

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengukuran Waktu Jam Henti**

Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti (stop watch) sebagai alat ukurnya. Cara ini tampaknya merupakan cara yang banyak dikenal dan karenanya banyak dipakai (Iftikar Z. Sutalaksana dkk, Institut Teknologi Bandung, Hal. 119, 1979). Ada beberapa aturan pengukuran yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang baik, aturan-aturan tersebut dijelaskan dalam langkah-langkah berikut ini .

##### **2.2.1 Langkah-Langkah Sebelum Melakukan Pengukuran**

###### **a. Penetapan tujuan pengukuran**

Sebagaimana halnya dengan berbagai kegiatan lain, maka tujuan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

###### **b. Melakukan penelitian pendahuluan**

Yang dicari dari pengukuran waktu adalah waktu yang pantas dibebankan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tentu saja dengan kondisi yang ada akan dapat dicari waktu yang pantas tersebut, yaitu waktu yang pantas untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan kondisi yang

bersangkutan. Dengan kata lain pengukuran waktu sebaiknya dilakukan bila kondisi kerja dari pekerjaan yang akan diukur telah baik. Jika belum maka kondisi yang ada hendaknya diperbaiki terlebih dahulu. Untuk memperbaiki kondisi kerja diperlukan pengetahuan dan penerapan sistem kerja dan cara kerja yang baik.

c. Memilih operator

Operator yang akan melakukan pekerjaan yang akan diukur harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan dengan baik dan dapat dipertanggungjawabkan hasilnya. Syarat-syarat tersebut adalah memiliki skill yang normal dan dapat diajak bekerja sama.

d. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan pelatihan bagi operator tersebut terutama jika kondisi kerja yang ada tidak sama dengan yang biasa dijalankan oleh operator. Hal ini terjadi jika pada saat penelitian pendahuluan kondisi kerja atau cara kerja sudah mengalami perubahan. Dalam keadaan ini operator harus dilatih terlebih dahulu, karena sebelum diukur operator harus terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang telah ditetapkan.

e. Menguraikan pekerjaan atas elemen pekerjaan

Ada beberapa alasan yang menyebabkan pentingnya melakukan penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya. Pertama, untuk menjelaskan catatan tentang tata cara kerja yang telah dibakukan. Kedua adalah untuk memungkinkan melakukan penyesuaian bagi setiap elemen karena ketrampilan operator belum

tentu sama untuk semua bagian dari gerakan-gerakan kerjanya. Ketiga adalah untuk memudahkan mengamati terjadinya elemen yang tidak baku yang mungkin saja dilakukan pekerja. Dan alasan keempat adalah untuk memungkinkan dikembangkannya data waktu standar atas tempat kerja yang bersangkutan.

f. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Setelah kelima langkah diatas dijalankan dengan baik, tibalah sekarang pada langkah terakhir sebelum melakukan pengukuran yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan. Alat-alat tersebut adalah :

1. Jam henti (stop watch)
2. Lembaran pengamatan
3. Pena atau pensil
4. Papan pengamatan

### 2.1.2 Melakukan Pengukuran

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan diatas. Hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Tujuan melakukan pengukuran pendahuluan adalah untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan.

### 2.1.3 Uji Keseragaman Data

Secara teoritis apa yang dilakukan dalam pengujian ini adalah berdasarkan teori-teori statistik tentang peta-peta kontrol yang biasanya dilakukan dalam melakukan pengendalian kualitas.

Tugas mengukur adalah mendapatkan data yang seragam, karena ketidakseragaman akan datang tanpa disadari. Maka diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi . Batas-batas kontrol yang terbentuk dari data merupakan batas seragam tidaknya data, data-data dikatakan seragam bila berada dalam batas kontrol tersebut, dan data ini dapat dipergunakan. Sedangkan data yang tidak seragam adalah data yang berada diluar batas kontrol , data ini tidak dapat dipergunakan dan harus dibuang.

Data-data yang didapat diolah dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Kelompokan data dalam beberapa sub grup.

Data Subgrup Ke	Waktu Penyelesaian berturut-turut ( detik )				Harga Rata-rata
1	X11	X12	.	X1N	
2	X21	X22	.	X2N	
3	X31	X32	.	X3N	
.	.	.	.	.	
k	XN1	XN2	.	XNN	
Total					

- b. Hitung rata-rata sub grup dengan :

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k}$$

dimana :

$\bar{x}$  adalah harga rata-rata dari sub group ke-i.

