

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Definisi *Line Balancing*

*Line Balancing* adalah suatu analisis yang mencoba melakukan suatu perhitungan keseimbangan hasil produksi dengan membagi beban antar proses secara berimbang sehingga tidak ada proses yang *idle* akibat terlalu lama menunggu keluarnya produk dari proses yang sebelumnya. 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 ketidakefisienan kerja di beberapa stasiun kerja, dimana antara stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain memiliki beban kerja yang tidak seimbang.

Dengan demikian, masalah keseimbangan lintasan perakitan (*Balancing Line*) adalah bagaimana agar suatu pekerjaan dapat diselesaikan dengan beban kerja yang sama pada setiap stasiun kerja, sehingga menghasilkan keluaran produk yang sama persatuan waktu.

##### 2.1.1 Tujuan Penyeimbangan Lintasan

Tujuan dasar daripada penyeimbang lintasanya yaitu untuk membantu meningkatkan jumlah produksi yang dikeluarkan dengan fasilitas dan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Mengatasi permasalahan *bottleneck* yang terjadi pada tahapan proses agar proses produksi dapat berjalan efektif dan efisien. Umumnya merencanakan keseimbangan dalam sebuah lintasan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal, dimana tidak terjadi pemborosan fasilitas (waktu, tenaga dan material). Tujuan ini tercapai bila:

1. Lintasan bersifat seimbang, setiap stasiun kerja mendapatkan beban kerja yang sama nilainya diukur dengan waktu.
2. Jumlah waktu operator menunggu dari proses sebelumnya (*idle*) minimum di setiap stasiun kerja sepanjang lintasan proses.
3. Jumlah stasiun yang ada di lintasan memiliki waktu yang seimbang.

##### 2.1.2 Masukan Keseimbangan Lintasan

Masukan yang diperlukan untuk merencanakan keseimbangan lintasan perakitan adalah:

1. *Precedence diagram* suatu jaringan kerja (terdiri atas rangkaian simpul dan anak panah) yang menggambarkan urutan perakitan serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya mempermudah pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya.
2. Data waktu baku pekerjaan tiap operasi, yang diturunkan dari perhitungan waktu baku pekerjaan operasi perakitan.
3. Kecepatan lintasan yang diinginkan (waktu siklus / CT).

### 2.1.3 Metode Penyeimbangan Lintasan Perakitan

Dalam menyeimbangkan lintasan terdapat beberapa metode atau cara pendekatan yang berbeda-beda, akan tetapi mempunyai tujuan yang pada dasarnya sama yaitu mengoptimalkan lintasan agar didapat penggunaan tenaga kerja dan fasilitas yang sebaik mungkin.

Secara umum terdapat 3 metode dasar keseimbangan lintas perakitan:

1. Metode Matematis

Merupakan metode yang dapat menghasilkan suatu solusi optimal.

2. Metode *Probabilistik*

Simulasi solusi yang dihasilkan adalah solusi - solusi yang *feasible*.

3. Metode *Heuristik*

Metode heuristik pertama kali digunakan oleh *Simon* dan *Newll* untuk menggambarkan pendekatan tertentu untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Beberapa metode *heuristik* yang umum dikenal adalah:

a. Metode *Helgesson – Birnie*

Disebut juga metode *ranged positional weight* (metode peringkat bobot posisi).

b. Metode *Region Approach*

Dasarnya adalah *opc* yang ditransformasikan menjadi *precedence diagram*

c. Metode *Largest Candidate Rules*

Prinsip dasarnya adalah menghubungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar.

### 2.1.4 Metode Waktu Operasi Terpanjang ( *Largest Candidate Rules* )

Nama yang lain dari metode ini adalah teknik/metode waktu operasi terpanjang, metode ini merupakan metode yang paling sederhana. Dalam metode ini melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Prinsip dasarnya adalah menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar. Sebelum dilakukan penggabungan, harus ditentukan dahulu, berapa waktu siklus yang akan dipakai. Waktu siklus ini akan dijadikan pembatas dalam penggabungan operasi dalam satu stasiun kerja.

Langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

- a. Urutkan semua elemen kerja yang paling besar waktunya hingga yang paling kecil.
- b. Elemen kerja pada stasiun kerja pertama diambil dari urutan yang paling atas. Elemen kerja pindah ke stasiun kerja berikutnya, apabila jumlah elemen kerja telah melebihi waktu siklus.
- c. Lanjutkan proses langkah-b, hingga semua elemen kerja telah berada dalam stasiun kerja dan memenuhi  $\leq$  waktu siklus.

