

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Time and Motion Study

*Time and Motion Study* merupakan suatu kegiatan atau aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator yang mempunyai *skill* diatas rata-rata baik dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal.

Menurut Marvin E.Mundel, Istilah *Time and Motion* itu sendiri dapat diartikan atas dua hal, yaitu:

##### a. *Motion Study*

Aspek *Motion Study* terdiri dari deskripsi, analisis sistematis, dan pengembangan metode kerja dalam menentukan bahan baku, desain keluaran, proses, alat kerja, tempat kerja, dan perlengkapan untuk setiap langkah dalam suatu proses, aktivitas manusia yang mengerjakan setiap aktivitas itu sendiri. Tujuan metode studi gerak adalah untuk menentukan atau mendesain metode kerja yang sesuai untuk menyelesaikan sebuah aktivitas

##### b. *Time Study*

Aspek utama studi waktu terdiri atas keragaman prosedur, untuk menentukan lama waktu yang dibutuhkan dengan standar pengukuran waktu yang telah ditetapkan, untuk setiap aktivitas yang melibatkan manusia, mesin, atau kombinasi aktivitas (Ciptani , 2008).

Menurut Yulianto (2009) *Time and Motion Study* dapat didefinisikan sebagai suatu metode yang berkaitan dalam merancang sebuah stasiun kerja yang diinginkan baik itu oleh si perancang maupun bagi pihak perusahaan.

Wignjoesuebrototo (1995) menjelaskan bahwa *Time and Motion Study* adalah sebuah pembelajaran sistematis dari sistem kerja dengan tujuan mengembangkan sistem dan metode yang lebih baik, menstandarkan sistem, menentukan standar waktu dan melatih operator.

Terdapat dua macam teknik pengukuran *Motion and Study* yaitu :

a. Pengukuran waktu secara langsung

Yaitu dengan mengamati secara langsung pekerjaan yang sedang dilakukan oleh operator dan mencatat waktu yang diperlukan oleh operator dalam melakukan pekerjaannya dengan mengawali pekerjaan membagi operasi kerja menjadi beberapa elemen elemen yang sedetail mungkin dengan syarat masih bisa diamati dan diukur. cara pengukurannya dapat menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*) dan *sampling* kerja (*work sampling*).

b. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Cara pengukurannya yaitu dengan melakukan perhitungan waktu kerja dimana pengamat tidak ada di tempat pekerjaan yang sedang diukur. Cara pengukuran tidak langsung ini dengan menggunakan data waktu baku (*Standard Data*) dan data waktu gerakan (*predetermined Time System*).

Hal-hal yang harus terpenuhi pada aktivitas pengukuran *Time and Motion Study* adalah aktivitas tersebut harus dikerjakan secara *repetitive* dan *uniform*, isi atau macam pekerjaan tersebut harus homogen, hasil kerja (*output*) harus dapat

dihitung secara nyata (kuantitatif) baik secara keseluruhan maupun untuk tiap-tiap bagian kerja yang berlangsung dan pekerjaan tersebut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya sehingga akan mencukupi untuk diukur dan dihitung waktu bakunya (Wignjosoebroto, 1995).

Untuk memperoleh hasil yang optimal, maka dalam melaksanakan pengukuran *Time and Motion Study* harus mempertimbangkan banyak faktor seperti kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah siklus kerja yang diukur.

### **2.1.1 Persiapan Awal Uji *Time and Motion Study*.**

Persiapan awal uji *time and motion study* bertujuan untuk mempelajari kondisi dan metode kerja kemudian melakukan langkah perbaikan serta membakukannya. Pembakuan kondisi dan metode kerja ini dikenal dengan istilah studi gerakan (*motion study*). Selain mempersiapkan kondisi dan metode kerja diperlukan juga langkah dalam memilih operator yang akan melakukan pekerjaan yang akan diukur. Operator yang dipilih hendaknya memiliki skill normal sehingga setelah didapatkan waktu baku dapat diikuti oleh rata-rata operator lain (Wignjosoebroto, 1995).

Peralatan utama yang digunakan dalam uji *time and motion study* adalah jam henti (*Stopwatch*), selain *stopwatch*, alat pendukung pengukuran kerja yaitu lembar pengamatan yang berfungsi untuk mencatat segala informasi yang berkaitan dengan operasi kerja yang diukur.