$k$  adalah banyaknya sub group yang terbentuk

- c. Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

dimana :  $N$  adalah jumlah pengukuran pendahuluan yang dilakukan

$x$  adalah waktu yang diamati dalam pengukuran pendahuluan

- d. Hitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata sub grup dengan:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n}$$

dimana :  $n$  adalah besarnya sub grup

- e. Tentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dengan:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + 2 \sigma_{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - 2 \sigma_{\bar{x}}$$

#### 2.1.4. Uji Kecukupan Data

Untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% maka rumus yang digunakan adalah:

$$N' = \left( \frac{k/s \sqrt{N \cdot (\sum x^2) - (\sum \bar{x})^2}}{\sum x} \right)^2$$

dimana:  $N'$  adalah jumlah kecukupan data

$k$  adalah angka deviasi standar yang besarnya tergantung pada tingkat keyakinan, dimana :

- Tingkat keyakinan 90 % :  $k = 1,65$
- Tingkat keyakinan 95 % :  $k = 2,00$
- Tingkat Keyakinan 99,7 % :  $k = 3,00$

$s$  adalah tingkat ketelitian

Jika  $N' < N$  maka data pengamatan dianggap cukup.

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Jadi tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukur memberikan toleransi penyimpangan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang paling jauh 5% dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan ini adalah 95%

### 2.1.5 Penyesuaian Waktu Dengan Rating Performance Kerja

Biasanya penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga P yang disebut faktor penyesuaian. Besarnya harga P sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau yang normal. Bila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja diatas normal (terlalu cepat) maka harga P nya akan lebih besar dari satu ( $P > 1$ ), sebaliknya jika operator dinilai bekerja dibawah normal, maka harga P akan lebih kecil dari satu ( $P < 1$ ). Seandainya pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar, maka harga P nya sama dengan satu ( $P = 1$ ).

#### 2.1.5.1 Beberapa Cara Menentukan Faktor Penyesuaian

Cara pertama adalah cara persentase yang merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatanya selama melakukan pengukuran. Menentukan harga P yang diperkirakan akan menghasilkan waktu normal bila harga ini dikalikan dengan waktu siklus. Misalnya  $P = 110\%$ , jika waktu siklus yang didapat sama dengan 10 menit, maka waktu normal =  $10 \times 110\% = 11$  menit. Cara ini merupakan cara yang paling mudah dan sederhana, namun ada kekurangtelitian sebagai akibat dari tidak obyektifnya cara penilaian. Cara-cara lain yang dipandang sebagai cara yang lebih objektif, dan umumnya memberikan standar atau patokan yang dimaksud untuk mengarahkan penilaian

pengukur terhadap kerja operator, yaitu dengan cara Shummard, Westinghouse, dan Objektif.

Cara Shummard memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas performance kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri.

Seseorang yang dipandang bekerja normal diberi nilai 60, nilai ini dengan performance kerja yang lain dibandingkan untuk menghitung faktor penyesuaian. Bila performance seorang pekerja dinilai excellent maka dia mendapatkan nilai 80, dan karenanya faktor penyesuaiannya adalah :

$$P = 80/60 = 1,33$$

Jika waktu siklusnya sama dengan 10 menit maka waktu normalnya ;

$$W_n = 10 \text{ menit} \times 1,33 = 13,3 \text{ menit}$$

Berbeda dengan cara Shummard diatas, cara Westinghouse mengarahkan penilaian kepada 4 faktor yang dianggap menentukan adanya kewajaran atau ketidakeajaran dalam bekerja yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi.

Keterampilan atau skill didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Karenanya Westinghouse memisahkan faktor ketrampilan dengan usaha dalam rangka penyesuaian. Adapun yang dimaksud dengan kondisi kerja adalah pencahayaan , temperatur, dan kebisingan ruangan.