Secara matematis keseimbangan lintasan perakitan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Efisiensi Stasiun Kerja

$$\text{Efisiensi stasiun kerja} = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

2. Efisiensi Lintasan

$$\text{Efisiensi lintasan} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n \cdot W_s} \times 100\%$$

3. Waktu Mengganggu

$$\text{Waktu mengganggu} = W_s - W_i$$

4. Total Waktu Mengganggu

$$\text{Total waktu mengganggu} = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

Dimana : n = jumlah stasiun standar

W<sub>s</sub> = Waktu siklus terbesar (waktu proses terbesar)

W<sub>i</sub> = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja

i = 1,2,3,4,...,n

## 2.2 Pengukuran Kerja

Mengacu pada pendapat Sritomo Wingjosoebroto (1995), pengukuran yang dimaksudkan disini adalah pengukuran kerja (time study) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki ketrampilan rata – rata dan terlatih baik ) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal.

### 2.2.1 Pengukuran kerja dan Manfaatnya

Untuk mengetahui apakah suatu sistem kerja yang diterapkan sudah baik, maka diperlukan prinsip-prinsip pengukuran kerja yang meliputi teknik-teknik pengukuran mengenai waktu yang dibutuhkan, tenaga yang dikeluarkan, pengaruh psikologis dan fisiologis.

Salah satu pengukuran kerja adalah pengukuran waktu kerja (*time study*). Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu standar penyelesaian pekerjaan secara wajar, tidak terlalu cepat dan juga tidak terlalu lambat, oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam suatu sistem kerja yang telah berjalan dengan baik

Manfaat dari waktu standar adalah:

1. Untuk menentukan jadwal dan perencanaan kerja.
2. Untuk menentukan standar biaya dalam mempersiapkan anggaran.
3. Untuk memperkirakan biaya sebuah produk sebelum diproduksi, agar dapat mempersiapkan penawaran dan menentukan harga jual.
4. Untuk menentukan pemanfaatan mesin, jumlah mesin yang dapat dioperasikan seorang operator dan membantu dalam menyeimbangkan lintasan produksi.
5. Untuk menentukan standar waktu sebagai dasar pengendalian biaya tenaga kerja.

### 2.2.2 Pengukuran Waktu

Teknik-teknik pengukuran waktu dapat dibagi menjadi dua bagian :

#### 1. Pengukuran waktu secara langsung

Pengukuran waktu ini dilakukan secara langsung ditempat kerja.

Cara ini terbagi lagi menjadi 2 metode, yaitu:

- a. Metode jam henti (*stop watch method*)
- b. Metode *sampling* pekerjaan (*work sampling method*)

#### 2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Pengukuran waktu ini dilakukan tanpa harus berada ditempat kerja, tetapi cukup dengan membaca data dari tabel - tabel atau literatur yang tersedia. Cara ini terbagi juga menjadi 2 metode, yaitu:

- a. Data waktu standar
- b. Data waktu gerakan

Dalam hal ini, pembahasan akan dilakukan dengan teknik pengukuran waktu secara langsung dengan menggunakan metode jam henti (*stop watch method*).

### 2.2.3 Pengukuran Waktu Metode Jam Henti

Pengukuran waktu dengan metode jam henti (*stop watch time study*) menggunakan *stop watch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhenti diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan kelonggaran waktu (*allowances time*).

Langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran waktu dengan jam henti adalah sebagai berikut:

1. Penetapan tujuan pengukuran

Sebelum dimulai kegiatan pengukuran, maka perlu ditetapkan tujuan dari hasil pengukuran. Tujuan ini akan mempengaruhi besarnya tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang digunakan.

2. Melakukan penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mempelajari sistem dan kondisi kerja saat ini sehingga jika diperlukan dapat melakukan perbaikan sistem kerja yang baik.

3. Memilih operator

Operator yang akan diukur dalam melakukan pekerjaannya hendaknya seorang yang berkemampuan normal. Jadi, operator yang dipilih adalah operator yang bekerja secara wajar dan berkemampuan rata-rata

4. Menguraikan pekerjaan berdasarkan elemen pekerjaan

Pekerjaan yang hendak diukur waktunya dibagi – bagi menjadi elemen – elemen kerja dengan batas yang jelas. Penguraian ini dilakukan jika diperlukan dan tergantung dari tujuan yang diinginkan sehingga waktu siklus pekerjaan adalah penjumlahan dari waktu siklus elemen – elemen kerjanya.

