banyak dan berulang-ulang.

Karakteristik dari *Batch Production* :

- a. Waktu produksi lebih pendek.
- b. Tempat dan Mesin lebih fleksibel.

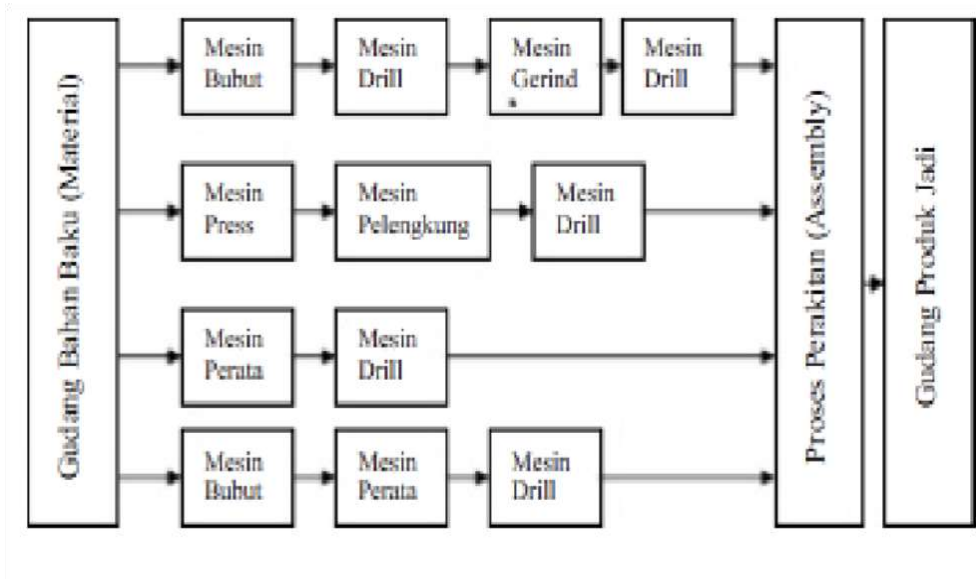
- c. Tempat dan Mesin diatur untuk memproduksi produk dalam bentuk *batch* dan diubah lagi pengaturannya untuk *batch* yang berikutnya.
- d. Waktu dan biaya produksi lebih rendah dibandingkan dengan *Job Shop*.

### **2.1.5 Tata Letak Fasilitas Produksi**

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

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

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



Gambar 2.2 *Product Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto,2009)

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

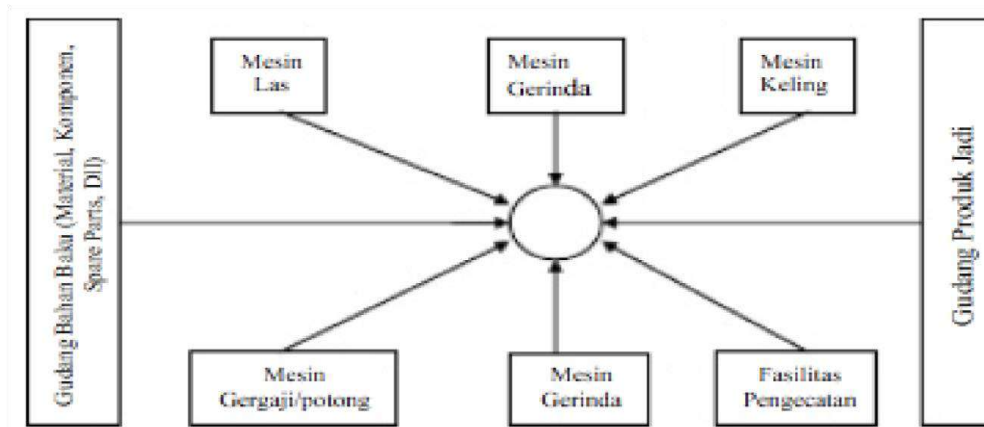
- a. Aliran pemindahan material berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya material *handling* rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak terpendek.
- b. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- c. *Work in process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah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

- e. Tiap unit produksi atau stasiun kerja memerlukan luas areal yang minimal. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Adanya kerusakan salah satu mesin (*machine breakdown*) akan dapat menghentikan aliran proses produksi secara total.
- b. Tidak adanya fleksibilitas untuk membuat produk yang berbeda.
- c. Stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.
- d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang harus dimilikinya.