### 2.1.2 Elemental Breakdown (Pembagian Operasi Menjadi Elemen-Elemen Kerja).

Sebelum melakukan uji *time and motion study*, perlu terlebih dahulu untuk membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja yang lebih terperinci. Oleh karena itu, ada tiga aturan yang perlu diketahui dan dilakukan, yaitu:

- a. Elemen-elemen kerja dibuat sedetail dan sependek mungkin, akan tetapi masih memungkinkan untuk diukur secara teliti. dan unloading harus dipisahkan dari *machining time*.
- b. *Handling* ini terdiri dari pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara manual oleh operator dan aktivitas pengukuran kerja mutlak berkonsentrasi disini karena selanjutnya akan berkaitan dengan masalah performance rating.
- c. Elemen-elemen kerja yang konstan dan elemen kerja variabel harus dipisahkan.

Elemen kerja yang konstan adalah elemen-elemen yang harus dipisahkan. Elemen kerja yang konstan adalah elemen-elemen yang bebas dari pengaruh ukuran, berat, panjang ataupun bentuk dari benda kerja yang dibuat (Universitas Kristen Petra, 2009)

### 2.1.3 Pengamatan dan pengukuran

Ada tiga metode yang digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan *stopwatch* , yaitu pengukuran waktu secara terus menerus (*continuous timing*), pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing* atau metode *snapback*) dan pengukuran waktu secara

penjumlahan (*accumulative timing*) Pada pengukuran waktu secara terus menerus (*continuous timing*) , maka pengamat kerja akan menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen kerja pertama dimulai, dan membiarkan jam berjalan terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai. Waktu yang dipakai sebenarnya merupakan waktu dari masing-masing elemen kerja yang diperoleh dari pengurangan pada saat pengukuran waktu selesai dilakukan. Untuk pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing atau metode snapback*) , jarum penunjuk *stopwatch* akan selalu dikembalikan ke posisi nol pada setiap akhir elemen kerja yang diukur. Setelah pencatatan pengukuran dilaksanakan, maka tombol ditekan lagi dan segera melakukan pengukuran untuk elemen selanjutnya. Berikutnya, pengukuran secara akumulatif akan menggunakan dua atau tiga *stopwatch* yang akan bekerja secara bergiliran. Metode ini memberikan keuntungan dalam membaca data akan lebih mudah dan lebih teliti karena jarum *stopwatch* tidak dalam keadaan bergerak pada kondisi tersebut.

#### **2.1.4 Rating Performance**

*Performance Rating* adalah konsep bekerja wajar dimana operator bekerja secara normal yaitu, jika seorang operator yang dianggap berpengalaman ini bekerja tanpa usaha-usaha yang berlebihan, menguasai cara bekerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan 12 dalam menjalankan pekerjaannya. Nilai performance rating yaitu:

- a.  $P=1$  atau  $P = 100 \%$  berarti normal
- b.  $P<1$  atau  $P< 100 \%$  berarti lambat
- c.  $P>1$  atau  $P> 100 \%$  berarti cepat

Banyak cara atau metode yang dapat digunakan dalam menentukan performance rating yaitu metode Shumard, Bedaux Dan Sintesa, Synthetic Rating, objektif dan *Westinghouse*. Dalam metode Shumard, pengukur diberi patokan untuk menilai performance kerja operator menurut kelas-kelas *superfast*, *fast +*, *fast -*, *excellent* dan seterusnya.

Tabel 2. 1 Nilai faktor penyesuaian metode shumard

<b>Kelas</b>	<b>Penyesuaian</b>
<i>Superfast</i>	100
<i>Fast+</i>	95
<i>Fast</i>	90
<i>Fast-</i>	85
<i>Excellent</i>	80
<i>Good+</i>	75
<i>Good</i>	70
<i>Good-</i>	65
Normal	60
<i>Fair+</i>	55
<i>Fair</i>	50
<i>Fair-</i>	45
<i>Poor</i>	40

Sumber : Book Teknik tata cara kerja, Sतालaksana, 2006, hal: 124

Metode *Westinghouse* mempertimbangkan 4 faktor dalam mengevaluasi performance (kinerja) operator yaitu keterampilan skil, kondisi (condition) , konsistensi (consistency). Keterampilan atau skill didefinisikan sebagai kecakapan dalam mengerjakan metode yang diberikan dan lebih lanjut berhubungan dengan pengalaman, ditunjukkan dengan koordinasi yang baik antara pikiran dan tangan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai tingkat tertentu saja. Secara psikologis, keterampilan merupakan kemampuan untuk pekerjaan yang bersangkutan. Keterampilan dapat menurun bila telah terlampaui lama tidak menangani pekerjaan tersebut, kelelahan yang berlebihan dan pengaruh lingkungan. Klasifikasi dari Kelas keterampilan dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan berikut ini:

Tabel 2. 2 Faktor penyesuaian dengan metode *westinghouse*

<b>SKILL</b>			<b>EFFORT</b>		
+0.15	A1	<i>Superskill</i>	+0.13	A1	<i>Superskill</i>
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	<i>Excellent</i>	+0.10	B1	<i>Excellent</i>
+0.08	B2	<i>Good</i>	+0.08	B2	<i>Good</i>
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2		+0.02	C2	
+0.00	D	<i>Average</i>	+0.00	D	<i>Average</i>
-0.05	E1	<i>Fair</i>	-0.04	E1	<i>Fair</i>
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	<i>Poor</i>	-0.17	F2	<i>Poor</i>

<b>CONDITION</b>			<b>CONSISTENCY</b>		
+0.06	A	<i>Ideal</i>	+0.04	A	<i>Ideal</i>
+0.04	B	<i>Excellen</i>	+0.03	B	<i>Excellen</i>
+0.02	C	<i>t Good</i>	+0.01	C	<i>t Good</i>
+0.00	D	<i>Average</i>	+0.00	D	<i>Average</i>
-0.03	E	<i>Fair</i>	-0.02	E	<i>Fair</i>
-0.07		<i>Poor</i>	-0.04		<i>Poor</i>

Sumber : Book Motion And Time Study Design And Measurement of Work,

Ralph M. Barnes hal:289

#### *Super Skill*

- Secara bawaan tepat sekali dengan yang dikerjakannya.
- Bekerja dengan baik dan sempurna.
- Terlihat seperti telah terlatih dengan baik.
- Bergerak dengan halus tapi sangat cepat sehingga sulit sekali untuk diikuti.
- Berpindah pindah ke elemen pekerjaan lainnya.
- Tidak terlampau terlihat pekerjaannya.
- Tidak terlihat pergerakannya namun dapat selesai.
- Tentang semua yang akan dikerjakan (sudah sangat otomatis).

#### *Excellent Skill*

- Percaya kepada diri sendiri.
- Tampak sesuai dengan pekerjaannya.
- Terlatih dengan baik.
- Bekerja dengan teliti.



- e. Pengukuran dan pemeriksaan.
- f. Mengoperasikan peralatan dengan baik.
- g. Pergerakan kerjanya berurutan tanpa kesalahan.

*Good skill*

- a. Berkualitas dan hasil baik.
- b. Dapat memberi petunjuk pada pekerja yang keterampilan rendah.
- c. Terlihat jelas sebagai pekerja yang cakap.
- d. Pergerakan terkoordinasi dengan baik.
- e. Bekerja lebih baik daripada pekerja lainnya.
- f. Tidak memerlukan pengawasan.

*Average Skill*

- a. Pergerakannya tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat.
- b. Pekerjaan yang telah direncanakan.
- c. Terlatih dan paham seluk beluk pekerjaannya.
- d. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik.
- e. Bekerjanya secara teliti.
- f. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

*Fair Skill*

- a. Terlatih namun belum cukup baik.
- b. Terlihat mempunyai rencana sebelum memulai pekerjaannya.
- c. Tidak mempunyai kepercayaan diri sehingga yang ingin dilakukan tidak yakin.
- d. Karena kesalahan sendiri banyak waktu terbuang.

- e. Sepertinya tidak cocok di tempat kerja namun sudah ditempatkan sejak lama.
- f. Outputnya akan sangat rendah jika tidak bekerja dengan sungguh sungguh.

#### *Poor Skill*

- a. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
- b. Gerakan Kaku.
- c. Terlihat tidak adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
- d. Tidak mempunyai kepercayaan diri.
- e. Banyak melakukan kesalahan.
- f. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

Usaha atau *effort* menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan oleh kecepatan pada tingkat kemampuan yang dimiliki dan dapat dikontrol pada tingkat yang tinggi oleh operator. Untuk usaha atau effort ini, metode WestingHouse membagi atas beberapa kelas dengan ciri masing-masing sebagai berikut:

#### *Excessive Effort*

- a. Kecepatannya yang sangat berlebihan.
- b. Usahnya sangat tinggi dan bersungguh sungguh namun membahayakan kesehatan.
- c. Kecepatan yang diperlihatkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari.