5. Menyiapkan alat – alat pengukuran

Alat – alat yang dipakai dalam pengukuran waktu ini adalah:

- a. Jam kerja ( *stop watch* )
- b. Lembar pengamatan
- c. Alat – alat tulis

Kegiatan pengukuran waktu merupakan kegiatan mengamati seorang operator dalam melakukan pekerjaannya dan mencatat waktu kerja yang dibutuhkan dengan alat pengukur waktu yang sesuai dalam suatu siklus operasi kerja.

## 2.3 Tata Letak Fasilitas Pabrik (*Layout*)

### 2.3.1 Definisi

Menurut **Wignjosoebroto (2000)** yang dikutip dari **Achmad Ridwan (2010)**, bahwa:

”Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas–fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan–gerakan *material*, penyimpanan *material (storage)* baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya”.

Persoalan yang sering dihadapi oleh manajemen perusahaan dalam mengelola sistem proses produksi adalah membuat tata letak didalam lini produksi menjadi efektif & efisien. Sehingga menghasilkan aliran produksi yang lancar. Tata letak fasilitas pabrik berarti menyangkut hal penempatan mesin–mesin, jarak antara mesin tersebut, penempatan tenaga kerja, dan kelancaran proses yang dikehendaki.

### 2.3.2 Tujuan dan Manfaat Pengaturan *Layout*

Menurut **Zulian Yamit (2003)** bahwa tujuan utama yang ingin dicapai dalam perencanaan tata letak fasilitas pabrik adalah untuk meminimumkan biaya atau meningkatkan efisiensi dalam pengaturan segala fasilitas produksi dan area kerja. Secara spesifik, tata letak fasilitas pabrik yang baik akan memberikan manfaat-manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan jumlah produksi yang dapat dihasilkan sebagai akibat dari semakin lancarnya proses produksi yang terjadi.
2. Mengurangi waktu tunggu antar mesin ataupun antar departemen dalam pabrik dengan cara menciptakan keseimbangan beban dan waktu antara mesin dan departemen tersebut
3. Mengurangi proses pemindahan bahan yang terjadi dengan cara menghemat jarak perpindahan bahan dan biaya yang ditimbulkan dari perpindahan bahan tersebut.
4. Perencanaan tata letak fasilitas pabrik yang optimum akan menyebabkan efisiensi dari ruangan pabrik dan meminimumkan penggunaan ruangan
5. Efisiensi penggunaan fasilitas dalam pabrik.
6. Meningkatkan kepuasan dan keselamatan kerja bagi karyawan dengan menciptakan susunan area kerja yang aman, rapi, tertib, dan nyaman.
7. Mengurangi kesimpang-siuran dan hal-hal lain yang sebenarnya tidak perlu terjadi.

### 2.3.3 Prinsip Dasar Penyusunan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Dalam penyusunan tata letak fasilitas pabrik yang baik, perlu diperhatikan adanya beberapa hal penting. Menurut **Heizer dan Render (2006:450)** bahwa: “Dalam semua kasus, desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk mencapai;

- 1) Utilisasi ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- 2) Aliran perpindahan informasi, barang, atau orang lebih baik.
- 3) Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi kerja yang lebih aman.
- 4) Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- 5) Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut akan perlu diubah).”

Sedangkan **Zulian Yamit (2003)** menyebutkan bahwa berdasarkan tujuan dan manfaat yang diperoleh dalam pengaturan tata letak fasilitas pabrik yang baik, dapat disimpulkan prinsip dasar dalam menyusun tata letak fasilitas pabrik adalah sebagai berikut:

- a. Integrasi secara total. Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak fasilitas pabrik dilakukan secara terintegrasi dari semua faktor yang memengaruhi proses produksi menjadi satu unit organisasi yang besar.
- b. Jarak perpindahan barang paling minimum. Waktu perpindahan bahan dari satu proses ke proses yang lain dalam suatu industri dapat dihemat dengan cara mengurangi jarak perpindahan tersebut seminimum mungkin.
- c. Memperlancar aliran kerja. Material diusahakan bergerak terus tanpa adanya interupsi atau gangguan skedul kerja.
- d. Kepuasan dan keselamatan kerja. Suatu *layout* dikatakan baik apabila pada akhirnya mampu memberikan keselamatan dan keamanan dari orang yang bekerja di dalamnya.

e. **Fleksibilitas.** Fleksibel untuk diadakan penyesuaian atau pengaturan kembali (*relayout*) maupun *layout* yang baru dapat dibuat dengan cepat dan murah.