2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*fixed material location layout atau position layout*)



Gambar 2.3 *Position Lay Out*

(Sumber: Wignjosoebroto,2009)

Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi atau lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti tools, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen

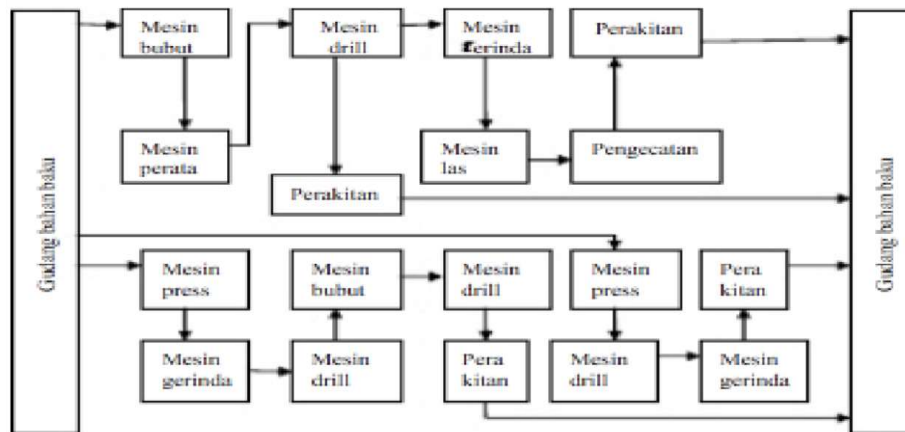
produk utama tersebut. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi material tetap ini adalah :

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

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

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





Gambar 2.4 *Group Technology Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto,2009)

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

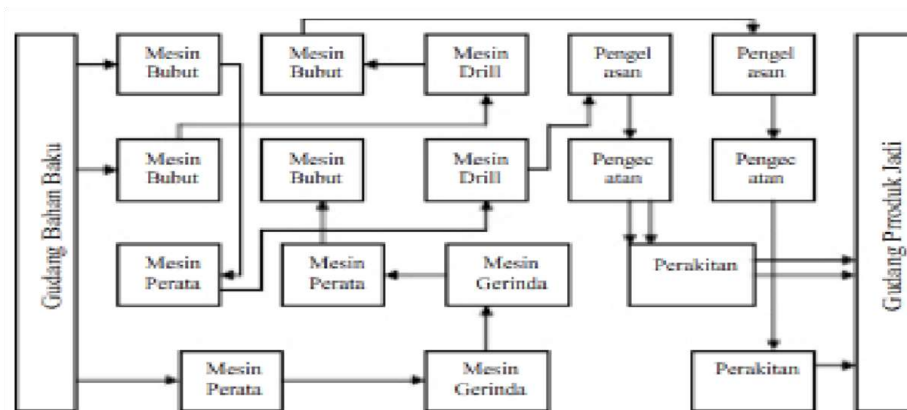
- a. Dengan adanya pengelompokkan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses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

- e. Umumnya cenderung menggunakan mesin–mesin *general purpose* sehingga mestinya juga akan lebih rendah.

Kerugian dari tipe ini adalah:

- a. Diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada.
- b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui individu–individual yang ada.
- c. Bilamana keseimbangan aliran setiap sel yang ada sulit dicapai, maka diperlukan adanya *buffers dan work in process storage*.
- d. Beberapa kerugian dari *product dan process layout* juga akan dijumpai disini.
- e. Kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.

- 4. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional atau process layout*).



Gambar 2.5 *Process Layout*

(Sumber: Wignjosoebroto,2009)

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. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini adalah:

- a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin atau peralatan produksi lainnya.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.
- d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- e. Mudah untuk mengatasi *breakdown* daripada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan- hambatan signifikan.