### *Excellent Effort*

- a. Terlihat jelas kecepatan kerja yang tinggi.
- b. Pergerakan yang lebih "ekonomis" dari operator yang lain.
- c. Sangat perhatian pada pekerjaan.
- d. Banyak memberikan saran.
- e. Tidak dapat bertahan lebih dari Beberapa Hari.
- f. Bekerja secara sistematis.

### *Good Effort*

- a. Bekerjanya stabil
- b. Sedikit waktu menganggur, terkadang tidak ada.
- c. Kecepatan kerja yang baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
- d. Dapat menerima saran dan petunjuk dengan senang hati.
- e. Penuh perhatian pada pekerjaan.

### *Average Effort*

- a. Tidak sebaik *good effort*, tetapi lebih baik dari *poor effort*
- b. Bekerja dengan stabil.
- c. Menerima saran-saran tapi tidak dilakukannya.
- d. *Set up* dilaksanakan dengan baik.
- e. Melakukan kegiatan Perencanaan.

### *Fair Effort*

- a. Saran-saran perbaikan diterima dengan amarah.
- b. Kurang bersungguh-sungguh.
- c. Terjadi Sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.

- d. Tidak ada pergerakan rencana.
- e. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
- f. Terlampau hati-hati.

#### *Poor Effort*

- a. Membuang-buang waktu.
- b. Tidak adanya minat bekerja.
- c. Tidak bisa menerima saran.
- d. Malas dan lambat bekerja.
- e. *Set up* kerjanya tidak baik.

Untuk Faktor kondisi (*condition*) merupakan prosedur performance rating yang berakibat pada operator bukan pada operasi. Kondisi kerja (*condition*) kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan.

#### **2.1.5 Uji Kecukupan Data**

Aktivitas time and motion study pada dasarnya merupakan proses sampling, sehingga semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati, maka akan mendekati kebenaran terhadap waktu yang diperoleh. Hal ini disebabkan, walaupun untuk pekerjaan yang sama operator bekerja pada kecepatan normal jarang sekali dapat diselesaikan dalam waktu yang sama persis. Semakin besar perbedaan dari data waktu pengukuran akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang diamati atau diukur semakin besar agar dapat diperoleh ketelitian yang dikehendaki.

Menurut Wignjosoebroto (1995) untuk menetapkan jumlah observasi yang seharusnya dibuat maka harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat

kepercayaan (Confidence Level) dan derajat ketelitian Degree of Accuracy) untuk uji time and motion study, di dalam aktivitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95% *confidence level* dan 5% *degree of accuracy*. Hal Ini Berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 data dari 100 data dari waktu yang diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%. Rumus untuk mencari jumlah data yang diperlukan yaitu:

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]$$

Keterangan :

N' = Pengukuran Yang Harus Dilaksanakan

N = Pengukuran Yang telah Dilaksanakan

K = Tingkat keyakinan

S = Tingkat ketelitian

$\sum xi^2$  = Kuadrat jumlah data waktu pengukuran

$\sum xi$  = Jumlah data tiap pengukuran

$\sum xi^2$  = Penjumlahan dari kuadrat data tiap pengukuran

Bila  $N' <$  Maka data pengukuran pendahuluan dianggap cukup.

Bila  $N' >$  maka dikatakan data tidak mencukupi sehingga perlu dilakukan pencarian derajat ketelitian baru yang sesuai dengan jumlah data yang diambil.

### 2.1.6 Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang seharusnya digunakan oleh operator yang normal pada keadaan yang normal untuk memproduksi satu unit dari data jenis produk (Yuliarto, 2009) . Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja yang memiliki tingkat kemampuan diatas rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995).

Waktu baku adalah jumlah waktu yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan dalam prestasi *standar*, yaitu dengan memperhitungkan kelonggaran (*Allowance*) serta penyesuaian yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut (Universitas Kristen Petra, 2009) Menurut Wignjosoebroto (1995) waktu baku yang dihasilkan akan sangat diperlukan terutama untuk:

- a. *Manpower planning* (perencanaan kebutuhan tenaga kerja).
- b. Estimasi biaya untuk gaji pekerja.
- c. Perencanaan anggaran dan produksi.
- d. Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan atau pekerja yang berprestasi.
- e. Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Sebelum menetapkan waktu baku, dicari terlebih dahulu:

Waktu siklus rata-rata ( $Ws$ )

Waktu siklus rata-rata adalah waktu penyelesaian dari suatu elemen kerja (Yuliarto 2009).