Bila 3 faktor lainnya yaitu ketrampilan, usaha dan konsisten merupakan apa yang dicerminkan operator maka kondisi kerja merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya. Oleh sebab itu faktor kondisi sering disebut faktor manajemen karena pihak ini



yang diberi wewenang untuk merubah dan memperbaikinya. Kondisi kerja dibagi atas enam kelas yaitu ideal, excellent, good, average, fair dan poor. Faktor lain yang harus diperhatikan adalah konsistensi. Faktor ini diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu yang dicatat tidak semua sama, selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya. Selama masih dalam batas-batas kewajaran masalah tidak timbul tapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sama dengan faktor-faktor lain konsistensi dibagi menjadi enam kelas yaitu perfect, excellent, good, average, fair dan poor.

Cara penyesuaian terakhir adalah cara objektif yang memperhatikan 2 (dua) faktor yaitu kecepatan kerja dan tingkat kesulitan pekerjaan. Kedua faktor inilah yang dipandang secara bersama-sama dalam menentukan harga  $p$  untuk mendapatkan waktu normal.

Kecepatan kerja adalah adalah kecepatan dalam melakukan pekerjaan. Disini pengukur harus melakukan penilaian tentang kewajaran kecepatan kerja yang ditunjukkan oleh operator. Jika operator bekerja dengan kecepatan wajar, maka diberi nilai 1 atau  $p_1 = 1$ .

Untuk kesulitan kerja diseduakan sebuah tabel yang menunjukkan berbagai keadaan kesulitan kerja dibawah ini.

Tabel 2.1 Penyesuaian menurut tingkat kesulitan cara objektif

Keadaan	Lambang	Penyesuaian	
<b>Anggota terpakai</b>			
a. Jari	A	0	
b. Pergelangan tangan dari jari	B	1	
c. Lengan bawah, Pergelangan tangan dan jari	C	2	
d. Lengan atas, Lengan bawah dst.	D	5	
e. Badan	E	8	
f. Mengangkat beban dari lantai dengan kaki	E2	10	
<b>Pedal kaki</b>			
a. Tanpa pedal atau satu pedal dengan sumbu dibawah kaki	F	0	
b. Satu atau dua pedal dengan sumbu tidak dibawah kaki	G	5	
<b>Penggunaan tangan</b>			
a. Keadaan tangan saling bantu atau bergantian	H	0	
b. Kedua tangan mengerjakan gerakan yang sama pada saat yang sama	H2	18	
<b>Koordinasi mata dengan tangan</b>			
a. Sangat sedikit	I	0	
b. Cukup dekat	J	2	
c. Konstan dan dekat	K	4	
d. Sangat dekat	L	7	
e. Lebih kecil dari 0,04 cm	M	10	
<b>Peralatan</b>			
a. Dapat ditangani dengan mudah	N	0	
b. Dengan sedikit kontrol	O	1	
c. Perlu dikontrol dengan penekanan	P	2	
d. Perlu penaganan dan hati-hati	Q	3	
e. Mudah pecah dan hati-hati	R	5	
<b>Berat beban (kg)</b>			
a. 0,45	B-1	2	1
b. 0,90	B-2	5	1
c. 1,35	B-3	6	1
d. 1,80	B-4	10	1
e. 2,25	B-5	13	1
f. 2,70	B-6	15	3
g. 3,15	B-7	17	4
h. 3,60	B-8	19	5
i. 4,05	B-9	20	6
j. 4,50	B-10	22	7
k. 4,95	B-11	24	8
l. 5,40	B-12	25	9
m. 5,85	B-13	27	10
n. 6,30	B-14	28	10

### **2.1.6 Menentukan Faktor Kelonggaran**

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

#### **2.1.6.1 Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi**

Kebutuhan pribadi disini adalah seperti ke kamar kecil, minum secukupnya, bercakap-cakap dengan teman sekerja dan lain-lain. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi berbeda-beda antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lainnya. Dari penelitian diketahui prosentase besarnya kebutuhan pribadi pria : 2 - 2,5 % , sedangkan untuk wanita sekitar : 5 % (persentase ini dari waktu normal).

#### **2.1.6.2 Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa Fatigue**

Rasa fatigue tercermin dari menurunnya hasil produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Jika rasa fatigue datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan performance normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari biasanya dan ini akan menambah rasa fatigue. Bila hal ini berlangsung terus menerus pada akhirnya akan terjadi fatigue total yaitu jika anggota badan yang bersangkutan sudah tidak dapat melakukan gerakan kerja sama sekali walaupun sudah berusaha dipaksakan.