Sedangkan kerugian dari tipe ini adalah :

- a. Karena pengaturan tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi, maka hal ini menyebabkan aktivitas pemindahan material.
- b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada akan memerlukan penambahan space area untuk *work in process storage*.

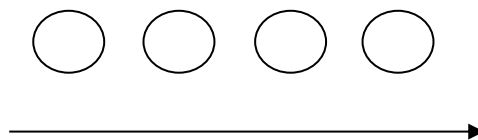
- c. Pemakaian mesin atau fasilitas produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi kompleks.
- d. Tipe *process layout* biasanya diaplikasikan untuk kegiatan *job order* yang mana banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi lebih kompleks.
- e. Diperlukan *skill* operator yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

### 2.1.6 Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi

Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu pola aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan, untuk jelasnya dibedakan menjadi 5, antara lain:

#### 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:



Gambar 2.6 Pola Aliran *Straight Line*

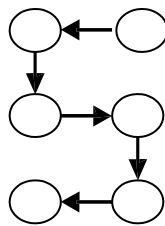
(Sumber: Wignjosoebroto,1996)

- 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

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

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan 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.

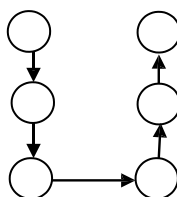


Gambar 2.7 Pola Aliran Bahan *Zig - Zag (S-Shape)*

(Sumber: Wignjosoebroto,1996)

1. *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*.

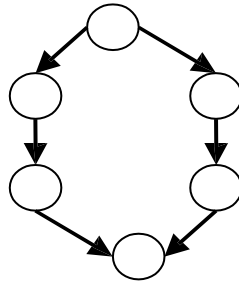


Gambar 2.8 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

(Sumber: Wignjosoebroto,1996)

## 2. *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 departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.



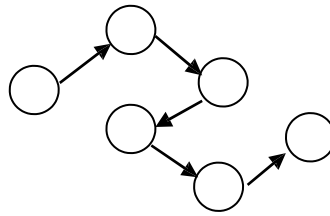
Gambar 2.9 Pola Aliran Bahan *Circular*

(Sumber: Wignjosoebroto,1996)

## 3. *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. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama untuk area yang kecil.



Gambar 2.10 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

(Sumber: Wignjosoebroto,1996)

## 2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Secara singkat pengukuran waktu kerja adalah metode penerapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Untuk menghitung waktu baku (*standart time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*). Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktifitas pengukuran kerja ini dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama kegiatan itu harus berlangsung dan berapa *output* yang dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Menurut Wignjosoebroto (2006), pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu kerja dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung

Pengukuran dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur sedang berlangsung.

## 2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung

Pengukuran dilakukan tanpa pengamat harus berada di tempat pekerjaan yang diukur sedang berlangsung.

### 2.2.1 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti

Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh *Frederick W Taylor* pada awal abad 19. Metode pengukuran waktu kerja dengan jam henti sangat baik digunakan untuk mengukur suatu pekerjaan yang berlangsung secara singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Pengukuran waktu secara berulang-ulang dilakukan dengan mengembalikan jarum pada angka nol setelah membaca dan mencatat waktu kerja dari pekerjaan yang diukur. Hasil pengukuran kerja dapat digunakan untuk memperoleh waktu baku serta *output standart* yang nantinya dapat digunakan untuk melakukan perencanaan produksi (Sutalaksana dkk, 2006).

### 2.2.2 Rating Factor

*Rating factor* adalah faktor yang diperoleh dengan membandingkan kecepatan bekerja dari seorang operator dengan kecepatan kerja normal menurut ukuran peneliti atau pengamat, dari faktor ini dapat ditentukan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2006):

1. Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu bekerja di normal maka *rating factor* ini akan lebih besar dari pada 1 ( $R_f > 1$ ).
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitu bekerja dibawah kewajaran (normal) maka *rating factor* akan lebih kecil dari 1 ( $R_f < 1$ ).
3. Apabila operator bekerja secara normal atau wajar maka *rating factor* ini diambil sama dengan 1 ( $R_f = 1$ ). Untuk kondisi kerja dimana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin (*operating* atau *machine time*) maka waktu yang diukur



dianggap waktu yang normal.

