

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Produktivitas Kerja Manusia

Untuk mengukur atau mengontrol produktivitas karyawan, efektivitas peralatan dan mutu produk PT.TMMIN menggunakan apa yang dinamakan TPM indek yaitu suatu nilai yang dinamakan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang merupakan hasil kali dari *Performance Efficiency* (PE) dengan *availability* (AV) dan *Rate of Quality* (RQ) yang ada di Departemen Produksi. Secara matematik dapat dituliskan:

$$\text{Overall Equipment Effectiveness} = \text{Performance Efficiency} \times \text{availability} \times \text{Rate of Quality}$$

*Performance Efficiency* (PE) adalah hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* dari peralatan menunjukkan pada ketidak cocokan antara kecepatan ideal (berdasarkan *equipment capacity designer*) dan kecepatan operasi aktualnya (*actual operating speed*). Sistem produksi di PT. TMMIN, *operating speed rate* dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kecepatan kerja mesin dan kecepatan kerja orang. Biasanya perubahan kecepatan kerja mesin sangat kecil sekali, sedangkan perubahan kecepatan kerja orang sangat besar, ini disebabkan karena beberapa faktor yaitu; kelelahan, pengaruh lingkungan dan lain-lain. Secara matematik *performance efficiency* dapat dituliskan:

$$\text{Performance Efficiency} = \text{Net operation rate} \times \text{Operation speed rate}$$

$$\text{Operating Speed Rate} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$$

$$\text{Net Operating Rate} = \frac{\text{Actual process Time}}{\text{Operating Time}}$$

$$= \frac{\text{process amount} \times \text{Actual cycletime}}{\text{Operating Time}}$$

Umumnya apa yang berhubungan sebagai tingkat dari efektivitas peralatan sebenarnya adalah tingkat operasionalnya (*operating rate*) atau disebut *availability*. *Operating rate* adalah didasarkan pada suatu ratio waktu operasi di luar waktu mesin berhenti (*down time*) dengan waktu mesin bekerja (*loading time*)

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}}$$

$$\text{Availability} = \frac{(\text{Loading Time} - \text{Down time})}{\text{Loading Time}}$$

Sedangkan *Rate of Quality Product* adalah banyak unit yang diproses dikurangi dengan banyaknya jumlah cacat yang terjadi dibagi dengan jumlah unit yang diproses. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut. (*Seiichi Nakajima 1984, p27*)

$$\text{Rate of Quality} = \frac{(\text{Jumlah yang diproses} - \text{Jumlah cacat})}{\text{Jumlah yang diproses}}$$

Banyak hal yang dapat dilakukan oleh manusia dalam usahanya meningkatkan produktivitas kerja. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan era globalisasi mengakibatkan bergesernya tenaga manusia yang kemudian diganti oleh mesin-mesin atau robot. Pengertian produktivitas pada Negara berkembang dikaitkan dan diarahkan pada segala usaha yang dilakukan dengan menggunakan sumber daya manusia yang ada, sehingga semua usaha meningkatkan produktivitas kerja tidak mengaitkan dengan penambahan modal atau capital seperti penerapan proses mekanisasi atau otomasi.

Pada dasarnya pengertian produktivitas berkaitan erat dengan sistem produksi, yaitu sistem dimana faktor-faktor semacam:

- a. Tenaga kerja (*direct* atau *indirect labor*)
- b. Modal/capital berupa mesin, peralatan kerja, bahan baku, bangunan pabrik, dan lain-lain. (*Sritomo wignjosoebroto 2003, p2*)

Pengertian akan produktivitas secara mendasar akan menyadarkan kita tentang kemampuan serta segala kelemahan yang dipunyai dalam proses produksi, oleh

karena itu maka kita akan selalu berusaha memanfaatkan semua sumber daya tersebut untuk mewujudkan sesuatu secara maksimal dengan memadukan sumber dan hasil dalam bentuk yang optimal.

Dalam hal untuk meningkatkan produktivitas kerja memang tidak bisa dikatakan bahwa faktor manusia adalah salah satu faktor yang diamati, diteliti, dianalisa dan diperbaiki, faktor-faktor lain juga memungkinkan berperngaruh terhadap usaha peningkatan produktivitas yang harus tetap diperhatikan. (*Sritomo Wignjosoebroto 2003, p2*)

### **2.1.2. Definisi Produktivitas**

Berbicara mengenai produktivitas kerja, maka hal ini akan selalu dikaitkan dengan pengertian efektif dan efisien kerja. Produktivitas kerja sering kali diidentifikasi dengan efisiensi dalam arti suatu rasio antara keluaran (*output*) dan masukan (*Input*). Rasio keluaran dan masukan ini dapat juga untuk mengetahui usaha yang dilakukan oleh manusia sebagai ukuran efisiensi atau produktivitas kerja manusia. Rasio tersebut umumnya berbentuk keluaran yang dihasilkan dalam aktivitas kerja dibagi dengan jam kerja (*man-hours*) yang dikontribusikan sebagai sumber masukan dengan nilai uang atau unit produksi lainnya sebagai dimensi tolak ukurnya.

Produktivitas perusahaan adalah pengukuran kemampuan suatu perusahaan untuk mengubah input menjadi output.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Berdasarkan formulasi produktivitas di atas akan dapat kita ukur penambahan atau pengurangan produktivitas dengan jalan menghitung rasio indeks keluaran berdasarkan atas *output* dan *input* yang diberikan. Biasanya *output* yang dihasilkan itu bisa berupa tugas dan wewenang, pengunaan peralatan, produk akhir dan buangan (*waste*) sedangkan yang termasuk sebagai *input* adalah meliputi tenaga kerja, modal (biaya) dan sumber produksi lainnya, sedangkan input secara *invisible* yaitu input yang sulit sekali untuk dinilai dan diukur besarnya, akan tetapi cukup penting dalam penentuan tingkat produktivitas kerja. *Invisible input* biasanya terdiri dari tingkat

pengetahuan, kemampuan teknis, motivasi kerja dan lain-lainnya. (*Pengantar Teknik & Sistem Industri edisi ketiga, jilid 1. Wayne C. Turner. Joe H.Mize*)

### 2.1.3. Metode Pengukuran Produktivitas Kerja Manusia.

Pada umumnya keluaran dari suatu industri sulit untuk diukur secara kuantitatif. Dalam pengukuran produktivitas kerja pada umumnya yang diukur adalah keluaran fisik, yaitu produk akhir yang dihasilkan. Proses yang dipakai oleh perusahaan pada umumnya terdiri dari bermacam-macam proses produksi yang berbeda satu dengan yang lainnya.