Prosedur umum yang dilakukan sebagai langkah-langkah proses perencanaan tata letak fasilitas pabrik adalah sebagai berikut:

1. Analisis produk dan proses produksi yang diperlukan
2. Penentuan jumlah mesin dan luas area yang dibutuhkan
3. Penentuan tipe *layout* yang dikehendaki
4. Penentuan aliran kerja dan bahan
5. Penentuan luas area untuk departemen
6. Rencana secara detail *layout* yang dipilih

### 2.3.4 Tipe-tipe Tata Letak (*Layout*)

Jenis produk proses produksi yang diharapkan, dan bahkan strategi perusahaan akan mempengaruhi manajer operasi dalam memilih tipe tata letak yang sesuai dengan perusahaan. Terdapat enam pendekatan mengenai tipe tata letak yang dapat digunakan oleh para manajer operasi:

1. Tata letak dengan posisi tetap.

Dalam tata letak dengan posisi tetap (*fixed-position layout*), proyek tetap berada dalam suatu tempat, sementara para pekerja dan peralatan datang pada tempat tersebut. Contoh: proyek pembuatan kapal, jalan layang, jembatan, dan rumah.

2. Tata letak yang berorientasi pada proses (*process-oriented layout*)

Tipe tata letak ini dapat menangani beragam barang atau jasa secara bersamaan. Tipe tata letak ini merupakan tipe yang cocok bagi organisasi yang menerapkan strategi diferensiasi produk. Tata letak ini paling efisien di saat pembuatan produk dengan persyaratan berbeda atau pada saat penanganan pelanggan dengan kebutuhan berbeda.

3. Tata Letak Kantor

Perbedaan utama antara tata letak kantor (*office layout*) dan tata letak pabrik adalah pada perpindahan informasi. Konsep utama dari tata letak kantor adalah pengelompokan pekerja, peralatan, dan ruangan/kantor untuk menyajikan keamanan, kenyamanan, dan kelancaran perpindahan informasi atau bahan (bagi pabrik).

4. Tata letak ritel (*retail layout*)

Merupakan sebuah pendekatan yang berkaitan dengan aliran, pengalokasian ruang, dan merespon pada perilaku pelanggan. Tipe tata letak ini didasarkan pada ide bahwa penjualan dan keuntungan bervariasi bergantung kepada produk mana yang dilihat dan dapat menarik perhatian pelanggan diposisikan.

5. Tata letak Gudang dan Penyimpanan (*Warehouse Layout*)

Tipe tata letak ini merupakan sebuah desain bagi gudang atau fasilitas penyimpanan bahan yang mencoba meminimalkan biaya total dengan mencari paduan yang terbaik antara luas ruang dan penanganan bahan.

6. Tata Letak Berorientasi pada Produk / Proses Produksi Berulang

Tipe tata letak ini merupakan tipe tata letak yang cocok untuk diterapkan bagi sistem produksi yang berulang dan kontinu dengan jenis produk yang seragam (distandarisasi) dan bervolume tinggi.

## 2.4 Tata Letak Berorientasi pada Produk dan Konsep Lini

Tata letak yang berorientasi pada produk, fasilitasnya disusun di sekitar produk atau keluarga produk yang sama yang memiliki volume tinggi, dan bervariasi rendah. (Heizer dan Render, 2006)

Dalam tata letak yang berorientasi pada produk, bahan-bahan akan diproses dalam suatu urutan pengerjaan yang terdiri atas tugas-tugas. Di mana tugas-tugas tersebut akan tersusun dalam suatu urutan proses atau lini produksi.

### 2.4.1 Asumsi Penerapan Tata Letak Berorientasi Produk

Buffa dan Sarin (1999:240) menyebutkan bahwa sebelum menerapkan konsep tata letak berorientasi produk terdapat beberapa asumsi dan persyaratan yang harus dipenuhi agar diperoleh keuntungan ekonomis yang besar. Kondisi-kondisi yang harus dipenuhi tersebut, antara lain:

1. Volume yang memadai untuk mencapai utilisasi peralatan yang wajar
2. Permintaan akan produk yang stabil
3. Produk telah distandarisasi
4. Komponen yang dapat saling dipertukarkan (*interchangeability*)
5. Pasokan bahan yang kontinu.