Cara *shumard* memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas *performance* kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri. Untuk menentukan faktor penyesuaian diperlukan tabel *shumard* seperti dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Penyesuaian Metode *Shumard*

Kelas	Penyesuaian	Kelas	Penyesuaian
Super Fast	100	Good-	65
Fast+	95	Normal	60
Fast	90	Fair+	55
Fast-	85	Fair	50
Excellent	80	Fair-	45
Good+	75	Poor	40
Good	70		

(Sumber: Sतालaksana, 1979)

### 2.2.3 Penyesuaian Waktu Longgar (*Allowance Time*)

Faktor penyesuaian adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. (Sतालaksana, 1979).

*Personal Allowance* adalah jumlah waktu longgar untuk kebutuhan personil dapat ditetapkan dengan jalan melaksanakan aktivitas *time study* sehari kerja penuh atau dengan metode sampling kerja. Untuk pekerjaan-pekerjaan yang relatif ringan dimana operator bekerja selama 8 jam per hari tanpa jam istirahat yang resmi sekitar 2 sampai 5% (atau 10 sampai 24 menit) setiap hari akan dipergunakan untuk

kebutuhan-kebutuhan yang bersifat personal ini (Wignjosoebroto S, 2006).

Yang termasuk ke dalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minim sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuhan dalam kerja (Sutalaksana dkk, 2006).

*Fatigue Allowance* adalah kelelahan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya adalah karena kerja yang membutuhkan pikiran banyak dan kerja fisik. Untuk pekerjaan-pekerjaan berat, masalah kebutuhan istirahat untuk melepaskan lelah sudah banyak berkurang karena disini sudah mulai diaplikasikan penggunaan peralatan atau mesin yang serba mekanis dan otomatis secara besar-besaran, sehingga mengurangi peranan manusia. Sebagai konsekuensinya maka kebutuhan waktu longgar untuk istirahat melepaskan lelah ini dapat pula dihilangkan (Wignjosoebroto S, 2006).

*Delay Allowance* adalah keterlambatan atau *delay* bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang sulit untuk dihindarkan, tetapi juga bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang masih bisa dihindari. Keterlambatan yang terlalu besar atau lama tidak diperhitungkan sebagai dasar untuk menetapkan waktu baku (Wignjosoebroto S, 2006).

Menurut Sutalaksana dkk (2006), beberapa contoh yang termasuk ke dalam hambatan tak terhindarkan adalah:

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas
- b. Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin
- c. Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.

- d. Mengasah peralatan potong.
- e. Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.
- f. Mesin berhenti karena matinya aliran listrik.
- g. Hambatan-hambatan karena kesalahan pemakaian alat ataupun bahan.

Apabila ketiga jenis kelonggaran waktu tersebut diaplikasikan secara bersamaan untuk seluruh elemen kerja, maka hal ini bisa menyederhanakan perhitungan yang harus dilakukan.

#### 2.2.4 Pengukuran Waktu Siklus

Waktu siklus atau waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun pada satu stasiun kerja (Purnomo, 2003).

Waktu siklus ( $T_c$ ) adalah interval waktu antara komponen keluar masuk dari lintasan produksi atau waktu menyelesaikan satu unit produk mulai dari awal sampai akhir, maka  $T_c \leq E / R_p$ . Harga minimum yang tidak mungkin untuk  $T_c$  ditentukan oleh stasiun yang paling lambat, yaitu stasiun yang mempunyai harga  $T_{si}$  yang paling besar, ini berarti  $T_c \geq \text{Max } T_{si}$ . Jika  $T_c = \text{Max } T_{si}$ , maka akan terjadi waktu menganggur pada stasiun kerja yang mempunyai harga  $T_{si}$  yang lebih kecil daripada  $T_c$ . Syarat lain adalah waktu siklus tidak boleh lebih kecil dari waktu masing-masing elemen kerja yang manapun. Secara sistematis dapat dituliskan:  $T_c \geq T_{ej}$  (untuk semua  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), yang secara matematis dinyatakan sebagai berikut :

$$W_{siklus} = \frac{\sum X_i}{N}$$

Dimana:

$X_i$  = Waktu untuk mengamati (detik)

$N$  = Jumlah pengamatan

$W_{siklus}$  = Waktu siklus (detik) (Dasanti dkk, 2021)

### 2.2.5 Pengukuran Waktu Standart

Waktu baku atau waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaan yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik saat itu. Waktu standar atau waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$w_b = w_n \times (1 + \alpha)$$

Dimana

$w_b$  = Waktu Baku

$w_n$  = Waktu Normal

$\alpha$  = Allowance (Dyah, 2019)

### 2.2.6 Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal yang normal (Wignjosoebroto,2000)

$$W_n = W_s \times p$$

Dengan keterangan,

$W_n$  = Waktu Normal

$W_s$  = Waktu Siklus

$p$  = Faktor penyesuaian

### 2.3 Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*)

*Line Balancing* atau keseimbangan lini adalah serangkaian stasiun kerja yang dipergunakan untuk membuat suatu produk yang biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh satu atau lebih operator, dan ada kemungkinan ditangani juga oleh bermacam macam alat. (Rosnani, 2007)

Keseimbangan lintasan perakitan sangat berhubungan dengan lini produksi. Beberapa pekerjaan dikelompokkan dalam beberapa pusat kerja, yang disebut sebagai stasiun kerja. Adapun waktu yang diperbolehkan untuk menyelesaikan pekerjaan itu ditentukan oleh kecepatan pada lintasan perakitan. Semua stasiun kerja harus memiliki waktu siklus yang sama. Apabila satu stasiun kerja memiliki waktu siklus yang berada dibawah waktu idealnya, maka stasiun tersebut akan mempunyai waktu menganggur. Tujuan dari keseimbangan lintasan adalah meminimalisir waktu menganggur di setiap stasiun kerja, sehingga dapat mencapai efisiensi dan efektifitas yang tinggi pada setiap stasiun kerja. Menurut karakteristiknya, lintasan produksi dibagi dua yaitu:

- a. Lini pabrikan, yaitu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi yang bersifat membentuk atau mengubah bentuk benda kerja.
- b. Lini perakitan, yaitu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada beberapa stasiun kerja dan digabungkan menjadi benda *assembly* atau *subassembly*.

Persyaratan yang harus diperhatikan untuk menunjang kelangsungan lintasan produksi antara lain sebagai berikut:

1. Pemerataan distribusi kerja yang seimbang di setiap stasiun kerja yang terdapat di dalam suatu lintasan produksi pabrikasi atau suatu lintasan perakitan yang bersifat manual.
2. Pergerakan aliran benda kerja yang kontinu pada kecepatan yang seragam, alirannya tergantung pada waktu operasi.
3. Arah aliran material harus tetap sehingga memperkecil daerah penyebaran dan mengurangi waktu menunggu karena keterlambatan benda kerja.

Produksi yang kontiniu guna menghindari adanya penumpukan benda kerja dilain tempat sehingga diperlukan aliran benda kerja pada lintasan produksi secara kontiniu (Nasution,dkk 2008)

Pengalokasian elemen-elemen pada stasiun kerja dibatasi oleh dua kendala utama yaitu, *precedence constraint* dan *zoning constraint*.

1. *Precedence Constraint*

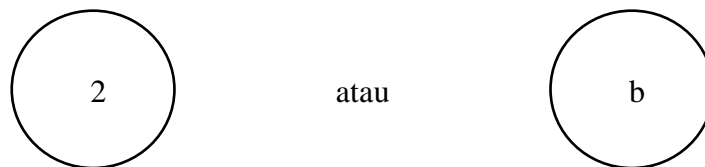
Dalam pembagian elemen pekerjaan dapat diselesaikan dengan beberapa alternatif. Dalam proses *assembling* ada dua kondisi yang biasanya muncul, yaitu:

- a. Tidak ada ketergantungan dari komponen-komponen dalam proses pengerjaan, jadi setiap komponen mempunyai kesempatan untuk dilaksanakan pertama kali dan disini dibutuhkan prosedur penyeleksian untuk menentukan prioritas.
- b. Apabila satu komponen telah dipilih untuk *diassembling* maka urutan untuk *mengassembling* komponen lain dimulai. Disinilah dinyatakan batasan *precedence* untuk pengerjaan komponen-komponen.