### 2.1.6.3 Kelonggaran Untuk Hambatan-Hambatan Yang Tak Terhindarkan

Ada hambatan yang bisa dihindarkan , namun juga ada yang tak dapat dihindarkan dalam bekerja. Beberapa contoh hambatan yang tak dapat dihindarkan :

- a. Menerima atau meminta petunjuk pada supervisor.
- b. Melakukan penyesuaian-penyesuaian pada peralatan.
- c. Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.
- d. Memperbaiki peralatan yang rusak ditengah produksi.
- e. Berhentinya kerja mesin karena putusnya aliran listrik, dll.

## 2.2 Perhitungan Waktu Baku

Sebelum menghitung waktu baku, maka harus dihitung terlebih dahulu waktu normal. Waktu normal adalah waktu yang diperlukan oleh seorang operator yang terlatih dan memiliki ketrampilan rata-rata untuk melaksanakan aktivitas dibawah tempo dan kondisi kerja normal (Sritomo W., hal. 118, tahun1993)

Sedangkan waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator yang terlatih dan memiliki ketrampilan rata-rata untuk melakukan pekerjaanya dalam tempo dan kondisi kerja yang normal (Sritomo W., hal.118, tahun 1993).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan adalah :

- a. Hitung waktu normal ( $W_n$ ) dengan :

$$W_n = W_s \times p$$

Dimana  $p$  adalah faktor penyesuaian.

c. Hitung waktu baku ( $W_b$ ) dengan :

$$W_b = W_n \times (1 + A)$$

Dimana  $A$  adalah kelonggaran yang diperoleh berdasarkan pengamatan.

## 2.3 Keseimbangan Lintasan

### 2.3.1 Definisi Keseimbangan Lintasan Produksi.

Keseimbangan adalah masalah utama dalam sebuah sistem produksi kontinyu. Sebuah lintasan perakitan adalah contoh paling sederhana dari sistem produksi kontinyu. Lintasan perakitan terdiri dari sejumlah stasiun-stasiun kerja. Jumlah elemen-elemen kerja yang ditugaskan pada stasiun-stasiun kerja disesuaikan sehingga memiliki waktu yang sama untuk menyelesaikan pekerjaan pada masing-masing stasiun, sehingga output dari masing-masing stasiun kerja hasilnya mendekati sama.

Pada lintasan perakitan waktu untuk melakukan elemen-elemen pekerjaan diambil studi pengukuran waktu (time studi). Waktu untuk menyelesaikan operasi di masing-masing stasiun kerja ditentukan oleh kecepatan lintasan perakitan. Seluruh waktu kerja pada seluruh stasiun adalah waktu siklus.

Tujuan dari keseimbangan lintasan adalah meminimasi waktu mengganggu (idle time) saat penugasan operasi-operasi ke stasiun-stasiun kerja. Keseimbangan lintasan yang sempurna secara teoritis terjadi bila dalam penugasan tidak terjadi waktu mengganggu (idle time).

Untuk lebih memahami tentang keseimbangan lintasan definisi-definisi dibawah ini haruslah dimengerti terlebih dahulu :

- a. Elemen kerja : Unit kerja terkecil yang tidak dapat dibagi-bagi lagi.
- b. Waktu operasi : Waktu aktivitas elemen kerja.
- c. Waktu siklus : Waktu keseluruhan dari semua stasiun kerja yang didapat dari hasil pembagian antara waktu kerja yang tersedia dengan jumlah permintaan produk.
- d. Stasiun kerja : Area sepanjang lini perakitan dimana tugas-tugas yang yang diberikan diselesaikan.
- e. Balance Delay : Keseimbangan waktu mengganggu pada lintasan

### 2.3.2 Definisi Lintasan Produksi

Lintasan produksi merupakan suatu rangkaian dari aliran proses pekerjaan yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk (Modul Praktikum Sistem Produksi, Lab. Sistem Produksi Fakultas Teknik UNSADA, Hal. 37, Tahun 1994).