Penetapan waktu siklus rata-rata adalah sebagai berikut:

$$\frac{W_s = \sum x_i}{N}$$

Keterangan :

X = Waktu rata-rata pengukuran

X<sub>i</sub> = Jumlah waktu pengukuran

N = Banyaknya data pengukuran

b. Waktu normal

Waktu normal (W<sub>n</sub>) atau *normal time* adalah waktu yang diperlukan untuk seorang operator yang sudah terlatih untuk memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas di bawah kondisi dan tempo kerja normal (Adi, 2009) Waktu Normal merupakan waktu siklus yang telah dikalikan dengan penyesuaian si operator (Yuliarto, 2009).

$$W_n = W_s \times P$$

Keterangan:

W<sub>s</sub> = waktu siklus rata-rata

P = Performance Rating

c. Kelonggaran (L atau *Allowance*)

Kelonggaran (*Allowance*) menurut Adi (2009) merupakan sejumlah waktu yang harus ditambahkan dalam waktu normal (*normal time*) untuk mengantisipasi terhadap kebutuhan waktu lainnya untuk menghilangkan lelah (*fatigue*), kebutuhan-kebutuhan yang bersifat pribadi (*personal needs*) dan

kondisi-kondisi mengganggu atau menunggu baik yang bisa dihindarkan ataupun tidak bisa dihindarkan (*avoidable or unavoidable delays*).

Tabel 2. 3 Besarnya kelonggaran dari beberapa faktor

Faktor (%)	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran
A. Tenaga yang dikeluarkan			Pria
			Wanita
1. Dapat diabaikan 0,0-6,0	Bekerja di meja, duduk 0,0-6,0		tanpa beban
2. Sangat ringan	bekerja di meja, berdiri	0,0-2,25 kg	6,0-7,5
3. Ringan menyekop,	ringan	2,25-9,00	7,5-12,0 7,5-16,0
4. Sedang mencangkul		9,00-18,00	12,0-19,0 16,0-30,0
5. Berat Mengayun palu yang berat		18,00-27,00	19,0-30,0
6. Sangat berat memanggul beban		27,00-50,00	30,0-50,0
7. Luar biasa berat memanggul karung berat diatas		50 kg	
B. Sikap kerja			
1. Duduk Bekerja duduk,	ringan	0,00-1,0	
2. Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1,0-2,5	
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol	2,5-4,0	
4. Berbaring Pada bagian sisi,	belakang atau depan badan	2,5-4,0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki	4,0-10,0	
C. Gerakan kerja			
1. Normal Ayunan bebas dari palu	0		
2. Agak terbatas Ayunan terbatas dari palu	0-5		



3. Sulit Membawa beban berat dengan satu tangan 0-5			
4. Pada anggota-anggota badan terbatas Bekerja dengan tangan di atas kepala 5-10			
5. Seluruh anggota badan terbatas Bekerja di lorong pertambangan yang sempit 10-15			
D. Kelelahan mata *)			
1. Pandangan yang terputus-putus Membawa alat ukur Pencahayaan Baik Buruk			
2. Pandangan yang hampir terus menerus Pekerjaan-pekerjaan yang teliti 0,0- 6,0 0,0-6,0			
3. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap Pemeriksaan yang sangat teliti 6,0-7,5 6,0-7,5			
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah Memeriksa cacat- cacat pada kain 7,5-12,0 7,5-16,0			
5. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap 12,0-19,0 16,0-30,0			
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah 19,0-30,0			
E. Keadaan suhu tempat kerja **)			
		Suhu (°C)	Kelelahan
normal	Berlebihan		
1. Beku	di bawah 0		
di atas 10	di atas 12		
2. Rendah	0-13	10-0	12-5
3. Sedang	13-22	5-0	8-0
4. Normal	22-28	0-5	0-8

5. Tinggi	28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi di atas 38 di atas 40 di atas 100			
F. Keadaan atmosfer <sup>***</sup> )			
1. Baik Ruang yang berventilasi baik, udara segar			0
2. Cukup Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)			0-5
3. Kurang baik Adanya debu-debuan beracun atau tidak beracun tetapi banyak			5-10
4. Buruk Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan			10-20
G. Keadaan lingkungan yang baik			
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0-1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1-3
4. Sangat bising			0-5
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5
6. Terasa adanya getaran lantai			5-10
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5-15
*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan			
**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi			
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim Catatan pelengkap :			
kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 0- 2,5% ,			
Wanita = 2-5%			