Ada beberapa cara untuk menggambarkan kondisi *precedence* untuk menggambarkan kondisi ini secara efektif yaitu dengan menggunakan diagram *precedence*. Maksud dari diagram ini adalah untuk menggambarkan situasi lintasan yang nyata dalam bentuk diagram.

*Precedence diagram* dapat disusun menggunakan dua simbol dasar:

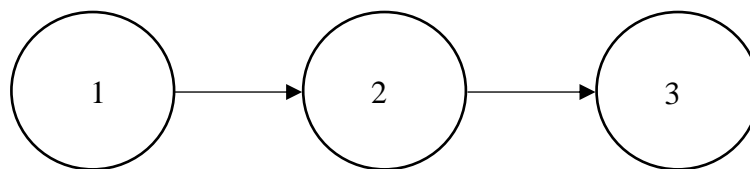
1. Elemen simbol, adalah lingkaran dengan nomor atau huruf elemen terkandung di dalamnya. Elemen akan diberi nomor atau huruf berurutan untuk menyatakan identifikasi.



Gambar 2.11 Elemen Simbol

(Sumber: Rosnani,2007)

2. Hubungan antar simbol, biasanya menggunakan anak panah untuk menyatakan hubungan dari elemen simbol yang satu terhadap elemen simbol lainnya. *Precedence* dinyatakan dengan perjanjian bahwa elemen pada ekor panah harus mendahului elemen pada kepala panah.



Gambar 2.12 Hubungan Antar Simbol

(Sumber: Rosnani,2007)

Gambaran ini dinyatakan bahwa elemen 1 harus mendahului (*precedence*) elemen 2 dan elemen 2 harus mendahului elemen 3.

## 2. *Zoning Constraint*

Selain *precedence constraint*, pengalokasian dari elemen-elemen kerja pada stasiun kerja juga dibatasi oleh *zoning constraint* yang menghalangi atau mengharuskan pengelompokan elemen kerja tertentu pada stasiun tertentu. *Zoning constraint* yang negative menghalangi pengelompokan elemen kerja pada stasiun yang sama. Misalnya operasi 1 mempunyai sifat antagonis dengan operasi 2 sebab bisa menyebabkan percikan atau konseling api maka tidak dapat disatukan walaupun dari segi makna dapat disatukan. Sebaliknya *zoning constraint* yang positif menghendaki pengelompokan elemen-elemen kerja pada 1 stasiun yang sama dengan alasan misalnya menggunakan peralatan yang sama dan peralatan itu mahal.

### 2.4 *Tujuan Line Balancing*

Adapun tujuan utama dalam menyusun *Line Balancing* adalah untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada tiap tiap stasiun kerja. Jika tidak dilakukan keseimbangan seperti ini maka akan mengakibatkan ketidak-efisienan kerja di beberapa stasiun kerja, dimana antara stasiun kerja yang satu dengan yang lain memiliki beban kerja yang tidak seimbang.

### 2.5 *Masalah Line Balancing*

Permasalahan *Line Balancing* paling banyak terjadi pada lini perakitan dibandingkan lini-lini lainnya. Penggerakan yang terus menerus kemungkinan besar akan dicapai dengan operasi-operasi perakitan yang dibentuk secara manual ketika beberapa operasi dapat dibagi menjadi tugas-tugas kecil dengan durasi waktu



yang pendek. Semakin besar fleksibilitas dalam mengkombinasikan beberapa tugas, maka semakin tinggi pula tingkat keseimbangan yang dapat dicapai. Hal ini akan membuat aliran yang mulus dengan utilitas tenaga kerja dan perakitan yang tinggi.