Berdasarkan karakteristik proses pengerjaan yang dilakukan, lintasan produksi dapat dibedakan kedalam :

1. Lintasan Fabrikasi

Yaitu suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah proses pengerjaan yang bersifat membentuk atau mengubah sifat-sifat fisik atau kimia dari suatu benda kerja yang melewati lintasan produksi.

2. Lintasan Perakitan

Yaitu suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi penyatuan dari beberapa benda kerja untuk menghasilkan produk yang baru.

### **2.3.3 Metode-metode untuk Menyeimbangkan Lintasan Produksi**

Dalam menyeimbangkan lintasan produksi, ada berbagai macam metode dan cara pendekatan yang berbeda-beda akan tetapi pada prinsipnya mempunyai tujuan yang sama yaitu mengoptimalkan lintasan produksi untuk mendapatkan penggunaan sumber daya dan fasilitas yang efisien, dimana fokusnya tetap pada masalah waktu.

Ada beberapa metode yang umum digunakan dalam menyeimbangkan lintasan produksi yaitu :

1. Metode Analisis

Dasar penggunaannya adalah dengan Operation Research seperti penggunaan program linier dan program dinamis.

2. Metode Probabilistik

Digunakan untuk menghitung adanya variasi waktu elemen kerja dalam lintas perakitan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan kecepatan kerja dari para operator. Pendekatan variasi elemen lintasan perakitan ditentukan melalui distribusi waktu elemen kerja yang diasumsikan berdistribusi normal.

### 3. Metoda Heuristik

Diperkenalkan oleh Fred M Tonge, metoda ini tidak menjamin solusi jawab yang optimum. Kriteria pokok pendekatan dengan metoda ini adalah :

- a. Pemecahan lebih baik dan lebih cepat
- b. Lebih murah dibanding metoda lainnya
- c. Usaha yang dikeluarkan relatif lebih kecil.

Beberapa metoda Heuristik yang biasa digunakan dan umum dikenal adalah :

#### 1. Metoda Helgeson, Birnie dan Dar El Mansoor

Metoda ini lebih dikenal dengan teknik Ranked Positional Weight (RPW), yang selanjutnya akan digunakan oleh penulis dalam menyelesaikan permasalahan keseimbangan lintasan di P.T. "X"

#### 2. Metoda Kilbridge dan Webster

Metoda ini menggunakan urutan proses atau tingkat ketergantungan setiap operasi.



### 3. Metoda Comsoal (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Lines)

Prinsip kerja metoda ini adalah mengelompokkan stasiun kerja, dengan memanfaatkan secara maksimum tenaga kerja yang ada dan berhubungan dengan meminimumkan waktu menganggur para pekerja.

### 4. Metoda Keseimbangan Fabrikasi

Digunakan pada lintasan dan tempat kerja yang sudah tertentu sehingga sukar dibagi dalam kelompok-kelompok seperti halnya pada lintasan assembling.

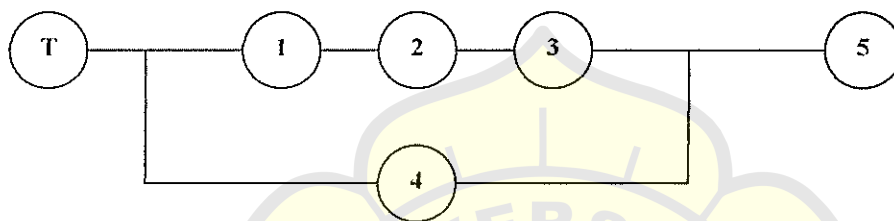
#### 2.3.3.1 Metoda RPW (Bobot Posisi)

Dasar untuk menetapkan tugas pada stasiun-stasiun untuk kaidah ini adalah menentukan bobot bagi masing-masing tugas berdasarkan jumlah waktu untuk melaksanakan tugas tersebut ditambah dengan waktu pelaksanaan seluruh tugas yang mengikutinya dalam *preseden diagram*. Tugas-tugas tersebut kemudian di daftar berurutan menurut bobotnya, bobot terbesar dicantumkan paling atas, bersama dengan tugas pendahulu langsungnya. Tugas dengan bobot terbesar kemudian dibebankan kepada stasiun 1, dengan memperhitungkan kendala presedennya. Bilamana stasiun 1 mendapat tugas yang memenuhi waktu siklusnya, maka kemudian ditetapkan tugas untuk stasiun 2 dengan cara yang sama dan seterusnya. Pengulangan-pengulangan selanjutnya dapat dilakukan untuk menentukan waktu siklus minimum bagi jumlah stasiun tertentu. Pemecahan ini akan memberikan distribusi kerja yang paling merata ke seluruh stasiun.