Sumber: Sutaaksana et al., 1979 hal: 151-153

Menurut Universitas Kristen Petra (2009) untuk menghitung waktu baku harus memasukkan *allowance* ke dalam perhitungan waktu baku, *allowance* dalam waktu kerja dibedakan menjadi tiga macam:

1. Kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*), kelonggaran waktu yang diberikan untuk personal needs ditujukan untuk kebutuhan yang bersifat pribadi seperti untuk makan, minum, ke kamar mandi, dan lain-lain. Kelonggaran ini biasanya berkisar antara 0-2.5 % untuk pria dan 2-5 % untuk wanita.
2. Kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah (*Fatigue allowance*). *allowance* ini diberikan untuk pekerja mengembalikan kondisi akibat kelelahan dalam bekerja baik kelelahan fisik dan mental.
3. Keterlambatan waktu untuk keterlambatan yang tidak terduga (*unavoidable delay allowance*)

Untuk menentukan Waktu baku (Wb) adalah sebagai berikut:

$$Wb = Wn + LX$$

$$= \left( \frac{x}{100} \times Wn \right)$$

Dengan L

Sehingga Waktu baku dapat dihitung dengan cara :

$$Wb = Wn + \left( \frac{x}{100} \times Wn \right)$$

Keterangan :

Wn = Waktu normal.

L = Kelonggaran.

Xs = Besarnya kelonggaran setiap tenaga kerja berdasarkan jenis kelamin.

## 2.2 Line balancing

Menurut Gaspersz (2004) *Line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu assembly line ke work stations untuk meminimumkan banyaknya work station dan meminimumkan total harga idle time pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.

Menurut Pumomo (2004) *line balancing* adalah sekelompok manusia atau mesin yang melakukan pekerjaan sekuensial dalam merakit suatu produk yang diberikan kepada masing-masing sumber daya secara seimbang dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja. Line balancing merupakan suatu penugasan beberapa pekerjaan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lintasan atau lini produksi. Stasiun kerja tersebut mempunyai waktu yang tidak melebihi waktu siklus dan stasiun kerja. Fungsi *Line balancing* merupakan membuat suatu lintasan yang seimbang untuk mempermudah pergerakan. Tujuan inti dari penyeimbangan lintasan adalah mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan yang ditentukan oleh operasi yang paling lambat (Baroto 2002).

Manajemen industri dalam menyelesaikan masalah *line balancing* harus mengetahui tentang metode kerja, mesin mesin, peralatan peralatan, dan anggota yang digunakan dalam proses pekerjaan. Data yang diperlukan adalah

informasi tentang waktu yang dibutuhkan untuk setiap *assembly line* dan *precedence relationship*. Aktivitas-aktivitas yang merupakan susunan dan urutan dari berbagai tugas yang perlu dilakukan, manajemen industri perlu menetapkan tingkat produksi per hari yang disesuaikan dengan tingkat permintaan total, kemudian membaginya ke dalam waktu produktif yang tersedia per hari. Hasil ini adalah *cycle time* yang merupakan waktu dari produk yang tersedia pada setiap stasiun kerja (*workstation*) (Baroto, 2002)

### 2.2.1 Langkah pemecahan *Line balancing*

Menurut Gaspersz (2004), terdapat sejumlah langkah pemecahan masalah *line balancing*.

Berikut ini adalah langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi tugas-tugas individu atau aktivitas yang akan dilakukan.
- b. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap pekerjaan.
- c. Menetapkan *precedence constraints*, jika ada yang berkaitan dengan setiap tugas itu.
- d. Menentukan *output* dari *assembly line* yang dibutuhkan.
- e. Menentukan seluruh waktu yang tersedia untuk memproduksi *output*.
- f. Menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, misalnya:waktu diantara penyelesaian produk yang dibutuhkan untuk menyelesaikan output yang diinginkan dalam batas toleransi dari waktu (batas waktu yang yang diijinkan) .
- g. Memberikan tugas-tugas kepada mesin atau pekerja

- h. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (workstation) yang dibutuhkan untuk memproduksi output yang diinginkan.
- i. Menilai efektifitas dan efisiensi dari solusi.
- j. Mencari terobosan untuk memperbaiki proses terus- menerus (*continuous process improvement*).