Dengan adanya berbagai macam ukuran, macam dan tahapan proses yang berbeda akan mendatangkan kesulitan dalam menetapkan keluaran yang bisa dihasilkan dalam suatu proses produksi. Untuk mengukur produktivitas dari tenaga kerja manusia sebagai operator maka dapat kita jelaskan rumus sebagai berikut (*Wignjosoebroto, tahun 1989*):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Total keluaran yang dihasilkan}}{\text{Jumlah tenaga kerja yang dipekerjakan}}$$

Di sini produktivitas tenaga kerja ditunjukkan sebagai rasio jumlah keluaran yang dihasilkan per total tenaga kerja yang dipekerjakan, masukan di sini dapat diukur dalam satuan jam kerja – manusia, yaitu jam kerja yang dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Tenaga kerja yang dipekerjakan dapat terdiri dari tenaga kerja langsung atau pun tidak langsung. Untuk produk-produk tertentu rasio ini dapat pula dinyatakan dalam jumlah produk yang dibuat perjam kerja yang digunakan.

Waktu kerja adalah masukan dimana yang harus diketahui guna melaksanakan penelitian dan penilaian mengenai produktivitas kerja manusia penentuan waktu kerja dapat dilakukan dengan cara pengukuran waktu kerja dan melaksanakan studi mengenai tata cara kerja (*Motion & Time Study*). (*Teknik analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Sritomo Wignjosoebroto.2003,Institut Teknologi Sepuluh Nopember*)

### **2.1.3.1. Faktor - faktor yang mempengaruhi usaha peningkatan produktivitas.**

Pada hakikatnya produktivitas kerja akan banyak ditentukan oleh dua faktor utama yaitu:

a) Faktor teknis.

Yaitu faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis.

b) Faktor Manusia.

Yaitu faktor yang mempunyai pengaruh terhadap usaha-usaha yang dilakukan manusia di dalam menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tugas dan tanggung jawab. Di sini ada dua hal pokok yang menentukan, yaitu faktor kemampuan kerja (*ability*) dari pekerja tersebut dan yang lain adalah motivasi kerja yang merupakan pendorong kearah kemajuan dan peningkatan prestasi kerja seseorang. (*Sritomo Wingjosoebroto, 1989, p9*).

### **2.1.4. Pengukuran Kerja (*Work Measurement*)**

Yang dimaksud dengan pengukuran kerja di sini adalah pengukuran waktu kerja (*time study*) suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki *skill* rata-rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. (*Sritomo Wignjosoebroto 2003, p130*).

Tujuan dari sistem pengukuran kerja adalah untuk menentukan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah pekerjaan oleh operator terlatih untuk melakukan suatu pekerjaan jika ia harus melakukannya selama 8 jam dalam sehari, pada kondisi kerja yang biasa, dan bekerja dalam kecepatan normal. Waktu ini disebut dengan waktu standar. (*Wayne C. Turner 1993, 206*)

Penelitian kerja dan analisa metoda kerja pada dasarnya akan memusatkan perhatiannya pada bagaimana (*how*) suatu macam pekerjaan akan diselesaikan. Dengan mengaplikasikan prinsip dan teknik pengaturan cara kerja yang optimal dalam sistem kerja tersebut, maka akan diperoleh alternatif metoda pelaksanaan kerja yang dianggap memberikan hasil yang paling efektif dan efisien.

Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*standard time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metoda kerja yang terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement atau time study*).

Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran kerja adalah metoda penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan.

Waktu baku ini sangat diperlukan terutama sekali untuk :

- *Man power planning* (Perencanaan kebutuhan tenaga kerja)
- Estimasi biaya-biaya upah karyawan/pekerja.
- Penjadwalan produksi dan penganggaran.
- Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan /pekerja yang berprestasi.
- Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja. (*Sritomo Wingjosoebroto, 1989, p170*).

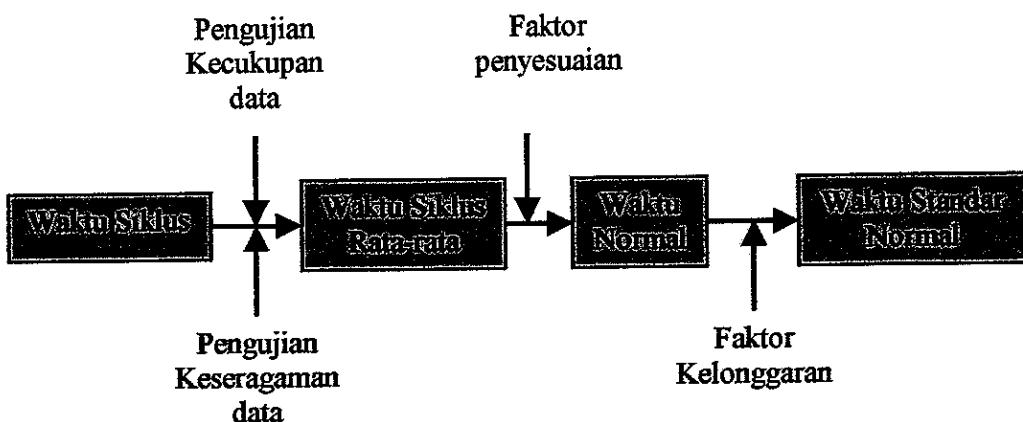
Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Di sini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan itu harus berlangsung dan berapa output yang akan dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Salah satu kriteria pengukuran kerja adalah pengukuran waktu (*time study*). Pengukuran kerja yang dimaksudkan adalah pengukuran waktu standar atau waktu baku. Pengertian umum pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki *skill* rata-rata dan terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Waktu standar dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lainnya.