### 2.4.2 Keunggulan dan Kelemahan Tata Letak berorientasi Produk

Dalam buku *Operations Management Edisi Ketujuh*, Heizer dan Render (2006) menyebutkan kelemahan dan keunggulan dari konsep tata letak berorientasi pada produk ini, antara lain:

#### - Keunggulan:

1. Rendahnya biaya variabel per unit yang biasanya dikaitkan dengan produk yang terstandarisasi dan bervolume tinggi.
2. Biaya penanganan bahan yang rendah.
3. Mengurangi persediaan barang setengah jadi.
4. Proses pelatihan dan pengawasan yang lebih mudah.
5. Hasil keluaran produksi yang lebih cepat.

#### - Kelemahan:

1. Dibutuhkan volume yang cukup tinggi, karena modal yang diperlukan untuk menjalankan proses cukup besar.
2. Apabila ada pekerjaan yang harus berhenti pada satu titik mengakibatkan seluruh operasi pada lini yang sama juga akan terhenti.
3. Fleksibilitas yang ada, kurang pada saat menangani beragam produk atau tingkat produksi yang berubah-ubah / berbeda.

### 2.4.3 Konsep Lini dalam Tata Letak berorientasi Produk

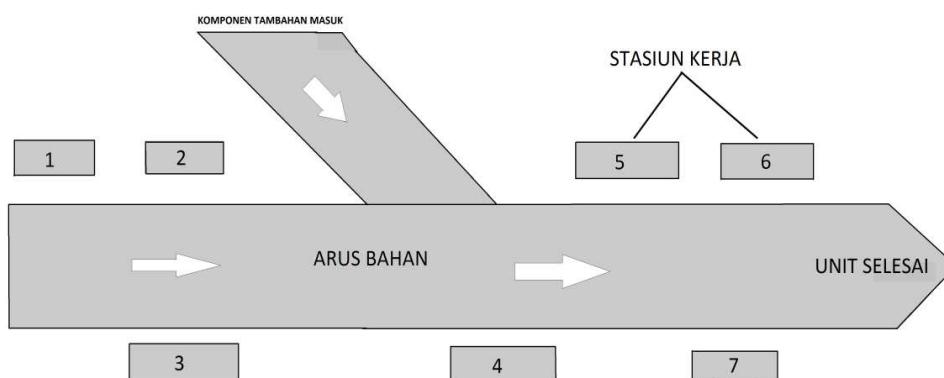
Dalam tata letak berorientasi produk dikenal dua macam lini, yaitu lini perakitan dan lini pabrikasi. Lini pabrikasi merupakan lini produksi yang membuat komponen dan biasanya menggunakan mesin-mesin untuk membuat komponen tersebut. Sedangkan Lini Perakitan merupakan lini produksi di mana komponen akan dipabrikasi melalui sekumpulan stasiun kerja yang biasanya terdiri dari tenaga kerja dan mesin. Seperti yang disebutkan oleh Heizer dan Render (2006:471):

“Terdapat dua jenis tata letak yang berorientasi pada produk, yaitu lini pabrikasi dan perakitan. Lini pabrikasi (*fabrication line*) membuat



komponen seperti ban mobil atau komponen logam sebuah kulkas pada beberapa mesin. Lini perakitan (*Assembly Line*) meletakkan komponen yang dipabrikasi secara bersamaan pada sekumpulan stasiun kerja.”

“Kedua lini ini merupakan proses yang berulang, dan dalam kedua kasus, lini ini harus seimbang. Yaitu, waktu yang dihabiskan untuk mengerjakan suatu pekerjaan harus sama atau seimbang dengan waktu yang dihabiskan untuk mengerjakan pekerjaan pada mesin berikutnya pada lini pabrikasi, sebagaimana waktu yang dihabiskan pada stasiun kerja oleh seorang pekerja di lini perakitan harus seimbang dengan waktu yang dihabiskan pada stasiun berikutnya yang dikerjakan oleh pekerja berikutnya.”



Gambar 1 Tata Letak Lini Perakitan

**Sumber: Heizer dan Render (2006) dengan perubahan**

Lini pabrikasi biasanya menggunakan mesin dan sulit untuk membuat keseimbangan karena diperlukan perubahan mekanis dan rekayasa. Sedangkan lini perakitan biasanya menggunakan tenaga kerja dalam prosesnya. Sehingga mudah untuk menciptakan keseimbangan dengan memindahkan orang dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain untuk menciptakan keseimbangan di setiap stasiun.

Untuk menciptakan keseimbangan di dalam setiap lini, diperlukan suatu proses penyeimbangan untuk menyeimbangkan waktu dan beban di setiap stasiun kerja. Proses penyeimbangan tersebut dikenal dengan konsep *Line Balancing* atau penyeimbangan lini.