### **2.2.2 Istilah istilah *Line balancing***

Berikut merupakan istilah-istilah yang dimaksud (Baroto, 2002) :

#### 1. Precedence diagram

Precedence diagram dipakai sebelum memulai pada penyelesaian menggunakan metode keseimbangan lintasan. Precedence diagram sebenarnya merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang bertujuan untuk memudahkan perencanaan dan pengontrolan kegiatan yang termasuk di dalamnya, adapun tanda yang dipakai dalam precedence diagram adalah sebagai berikut:

- a. Simbol lingkaran dengan huruf atau nomor di dalamnya untuk mempermudah identifikasi asli dari suatu proses operasi.
- b. Tanda panah menunjukkan ketergantungan dan urutan proses operasi. Hal ini operasi yang ada di pangkal panah berarti mendahului operasi kerja yang ada pada ujung anak panah.
- c. Angka di atas simbol lingkaran adalah waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap proses operasi.

## 2 Assemble Product

Assemble Product adalah produk yang melewati urutan *workstation* dimana, setiap *workstation* memberikan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada perakitan akhir.

## 3 Waktu menunggu (*Idle Time*)

Dimana operator atau pekerja menunggu untuk melakukan proses kerja ataupun kegiatan operasi yang selanjutnya akan dikerjakan. Selisih atau perbedaan antara Cycle time (CT) dan Stasiun Time (ST), atau CT dikurangi Stasiun Time (ST).

$$Idle\ Time = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

Keterangan :

$n$  = jumlah stasiun kerja

$W_s$  = waktu stasiun kerja terbesar

$W_i$  = waktu sebenarnya pada stasiun kerja

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

4 Efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja ( $W_i$ ) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar ( $W_s$ ). *Efisiensi stasiun*

$$kerja. = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

5 *Workstation* merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditetapkan dengan rumus :

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{C}$$

Keterangan :

$t_i$  = Waktu operasi

$C$  = Waktu siklus stasiun kerja.

$K_{\min}$  = Jumlah stasiun kerja minimal.

$t_i$  = Waktu stasiun di stasiun kerja ke- $i$ .

## 6 Takt Time (TT)

Takt Time dapat didefinisikan sebagai waktu maksimum yang diijinkan untuk memproduksi sebuah produk untuk memenuhi permintaan customer..

$$TT = \frac{\text{Jam Kerja}}{\text{Jumlah Permintaan customer}}$$

## 2.3 Metode HELGESON-BIRNIE

Metode *Helgeson-Birnie* adalah metode keseimbangan lintasan yang menentukan bobot posisi sehingga lebih dikenal dengan metode bobot posisi. Metode *Helgeson-Birnie* dianggap mampu memecahkan permasalahan pada keseimbangan lintasan, sehingga dapat menemukan solusi dengan cepat dan tepat. Metode *Helgeson-Birnie* lebih mempertimbangkan kriteria waktu tunggu secara langsung dengan bobot. Metode *Helgeson-Birnie* lebih memberikan waktu tunggu antar proses yang lebih kecil, dengan cara menjumlahkan terlebih dahulu waktu pengerjaan pada elemen kerja dengan waktu terpanjang.



Metode *Helgeson-Birnie* mempunyai beberapa tahap dalam penyelesaian. Pertama-tama menentukan *precedence diagram* yang digunakan untuk menentukan bobot posisi masing-masing elemen kerja yang berkaitan dengan waktu operasi untuk waktu pengerjaan yang terpanjang dari mulai operasi permulaan hingga sisa operasi sesudahnya dengan menggunakan perhitungan *Helgeson-Birnie*. Selanjutnya, membuat ranking tiap elemen pengerjaan berdasarkan bobot posisi, menentukan waktu siklus yang diasumsikan dari waktu baku terbesar, menentukan pengelompokan stasiun kerja, sehingga didapat nilai *balance delay*, efisiensi lintasan dan *smoothes index* sehingga keseimbangan lintasan produksi menjadi seimbang.

#### 1. Keseimbangan Waktu Senggang (Balance Delay)

Balance delay menggunakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja. Balance delay dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

D = Balance delay (%).

C = Waktu siklus. = Jumlah stasiun kerja.

EV = Jumlah semua waktu operasi. = Waktu operasi.  $t_i$

## 2. Line Efficiency

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. Line efficiency dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum_{i=1}^k STI}{(K)(CT)} \times 100$$

Keterangan:

STI = Waktu stasiun kerja dari ke-i.