Proses pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu pengukuran waktu secara langsung dan pengukuran waktu secara tidak

langsung. Disebut secara langsung karena pengamat berada di tempat dimana objek sedang diamati. Pengamat secara langsung melakukan pengukuran atas waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang operator (objek pengamatan) dalam menyelesaikan pekerjaannya. Sedangkan pengukuran waktu secara tidak langsung adalah pengamat tidak berada secara langsung dilokasi (objek) pengukuran. Pengukuran waktu kerja dilakukan dengan melakukan analisis berdasarkan perumusan serta berdasarkan data-data waktu yang telah tersedia. Pengukuran waktu secara tidak langsung dapat dilakukan dengan menggunakan data waktu baku dan dengan menggunakan data waktu gerakan seperti *The Work Factor System, Method Time Measurement, Basic Motion Time Study* dan sebagainya (*Pengantar Teknik Industri, Hari Purnomo 2003 p24*).

Secara garis besar urutan pengukuran waktu kerja dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Urutan pengukuran waktu kerja

#### 2.1.4.1. Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop-watch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Fredrick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metoda ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerjaan dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat (*stop-watch*) dan metode yang ada. Secara garis besar langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini dapat diuraikan sebagai berikut.

- Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahu maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
- Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *lay out*, karakteristik/spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
- Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
- Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
- Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak? Tes pula keseragaman data yang diperoleh.
- Tetapkan *rate of performans* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rate of performans* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditunjukkan untuk *performance* operator. Untuk elemen kerja secara penuh dilakukan oleh mesin maka *performance* dianggap normal (100%).
- Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh waktu kerja normal.
- Tetapkan waktu longgar (*allowance time*) guna memberikan fleksibilitas. Waktu longgar yang akan diberikan ini guna menghadapi kondisi-kondisi seperti kebutuhan personil yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material, dan lain-lainnya.
- Tetapkan waktu kerja baku (*standar time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.

Berdasarkan langkah-langkah terlihat bahwa pengukuran kerja dengan jam henti ini merupakan cara pengukuran yang objektif karena di sini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak cuma sekedar diestimasi secara subjektif. Di sini juga akan berlaku juga asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

- Metoda dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum kita mengaplikasikan waktu baku ini untuk pekerjaan yang serupa.
- Operator harus memahami benar prosedur dan metoda pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator-operator yang akan dibebani dengan waktu baku ini diasumsikan memiliki tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Untuk ini persyaratan mutlak pada waktu memilih operator yang akan dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan yang rata-rata.
- Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan.
- *Performace* kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada. (*Sritomo Wignjosoebroto 2003, p171*).

### **2.1.5. Melakukan Pengukuran Waktu**

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Pengukuran pendahuluan pertama dilakukan dengan menggunakan beberapa buah pengukuran yang banyaknya ditentukan oleh pengukur.

#### **2.1.5.1. Menentukan jumlah pengukuran dan waktunya.**

Menentukan jumlah pengukuran waktu yang dibagi dalam sub grup, setelah itu menghitung rata-rata sub grup dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{k} \quad \text{atau} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{k}$$

Dimana :

$$\Sigma X = \text{Jumlah semua nilai } X_1, X_2, X_3, \dots, X_n.$$

k = Jumlah data

(DR.Boediono DR.IR. Wayan Koster,M.M 2001, p56)

### 2.1.5.2. Menentukan Standar Deviasi.

Setelah harga rata-rata sub grup diketahui, kemudian mencari nilai standar deviasi. Standar deviasi adalah akar pangkat dua dari variansi. Standar deviasi sering kali disebut simpangan baku. Dengan demikian rumus dari standar deviasi adalah :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

n = Banyaknya sub grup

X = Waktu penyelesaian yang teramat selama pengukuran  
pendahuluan yang telah dilakukan

(DR.Boediono DR.IR. Wayan Koster,M.M 2001, p98)

## 2.1.6. Pengujian keseragaman dan kecukupan data

### 2.1.6.1. Menghitung Kecukupan data.

Untuk menetapkan berapa jumlah pengamatan yang seharusnya dibuat ( $N'$ ) maka di sini harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*) untuk pengukuran kerja ini. Di dalam aktivitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95% *confidence level* dan 5% *degree of accuracy*. Hal ini berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari waktu yang dicatat/diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

Rumus yang dipakai untuk menghitung kecukupan data adalah :

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N} \sum X^2 - (\sum X)^2}{\sum X} \right)^2$$

Dimana :

$N$  = Jumlah pengamatan untuk elemen kerja diukur

$X$  = Data waktu yang dibaca oleh *stopwatch* untuk tiap-tiap individu pengamatan

$\Sigma$  = Jumlah semua data waktu yang dibaca / diukur

Sedangkan  $N'$  adalah jumlah pengamatan/pengukuran yang seharusnya dilaksanakan untuk memberi kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% dari data waktu yang diukur. Apabila selanjutnya dikehendaki tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 10% maka rumus tersebut akan berubah menjadi :

$$N' = \left( \frac{20\sqrt{N} \sum X^2 - (\sum X)^2}{\sum X} \right)^2$$

(Sritomo Wignjosoebroto 2003 *Ergonomi studi gerak dan waktu*, p184). Untuk menghitung kecukupan data ini dapat juga memakai rumus sebagai berikut:

$$N' = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N} \sum X^2 - (\sum X)^2}{\sum X} \right)^2$$

Dimana :

$k$  = Tingkat keyakinan

$k = 99\% = 3, k = 95\% = 2, k = 90\% = 1.65$

$s$  = derajat ketelitian

$N$  = Jumlah data pengamatan

$N'$  = Jumlah data teoritis

Jika  $N' < N$ , data dianggap cukup, jika  $N' > N$  data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data. (*Pengantar Teknik Industri, Hari Purnomo 2003 p28*).