Adapun masalah yang dihadapi dalam lintasan produksi adalah:

1. Kendala sistem, yang erat kaitannya dengan *maintenance*.
2. Menyeimbangkan beban kerja pada beberapa stasiun kerja, untuk:
  - a. Mencapai suatu efisiensi yang tinggi.
  - b. Memenuhi rencana produksi yang telah dibuat.

Sedangkan hal-hal yang dapat mengakibatkan ketidakseimbangan pada lintasan produksi antara lain:

1. Rancangan lintasan yang salah
2. Peralatan atau mesin sudah tua sehingga seringkali *breakdown* dan perlu di *set-up* ulang
3. Metode kerja yang kurang baik

Pada umumnya, merencanakan suatu keseimbangan di dalam sebuah lintas perakitan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas optimal, dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas. Tujuan tersebut dapat tercapai bila:

1. Lintas perakitan bersifat seimbang, setiap stasiun kerja mendapat tugas yang sama nilainya bila diukur dengan waktu.
2. Stasiun-stasiun kerja berjumlah minimum.
3. Jumlah waktu menganggur di setiap stasiun kerja sepanjang lintas perakitan minimum.

Dengan demikian, kriteria yang umum digunakan dalam keseimbangan lini perakitan adalah:

1. Minimum waktu menganggur
2. Minimum keseimbangan waktu senggang

Pengelompokan tugas-tugas yang akan dihasilkan pada lintasan produksi yang seimbang membutuhkan informasi tentang waktu pelaksanaan tugas, kebutuhan *precedence* (tingkat ketergantungan) yang menentukan urutan yang *feasible*, dan tingkat *output* atau waktu siklus yang diinginkan. Bentuk utama masalah lintasan produksi ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2.13 Elemen-elemen Utama dari Masalah Lintasan Produksi

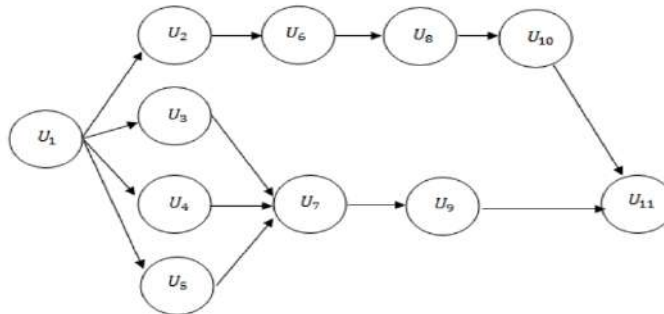
(Sumber: Rosnani,2007)

## 2.6 Terminologi Lintasan

Sebelum membahas tentang operasi pada metode-metode lintasan produksi, perlu memahami beberapa istilah yang sering digunakan dalam lintasan produksi sebagai berikut:

1. *Precedence Diagram*, digunakan sebelum melangkah pada penyelesaian menggunakan metode keseimbangan lintasan, *precedence diagram* sebenarnya merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya untuk

memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya.



Gambar 2.14 Contoh *Precedence Diagram*

(Sumber: Febriani, dkk 2020)

2. Elemen kerja, merupakan pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan
3. Stasiun kerja merupakan sejumlah area kerja yang ditangani oleh seseorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan bermacam-macam alat.
4. Waktu siklus merupakan waktu yang tersedia pada masing-masing stasiun kerja.
5. Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada kondisi yang normal.
6. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
7. *Idle Time* atau *Delay Time* merupakan waktu menganggur lamanya waktu operator atau pekerja menunggu untuk melakukan proses kerja ataupun kegiatan operasi yang selanjutnya akan dikerjakan. Selisih ataupun perbedaan

antara *cycle time* (CT) dan *stasiun time* (ST), atau CT dikurangi ST dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$Idle\ time = nWs - \sum_{i=1}^n wi$$

Keterangan

N = Jumlah stasiun kerja

Ws = Jumlah stasiun kerja terbesar

Wi = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja

I = 1,2,3,...,n

8. Efisiensi lintasan merupakan jumlah waktu elemen dibagi dengan hasil perkalian pada jumlah stasiun kerja dan waktu siklus dikalikan 100%. Dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut :

$$Efisiensi\ lintasan = \frac{jumlah\ waktu\ elemen}{jumlah\ stasiun\ kerja \times waktu\ siklus} \times 100\%$$