Pemecahan ini akan memberikan distribusi kerja yang paling merata ke seluruh stasiun.

### 2.3.3.1.1 Preseden Diagram

Pada intinya diagram ini memperlihatkan urutan proses pembuatan suatu produk, dimana dapat diketahui perlunya suatu operasi dan juga kemungkinan adanya pesanan yang dapat dikerjakan.



Gambar 2.1 Preseden diagram

### 2.3.3.1.2 Preseden Matriks

Preseden matriks dibuat guna memperjelas penugasan suatu pekerjaan atau operasi kedalam stasiun kerja. Hanya ada 2 (dua) angka pada matriks posisi ini, yaitu : angka 1 menunjukkan suatu operasi yang harus mengikuti atau didahului operasi yang lainnya, dan angka 0 menunjukkan tidak diperlukan operasi yang mendahuluinya.

Tabel 2.1 Preseden Matriks

Operasi Pendahuluan	Operasi Lanjutan				
	1	2	3	4	5
1	0	1	1	0	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

### 2.3.3.1.3 Mengurutkan Bobot Posisi

Aktivitas / operasi kerja yang telah disusun berdasarkan pada prioritas pengerjaannya (dilihat dari preseden diagram) selanjutnya ditempatkan dan diurutkan sesuai dengan bobotnya masing-masing. Dimulai dari bobot yang terberat diurutan paling atas, dilanjutkan sampai yang teringan.

Penggabungan tugas tidak boleh melebihi waktu siklus yang ada. Mengenai rumus waktu siklu / Cycle Time (CT) adalah :

$$CT = \frac{\text{Waktu kerja satu periode}}{\text{Demand satu periode}}$$

### 2.3.3.1.4 Membuat Penugasan Operasi untuk Stasiun Kerja

Setelah pengurutan bobot posisi selesai maka langkah terakhir adalah membuat penugasan operasi untuk setiap stasiun kerja. Selain itu dapat ditentukan pula :

#### 1. Waktu menganggur (Idle Time / IT)

$$\text{Rumus : } IT = n Wd - \sum Wi$$

Dimana :  $n$  = jumlah stasiun kerja

$Wd$  = waktu stasiun terbesar / waktu daur (cycle time)

$Wi$  = waktu sebenarnya pada setiap stasiun.

#### 2. Keseimbangan waktu senggang

$$= \frac{n Wd - \sum Wi}{n Wd} \times 100 \%$$

#### 3. Efisiensi stasiun kerja

$$\text{eff} = \frac{\sum Wi}{CT \times \text{jumlah stasiun}} \times 100 \%$$

### 2.3.3.2 Metode COMSOAL

Metode ini adalah untuk operasi-operasi komputerisasi sequencing untuk lini perakitan. Metode ini dikembangkan diperusahaan Chrysler dan dikenalkan oleh Arcus pada tahun 1966. Langkah-langkahnya adalah dengan melalui beberapa alternatif pemecahan masalah dan mengambil salah satu yang terbaik dari beberapa alternatif tersebut (Automation, Production and Computer Integrated Manufacturing, Mikeel P. Groover, Hal. 146, Tahun 1987).

Prosedur dan contoh

**Tabel 2.2 Penentuan operasi pendahuluan**

Operasi	Waktu siklus ( x )	Operasi Mendahului
1	0,2	-
2	0,4	-
3	0,7	1
4	0,1	1,2
5	0,3	2
6	0,11	3
7	0,32	6
8	0,6	3,6
9	0,27	2,3,4
10	0,38	4,6
11	0,5	9,10
12	0,12	11

Setelah diketahui kegiatan-kegiatan yang mendahului pada elemen operasi terkait, baru dilakukan proses pengerjaan keseimbangan lintasan dengan metoda Comsoal sebagai berikut :