#### 2.1.6.2. Pengujian Keseragaman Data.

Pengujian keseragaman data dilakukan untuk mengetahui homogenitas data. Peta kontrol adalah suatu alat yang tepat dalam mengetes keseragaman data yang diperoleh dari pengamatan. Data yang berada diluar batas kontrol harus dihilangkan dan tidak perlu disertakan dalam perhitungan..

Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut :

- a. Harga rata-rata sub grup (  $\bar{X}$ -bar )

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

dimana :

$X_i$  : Harga rata-rata dari sub grup ke-1

n : Harga banyaknya sub grup yang terbentuk

- b. Deviasi standar dari distribusi rata-rata subgroup

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

dimana :

n : Jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan

x : waktu penyelesaian yang teramat selama pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan.

- c. Deviasi standar rata-rata dari distribusi rata-rata sub grup

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

d. Menentukan keseragaman data

$$UCL = \bar{X} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{X} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

Dimana :

$UCL = Upper Control Limit$  (Batas kendali atas)

$LCL = Lower Control Limit$  (Batas kendali bawah)

### 2.1.7. Menghitung Waktu Baku

Untuk menghitung waktu baku diperlukan data waktu siklus yang diperoleh dari pengamatan. Selain itu diperlukan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran untuk operator.

#### 2.1.7.1. Faktor Penyesuaian

Yang dimaksud dengan melakukan penyesuaian adalah setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat saja terjadi misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah dikejar oleh waktu atau karena kesulitan-kesulitan seperti karena kondisi ruangan yang buruk, sebab-sebab ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjang waktu penyelesaiannya, hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang dicari adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar.

Andai kata ada ketidakwajaran, maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jika pengukur mendapat harga rata-rata siklus/element yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata itu menjadi wajar, pengukur harus menormalkan dengan melakukan penyesuaian.

Ada beberapa cara yang telah dikembangkan untuk menentukan faktor penyesuaian adalah :

1. Cara prosentase

Nilai faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur, nilai penyesuaian ini ditentukan melalui pengamatannya selama melakukan pengukuran. Jadi cara ini dilakukan secara subjektif oleh pengukur.

2. Cara *Shumard*.

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

Tabel 2.1. Penyesuaian Metode Shumard

(Sumber: Sutalaksana, 1979, p140)

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		

3. Cara *Westinghouse*

Cara Westinghouse mengarah pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidak wajaran dalam bekerja, yaitu : Kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan konsistensi (*consistency*).

*Westing House* membuat suatu *table performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut. Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan jalan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah ke empat *rating factor* yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator. *Table performance rating* tersebut dapat dilihat di table 2.2 pada lampiran 1.

### 2.1.7.2. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

*Allowance* adalah waktu yang ditambahkan pada waktu normal untuk mendapatkan waktu standard (*standard time*) yang realistik, dapat diterapkan dan dapat dicapai. Di dalam praktik banyak terjadi penentuan waktu baku dilakukan hanya dengan menjalankan beberapa kali pengukuran dan menghitung rata-ratanya. Tidak ada manager maupun supervisor yang mengharapkan karyawannya bekerja setiap menit dalam setiap jam. Berapakah waktu yang diharapkan dari seorang karyawan? Ini adalah pertanyaan yang disampaikan oleh Frederick W. Taylor lebih dari seabad yang lalu. Uraian di bawah ini mencoba untuk menjawab pertanyaan Taylor tersebut.

*Allowance* dibagi dalam 3 kelompok kategori yaitu :

1. *Personal Allowance* (kebutuhan-kebutuhan yang bersifat pribadi)
2. *Fatigue Allowance* (kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan)
3. *Unavoidable Delay* (hambatan-hambatan yang tak terduga)

#### 2.1.7.2.1. Kelonggaran Waktu Untuk Kebutuhan Personal (*Personal Allowance*).

Personal *allowance* adalah waktu yang diperbolehkan untuk karyawan melakukan hal-hal yang sifatnya personal, seperti :

- a. Berbicara dengan rekan kerja yang mengenai hal yang tidak ada kaitannya dengan pekerjaan;
- b. Ke kamar mandi;
- c. Minum;
- d. Hal-hal lain yang sifatnya personal dan terkendali yang dapat dijadikan alasan untuk tidak bekerja. (*Fred E. Meyers & James R. Stewart, 2002*)

Setiap pekerja membutuhkan *personal allowance* dan manajer atau pun supervisor tidak akan keberatan atau pun iri mengenai hal ini. Waktu yang tepat untuk ini didefinisikan sebesar 5% dari waktu kerja per hari (8 jam), atau sebesar 24 menit per hari. Jumlah *personal allowance* dapat ditetapkan dengan jalan melaksanakan aktivitas *time study* sehari kerja penuh atau dengan metoda sampling kerja.

Meskipun jumlah *personal allowance* yang diperlukan ini akan bervariasi tergantung pada individu pekerjanya dibandingkan dengan jenis pekerjaan yang dilaksanakan, akan tetapi kenyataannya untuk pekerjaan-pekerjaan yang berat dan kondisi kerja yang tidak enak (terutama untuk temperature tinggi) akan menyebabkan kebutuhan waktu untuk personil ini lebih besar lagi, *allowance* untuk hal ini lebih besar dari 5%.