9. *Balance Delay* merupakan ukuran dari ketidakseimbangan atau ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna antara stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lainnya. Dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$D = \frac{n \cdot C - t_i}{(n \cdot t_i)} \times 100\%$$

Keterangan

D = *Balance Delay* (%)

n = Jumlah stasiun kerja

10. *Smoothing Index* merupakan indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu. Dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

$$\sqrt{\sum (\text{waktu siklus} - \text{waktu stasiun kerja})^2}$$

11. *Work Station* merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan akan dilakukan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditetapkan dengan rumus. Dapat dilihat persamaan sebagai berikut:

$$\text{Minimum jumlah stasiun kerja} = \frac{\text{waktu total seluruh task}}{CT}$$

Keterangan

CT = waktu siklus (Febriani, dkk 2020)

## 2.7 Teknik *Line Balancing*

Untuk penyeimbangan lintasan perakitan ada beberapa teori yang dikemukakan para ahli yang meneliti bidang ini. Metode ini secara garis besar dibagi dalam dua bagian, yaitu:

1. Pendekatan analitis
2. Pendekatan heuristik

Pada awalnya teori-teori *line balancing* dikembangkan dengan pendekatan matematis atau analitis yaitu pendekatan dengan simbol-simbol matematis berupa persamaan dan pertidaksamaan yang kemudian hasilnya akan memberikan solusi optimal, tapi lambat laun akhirnya para peneliti menyadari bahwa pendekatan secara matematis tidak ekonomis. Memang semua *problem* dapat dipecahkan

secara matematis, tetapi usaha yang dilakukan untuk perhitungan terlalu besar. Sudah banyak alternatif baru, tetapi tidak ada yang dapat mengurangi jumlah perhitungan pada tingkat yang dapat diterima.

Batasan heuristik menyatakan pendekatan *trial and error* dan teknik ini memberikan hasil yang secara matematis belum optimal tetapi cukup mudah memakainya. Usaha yang dikeluarkan untuk perhitungan agar mendapatkan solusi yang optimal seringkali sangat besar dan sangat riskan apabila data yang dimasukkan tidak akurat. Pendekatan heuristik digunakan untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada solusi yang telah ada sebelumnya. Pendekatan heuristik merupakan suatu cara yang praktis, mudah dimengerti dan mudah diterapkan. (Halim, A.H, 2003)

## **2.8 Langkah-langkah Pemecahan *Line Balancing***

Menurut Gaspersz (2004), terdapat sejumlah langkah pemecahan masalah line balancing. Berikut ini merupakan langkah-langkah pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi tugas-tugas individual maupun aktivitas yang akan dilakukan.
2. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap tugas itu.
3. Menetapkan *precedence constraints*, jika ada yang berkaitan dengan setiap tugas itu.
4. Menentukan *output* dari *assembly line* yang dibutuhkan.
5. Menentukan waktu total yang tersedia untuk memproduksi *output*.

6. Menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, misalnya: waktu diantara penyelesaian produk yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *output* yang diinginkan dalam batas toleransi dari batas waktu yang yang diijinkan).
7. Memberikan tugas-tugas kepada pekerja atau mesin.
8. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (*work stasion*) yang dibutuhkan untuk memproduksi *output* yang diinginkan.
9. Menilai efektifitas dan efisiensi dari solusi.
10. Mencari terobosan-terobosan baru untuk perbaiki proses terus-menerus (*continous process improvement*).

## **2.9 Istilah-Istilah *Line Balancing***

Ada beberapa istilah yang lazim digunakan dalam *line balancing*. Berikut adalah istilah-istilah yang dimaksud (Baroto, 2002) :

1. *Precedence diagram*
2. *Assemble Product*
3. Keseimbangan Waktu Senggang (*Balance Delay*)
4. Efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja ( $W_i$ ) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar ( $W_s$ ).
5. *Line efficiency* merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja.
6. *Work Station* merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan.

7. *Smoothes index* (SI) adalah suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.