**Langkah 1.** Buat daftar A, yang menunjukkan seluruh elemen kerja pada satu kolom dan jumlah total elemen-elemen.

**Tabel 2.3 Daftar A dalam Comsoal**

OPERASI	JUMLAH KEGIATAN YANG MENDAHULUI
1	0
2	0
3	1
4	2
5	1
6	1
7	1
8	2
9	3
10	2
11	2
12	1

**Langkah 2** Buat daftar B, menunjukkan seluruh elemen-elemen dari data A yang tidak memiliki kegiatan yang mendahului digambarkan pada tabel 2.2

**Tabel 2.4 Daftar B dalam Comsoal pada awal contoh permasalahan**

Elemen Tanpa Kegiatan Yang Mendahului
1
2

**Langkah 3.** Pilih secara acak elemen-elemen dari daftar B, batasan satu-satunya adalah elemen yang dipilih harus tidak mengakibatkan waktu siklus

**Langkah 4.** Kurangi elemen yang terpilih pada langkah 3 dari daftar A dan B dan perbaharui /buat kembali kedua daftar tersebut jika perlu. Perbaharuan mungkin diperlukan karena elemen terpilih mungkin merupakan kegiatan yang mendahului untuk beberapa elemen-elemen lainnya. Mungkin ada perubahan pada jumlah kegiatan yang mendahului untuk beberapa elemen elemen pada daftar A; dan mungkin kini ada beberapa elemen baru yang tidak memiliki kegiatan yang mendahului yang harus ditambahkan pada daftar B.

**Langkah 5** lalu pilih kembali satu dari elemen-elemen yang ada pada daftar B yang mendekati waktu siklus.

**Langkah 6** Ulangi langkah-langkah 4 dan 5 sampai seluruh elemen-elemen telah dialokasikan ke stasiun-stasiun dengan batasan waktu siklus.

**Tabel 2.5** Pengelompokkan stasiun kerja dengan Metoda COMSOAL

OPERASI	WAKTU SIKLUS	TOTAL WAKTU	STASIUN
1	0,2		
2	0,4		
5	0,3		
4	0,1	1,0	I
3	0,7		
6	0,11	0,81	II
8	0,6		
10	0,38	0,98	III
7	0,32		
9	0,27	0,59	IV
11	0,5		
12	0,12	0,62	V

**Langkah 7** Ulangi lagi langkah 1 sampai 6 untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Langkah-langkah yang terlibat dalam metode comsoal merupakan sebuah prosedur data yang tidak lengkap, untuk itu dilakukan perbaikan dengan penolahan menggunakan komputer, meskipun ada banyak masukan dalam algoritma, ini adalah konsekuensi terkecil karena kecepatan dengan kemampuan komputer untuk menampilkan masukan.

## 2.4 Pengendalian Tenaga Kerja

Tenaga kerja dibutuhkan untuk melakukan proses transformasi dari bahan mentah atau produk setengah jadi (*work in process*) menjadi produk jadi yang dikehendaki oleh perusahaan. Pengendalian tenaga kerja meliputi beberapa aspek yaitu :

### 1. Pengadaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan harus selalu diadakan, hal ini penting karena pengadaan tenaga kerja yang dibutuhkan oleh perusahaan pada setiap waktu dapat berubah sesuai dengan perkembangan perusahaan.

Kebutuhan tenaga kerja (KTU) dinyatakan dalam jam orang/unit dimana :

Jam kerja orang (man hours) = Waktu Baku x Standar Produksi

Jumlah tenaga kerja (KTU) =  $\frac{\text{Jam orang (man hours)}}{\text{Jam kerja}}$

## 2. Hubungan Tenaga Kerja

Hubungan yang serasi antara karyawan ditingkat atas dan tingkat dibawahnya (hubungan struktural) maupun hubungan antar karyawan (hubungan antar lini) sangat perlu dijaga. Keserasian hubungan tersebut akan menjamin komunikasi yang baik sehingga akan meningkatkan kreatifitas dan efisiensi kerja.

## 3. Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan karyawan akan meningkatkan motivasi kerja sehingga produktivitas kerja akan meningkat.

## 4. Efisiensi Kerja

Efisiensi adalah hasil perbandingan dari jam kerja aktual atau nyata dengan jam kerja yang tersedia. Peningkatan efisiensi kerja otomatis akan meningkatkan produktivitas. Usaha untuk meningkatkan efisiensi kerja dapat dimulai dengan melakukan studi waktu.