#### **2.1.7.2.2. Kelonggaran Waktu Untuk Melepas Lelah (*Fatigue Allowance*).**

*Fatigue* merupakan waktu yang dibutuhkan bagi pekerja untuk memulihkan dari “kebuntuan” maupun kelelahan kerja. Perusahaan memberikannya dalam bentuk istirahat kerja yang biasa disebut dengan istilah “*Coffe Break*”. Besarnya interval yang diberikan untuk “*break*” setiap perusahaan memang berbeda-beda, namun tujuannya sama yaitu untuk memulihkan kembali fisik maupun mental pekerja dari kelelahan.

Dewasa ini, sebagian besar pekerja barangkali hanya mengalami sedikit kelelahan fisik. Akan tetapi, kelelahan mental juga patut untuk dipertimbangkan. Perlu diketahui bahwa istirahat makan siang tidak diperhitungkan sebagai *fatigue* elemen. Ingatlah bahwa *allowance* adalah untuk waktu yang diharapkan pada karyawan untuk bekerja, tetapi mereka tidak bisa “*perform*”.

Kelelahan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya adalah kerja yang membutuhkan pikiran banyak (lelah mental) dan kerja fisik. Masalah yang dihadapi untuk menetapkan jumlah waktu yang diizinkan untuk istirahat melepas lelah ini sangat sulit dan kompleks sekali. Di sini waktu yang dibutuhkan untuk keperluan istirahat akan sangat tergantung pada individu yang bersangkutan, interval waktu dari siklus kerja dimana pekerja akan memikul beban kerja secara penuh, kondisi lingkungan fisik pekerjaan, dan faktor-faktor lainnya.

Periode istirahat untuk melepas lelah di luar istirahat makan siang dimana semua pekerja dalam suatu departemen tidak diizinkan untuk bekerja akan bisa menjawab permasalahan yang ada. Lama waktu periode istirahat dan frekwensi pengadaannya akan tergantung pada jenis pekerjaan yang ada tentunya.

Nilai yang normal untuk *basic allowance* adalah 5% dari jumlah jam kerja sehari (8 jam) atau setara dengan 24 menit. Biasanya dikenal dengan istilah dua kali 12 menit “break”, pertama di pertengahan pagi (pukul 9.30) dan kedua di pertengahan siang hari(pukul 14.00).

Perlu diperhatikan bahwa pekerjaan berat jelas akan dapat melelahkan pekerja lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan yang ringan atau pekerjaan *non* fisik. Waktu istirahat yang lebih banyak tidak hanya dibutuhkan dan dibenarkan, namun juga akan meningkatkan produktifitas. Dengan mengistirahatkan pekerja akan memberikan kesempatan bagi pekerja untuk memulihkan lelah yang selanjutnya akan membuat mereka untuk bekerja lebih produktif dibandingkan dengan pekerjaan yang dilakukan tanpa istirahat atau *allowance*. “Break” atau istirahat akan lebih berarti bagi karyawan, sekalipun dengan menggantinya dengan bayaran lebih.

Dari penjelasan di atas, dapat ditarik dua kesimpulan penting, yaitu :

1. 5% adalah nilai minimum dari *fatigue allowance*;
2. Setiap kenaikan tenaga sebesar 10 pon dari 10 pon dasar akan menaikkan *fatigue allowance* sebesar 5%. pengertian tenaga dalam kasus yang dibahas di sini adalah besarnya berat yang harus diangkat.

#### **2.1.7.2.3 Kelonggaran Waktu Karena Keterlambatan-keterlambatan (Delay Allowance)**

*Delay allowance* dikatakan sebagai *allowance* yang tidak dapat dihindari mengingat ini di luar kendali pekerja. Sesuatu terjadi sehingga membuat pekerja tidak dapat bekerja. Penyebab *delay allowance* ini perlu untuk diketahui dan dihitung biayanya sehingga ke depannya dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan biaya. Beberapa contoh dari *delay allowance* adalah :

1. Menunggu instruksi atau penugasan;
2. Menunggu datangnya material atau peralatan untuk mengolah material;
3. Terjadi kerusakan mesin atau adanya aktifitas perawatan yang tidak terjadwal;
4. Memberikan instruksi kepada pekerja yang lain (memberikan training untuk pekerja baru);
5. Menghadiri “rapat”, apabila diizinkan;
6. Menunggu proses “*set up*”. Operator harus didorong untuk dapat melakukann “*set up*” terhadap mesin yang mereka operasikan. “*Set up*” dinyatakan sempurna oleh “*Quality Control*” ;
7. Kecelakaan atau memberikan pertolongan pertama pada kecelakaan;
8. Pekerjaan *repair “defect”* yang tidak disebabkan kesalahan operator;
9. “*work*” yang tidak standard karena adanya kesalahan mesin;

10. Pengasahan ‘tool’;
11. Pekerjaan baru yang waktunya belum distandardkan.

Performa operator yang berkaitan dengan *delay allowance* tidak dapat disalahkan mengingat hal ini diluar kendali mereka. *Delay* yang disebabkan oleh operator secara sadar disebut “*Personal Delay*”.

Tersedia tiga metode yang digunakan untuk menghitung dan mengontrol *delay allowance* ini :

1. Menambahkan *delay allowance* ke standar;
2. Melakukan “*time-study*” , kemudian menambahkannya ke waktu standar;
3. Memperhitungkan waktu tersebut sebagai biaya tidak langsung.

Tujuan dari “*Time-study*” adalah untuk menghilangkan *delay allowance*. *Time-Study* merupakan metode terbaik untuk mempelajari *delay* untuk kemudian dimasukkan dalam waktu standard. Akan tetapi, kadang *delay* sangat kompleks sehingga dengan menganggapnya sebagai *allowance* dengan menegosiasikannya dengan operator akan lebih menghemat uang dan waktu bagi perusahaan daripada melakukan *time-study*. Sebagai contoh, untuk menjawab pertanyaan, “Berapa lama waktu yang dibutuhkan operator untuk membersihkan mesin?” Operator tentu saja akan menjawab, “Tergantung”. Pertanyaan-pertanyaan untuk menganalisa hal ini adalah :

Berapa waktu terlama untuk melakukan “*cleaning*”?