K = Jumlah stasiun kerja.

CT = Waktu siklus.

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

$$SI = \sum_{i=1}^k (STI_{maks} - STI)^2$$

Keterangan:

STmaks = Maksimum waktu di stasiun

Sti = Waktu stasiun di stasiun kerja ke-i.

## 2.4 Tata Letak (Layout)

Tata letak (*layout*) pabrik adalah pengaturan tentang fasilitas atau pengorganisasian fasilitas-fasilitas fisik perusahaan untuk menghasilkan efisiensi penggunaan peralatan, material, manusia dan energi menurut Meyers (1993). Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan menentukan

keberlanjutannya kehidupan ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Dengan adanya hal tersebut, tata letak pabrik yang baik akan meningkatkan keuntungan perusahaan. Tata letak fasilitas produksi sangat berdampak terhadap proses operasi perusahaan, terutama dalam hal kegiatan atau proses produksi, salah satunya perpindahan material dari satu unit ke unit lainnya sampai material tersebut menjadi barang jadi. Hal ini terlihat aktivitas pemindahan (*movement*) satu dari tiga elemen dasar sistem produksi, meliputi bahan baku, manusia (pekerja) dan peralatan produksi.

#### **2.4.1 Tujuan perencanaan tata letak**

- a. Memanfaatkan area yang ada, perancangan tata letak yang optimal akan memberikan solusi dalam penghematan pengguna area (*space*) yang ada, baik area untuk produksi, gudang, service dan untuk departemen lainnya.
- b. Pendayagunaan pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lebih besar. Pengaturan yang tepat akan dapat mengurangi investasi di dalam peralatan dan perlengkapan produksi
- c. Meminimumkan material handling. Selama proses produksi/ operasi perusahaan akan selalu terjadi aktivitas perpindahan baik itu bahan baku, tenaga kerja, mesin ataupun peralatan produksi lainnya.
- d. Mengurangi waktu tunggu dan mengurangi kemacetan dan kesimpangsiuran.
- e. Memberikan jaminan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi tenaga kerja. Para tenaga kerja tentu saja menginginkan bekerja dalam lingkungan yang aman, nyaman dan menyenangkan.

- f. Mempersingkat proses manufaktur. Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan operasi berikutnya, maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk perpindahan dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya dapat dipersingkat pula.

#### **2.4.2 Manfaat layout antara lain**

- a. Meningkatkan jumlah produksi. Suatu layout yang baik akan memberikan kelancaran proses produksi dan pada akhirnya akan memberikan output yang lebih besar dengan biaya yang sama atau lebih sedikit, jam tenaga kerja dan jam kerja mesin menjadi lebih kecil.
- b. Mengurangi waktu tunggu. Layout yang baik akan memberikan keseimbangan beban dan waktu antara satu mesin atau departemen dengan departemen yang lain.
- c. Mengurangi proses pemindahan bahan. Dengan layout desain fasilitas yang baik dengan cara lebih menekankan pada usaha-usaha meminimumkan aktivitas pemindahan bahan pada saat proses produksi sedang berjalan, sehingga akan dapat dicapai efisiensi waktu proses pemindahan bahan dalam proses.
- d. Penghematan penggunaan ruangan. Perencanaan layout fasilitas yang optimal akan memberikan manfaat penggunaan ruangan yang efisien atau akan mengurangi pemborosan pemakaian ruangan.
- e. Layout yang terencana dengan baik, dapat menciptakan pendayagunaan elemen produksi seperti tenaga kerja, mesin maupun peralatan yang lain secara lebih efektif dan efisien.

- f. Mempersingkat waktu proses. Dengan memperpendek jarak antara satu mesin dengan mesin yang lain dan mengurangi penumpukan bahan dalam proses atau mengurangi waktu tunggu, maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari operasi satu ke operasi yang lain akan dapat diperpendek sehingga secara total waktu proses produksi mulai dari bahan baku menjadi produk akan dapat diperpendek, yang berarti mempersingkat waktu proses produksi.
- g. Meningkatkan Kepuasan dan keselamatan kerja. Pengaturan layout secara baik akan dapat menciptakan suasana ruangan dan lingkungan kerja yang nyaman, aman, tertib, dan rapi, sehingga kepuasan dan keselamatan kerja akan dapat lebih baik.