Berapa waktu terpendek untuk melakukan “*cleaning*”?

Apakah anda setuju bahwa waktu rata-rata untuk melakukan “*cleaning*” adalah 15 menit?

Seandainya operator setuju bahwa 15 menit adalah waktu rata-rata untuk melakukan bersih-bersih, maka besarnya *delay allowance* karena aktifitas bersih-bersih adalah :

$$\left( \frac{15 \text{ min cleanup}}{480 \text{ min/shift}} \times 100\% \right) = 3\%$$

3% *delay allowance* ini akan ditambahkan ke 5% *personal allowance* dan 5% *fatigue allowance* sehingga total *allowance* adalah 13%.

Secara umum, *delay* yang tidak diinginkan dapat dieliminasi atau diantisipasi. Waktu standard dalam bentuk data standard dapat dibuat dan ditambahkan ke *time study* untuk mengkompensasi *delay* yang dilakukan operator. *Delay* yang tidak dihindari merupakan elemen asing dan membutuhkan pembahasan tersendiri. Beberapa *delay* yang tidak dapat dihindari dan di luar kendali operator seperti, rapat, kerusakan mesin, dan perbaikan membutuhkan waktu operator untuk menanganinya. Supervisor harus memperhitungkan waktu yang hilang tersebut, dan apabila waktu tersebut lebih dari 6 menit, angka ini akan menjadi sangat signifikan secara statistik. Dalam hal ini, *delay* tersebut terjadi karena ketidak mampuan manajemen untuk mengantisipasinya dan operator tidak dapat disalahkan. Akan tetapi, pengawasan harus lebih banyak diberikan, begitu juga dengan peringatan.

Satu peringatan terakhir untuk *delay allowance*: Jangan mengurangi apa pun dari waktu standard sesuatu yang tidak dapat dihilangkan. Banyak perusahaan telah menghilangkan *delay allowance*, namun mereka membolehkan operator mereka untuk melakukan sesuatu yang tidak diperhitungkan oleh waktu standard.

*Personal, fatigue, dan delay allowance* digabungkan, dan total *allowance* tersebut kemudian ditambahkan ke waktu normal untuk mendapatkan:

$$\text{Waktu normal} + \text{allowance} = \text{waktu standard}$$

#### 2.1.7.3. Penentuan Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang didapat dari hasil pengamatan dengan menggunakan jam henti sebelum disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Rumus untuk menghitung waktu siklus adalah :

$$W_s = \frac{\sum X_i^2}{N}$$

Dimana :

$W_s$  = Waktu siklus

$\sum X_i^2$  = Jumlah waktu penyelesaian yang diamati

N = Jumlah pengamatan

#### 2.1.7.4. Penentuan Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang diperlukan untuk seorang operator yang terlatih dan memiliki keterampilan rata untuk melaksanakan suatu aktivitas di bawah kondisi dan tempo kerja normal.

Waktu normal di sini tidak termasuk waktu longgar yang diperlukan untuk melepas lelah (*fatigue*), *personal need* ataupun *delay* yang diperlukan bilamana kegiatan kerja tersebut harus dilaksanakan dalam waktu sehari penuh (8 jam / hari). waktu normal dihitung dengan menggunakan rumus (*Sutalaksana; 1979*)

$$W_n = W_s \times (1 + IP)$$

Diamana:

$W_n$  = Waktu normal

$W_s$  = Waktu siklus

IP = Faktor penyesuaian.

#### 2.1.7.5. Penentuan Waktu Baku

Setelah waktu normal diketahui maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu baku dengan menggunakan rumus (Sutalaksana; 1979):

$$WB = (W_{siklus} \times RF) \times \frac{100}{100 - All}$$

Dimana :

WB = Waktu Baku

RF = Performance Rating / Rating Faktor

All = Kelonggaran (Allowance)

## 2.2. Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Dalam lingkungan *repetitive manufacturing*, suatu *assembly line* dapat didefinisikan sebagai sekelompok orang dan/atau mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk. Perencanaan dari kapasitas *assembly line* sering mencakup penentuan struktur dari lini produksi (*production line*), misalnya banyaknya orang dan/atau mesin beserta tugas-tugas yang diberikan kepada masing-masing sumber daya itu. Masalah penentuan jumlah orang dan/atau mesin beserta tugas-tugas yang diberikan kepada masing-masing sumber daya itu. Dikenal sebagai : *line balancing*.

Pendekatan sistem manufakturing yang dikenal sebagai *Just-In-Time* sejalan dengan konsep *line balancing*. Salah satu bagian dari filosofi JIT adalah lini produksi harus berproduksi pada tingkat yang sesuai dengan permintaan pasar, sehingga meminimumkan inventori dari produk akhir. Untuk mempertahankan

tingkat produksi yang sesuai dengan tingkat permintaan pasar, *line balancing* dilakukan sesuai dengan tingkat penjualan aktual pada periode waktu terakhir. *Line balancing* dapat mencakup penambahan atau pengurangan kapasitas.

Terdapat sejumlah langkah pemecahan masalah *line balancing*, yaitu:

1. Mengidentifikasi tugas-tugas individual atau aktivitas yang dilakukan.
2. menentukan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap tugas itu.
3. menetapkan *precedence constrain*, 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 itu.
6. 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 diijinkan).
7. Memberikan tugas-tugas kepada pekerja dan/atau mesin.
8. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (*work stations*) yang dibutuhkan untuk memproduksi output yang diinginkan.
9. mencari terobosan-terobosan untuk perbaikan proses terus-menerus (*continuous process improvement*).

*Line balancing* biasanya dilakukan untuk meminimumkan ketidakseimbangan di antara mesin-mesin atau personel agar memenuhi output yang dinginkan dari *assembly line* itu. Untuk dapat menyelesaikan masalah *line balancing*, manajemen industri harus mengetahui tentang metoda kerja, peralatan-peralatan, mesin-mesin, dan personel yang digunakan dalam proses kerja. Juga diperlukan informasi tentang waktu yang dibutuhkan untuk setiap *assembly line* dan *precedence relationship* di antara aktivitas-aktivitas yang merupakan susunan dan urutan dari berbagai tugas yang perlu dilakukan.

### 2.2.1. Menentukan Waktu Siklus

Selanjutnya manajemen 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 (*work station*). *Cycle time* dapat dihitung sebagai berikut:

$$Cycle\ time = \frac{\text{Waktu produksi yang tersedia per hari}}{\text{Tingkat produksi harian}}$$

### 2.2.2. Menentukan Banyaknya Stasiun Kerja

Selanjutnya dapat ditentukan minimum stasiun kerja yang dibutuhkan, menggunakan formula berikut: (*Vincent Gaspersz 2002, p218*).

$$\text{Minimum banyaknya} \quad \frac{\text{Waktu total dari seluruh tugas}}{\text{Stasiun kerja}} = \frac{\text{Waktu total dari seluruh tugas}}{Cycle\ time}$$

### 2.2.3. Menghitung efisiensi

Berdasarkan solusi masalah *line balancing* di atas, kita dapat menentukan tingkat efisiensi dari *line balance* menggunakan formula berikut:

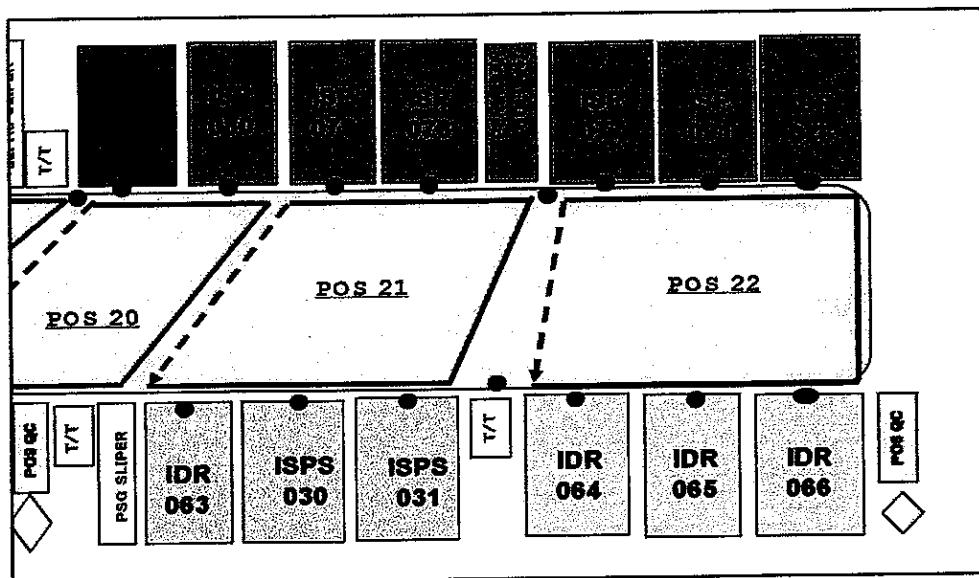
$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Waktu total penyelesaian produk}}{(\text{Banyak stasiun kerja}) \times (cycle\ time\ yang\ ditetapkan)} \times 100\%$$

### 2.2.4. Tata Ruang putaran-U

PT. TMMIN menerapkan sistem *Just-In-Time* (*JIT*) sangat memperhatikan fleksibilitas dalam tata letak (*layout flexibility*) agar perubahan dalam model produk dan tingkat produksi dapat dilakukan

dengan mudah dan cepat. Untuk memperoleh fleksibilitas dalam tata letak, manajemen telah melatih bagi pekerja mereka untuk menciptakan pekerja multifungsi (*multi-fungsional workers*), memelihara mesin dan peralatan agar berada dalam kondisi puncak melalui program *Total Productive Maintenance* (TPM), menempatkan stasiun kerja dalam jarak yang berdekatan dan saling bekerja sama, membentuk tim-tim kerjasama antarfungsional guna memecahkan berbagai masalah yang timbul, memproduksi dalam lot kecil, dan lain-lain.

PT. TMMIN menggunakan lini produksi berbentuk huruf U, sehingga tata letak menjadi kompak (padat) dan saling berdekatan. Hal ini akan memudahkan pekerja untuk saling berinteraksi dan memudahkan rotasi pekerjaan.



Gambar 2.2. Contoh lini produksi bentuk U

Hakikat bentuk putaran -U ialah bahwa pintu masuk dan keluar lini berada pada posisi yang sama. Keuntungan terbesar dan terpenting dari tata ruang ini adalah fleksibilitasnya untuk menambah atau mengurangi jumlah pekerja yang diperlukan bila harus menyesuaikan terhadap perubahan jumlah produksi, ini dapat dicapai dengan menambah atau mengurangi

jumlah pekerja pada daerah sebelah dalam dari tempat kerja berbentuk-U (gambar 2.2).

Produksi tepat waktu sistem tarik juga dapat dicapai dalam tiap proses. Unit bahan dapat masuk melalui pintu masuk proses itu bila satu unit keluaran melalui pintu keluar. Karena operasi semacam itu dilakukan oleh operator yang sama, jumlah produk dalam proses dalam lini ini dapat selalu tetap. Pada saat yang sama, dengan mempertahankan jumlah stok pada tiap mesin, operasi yang tak seimbang diantara pada operator akan terlihat, sehingga perbaikan dalam proses dapat dilakukan. (*Yasuhiro Monden 2000, p201*).

### **2.3. Peta Kerja (Process Chart)**

Peta kerja atau sering disebut Peta Proses Operasi (Operation Process Chart) merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai tahap akhir, memalui peta proses ini kita mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metoda kerja ini antara lain bisa dilihat seperti:

- Benda kerja, berupa gambar kerja, jumlah, spesifikasi material, dimensi ukuran pekerjaan, dll.
- Macam proses yang dilakukan, jenis & spesifikasi mesin, peralatan produksi, tooling, dll.
- Waktu operasi (waktu standard) untuk setiap proses atau elemen kerja disamping total waktu penyelesaiannya.
- Kapasitas mesin ataupun kapasitas kerja lainnya yang dipergunakan. .  
(*Sritomo Wignjosoebroto 2003 Ergonomi studi gerak dan waktu , p123*).

Lewat peta kerja ini pula kita dapat melihat semua langkah (urutan prosedur kerja ) yang dialami oleh suatu benda kerja- material input atau bilangan berupa masukan yang lain – dari saat mulai masuk ke lokasi kegiatan kemudian menggambarkan semua langkah-langkah aktivitas yang dialaminya guna memproses masukan tersebut seperti: transportasi, operasi kerja, inspeksi,

menunggu (*delay*) dan menyimpan; sampai akhirnya menjadi produk akhir (*finished goods product*) yang merupakan keluaran yang diinginkan.

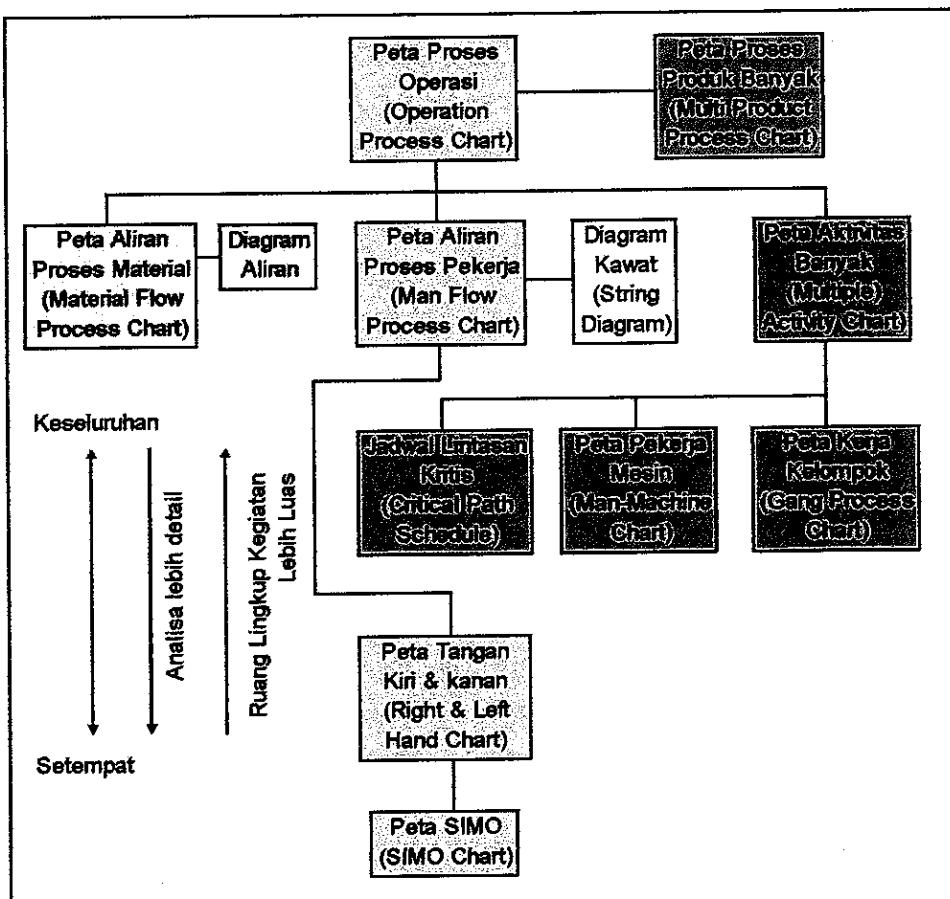
Apabila kita melakukan studi seksama terhadap suatu peta kerja/proses, maka pekerjaan kita untuk memperbaiki metode kerja akan mudah dilaksanakan. Perbaikan yang mungkin dilakukan antara lain:

- Menghilangkan aktivitas *handling* yang tidak efisien
- Mengurangi jarak perpindahan operasi kerja dari suatu elemen kerja ke elemen yang lain.
- Mengurangi waktu-waktu yang tidak produktif seperti halnya dengan waktu menunggu (*delay*).
- Mengatur operasi kerja menurut langkah-langkah kerja yang lebih efektif dan efisien.
- Menggabungkan suatu operasi kerja dengan operasi kerja yang lain bilamana mungkin.
- Menemukan operasi kerja yang lebih efektif dengan maksud mempermudah pelaksanaan.
- Menunjukkan aktivitas-aktivitas inspeksi yang berlebihan.

Pada dasarnya semua perbaikan tersebut diatas ditunjukkan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Dengan demikian peta kerja akan merupakan alat yang baik untuk dipakai menganalisa suatu operasi kerja dengan tujuan mempermudah atau menyederhanakan proses kerja yang ada. Disamping itu juga merupakan alat yang penting guna menetapkan urutan proses yang seharusnya dilaksanakan dan menetapkan lokasi, mesin, serta personil yang diperlukan untuk masing-masing langkah pengerjaan tersebut. Penggambaran peta kerja atau peta proses ini bisa diaplikasikan untuk manusia (operator) atau bahan baku (material). . (*Sritomo Wignjosoebroto 2003 Ergonomi studi gerak dan waktu , p124*).

*Man-process chart* dalam hal ini akan menggambarkan urutan-urutan elemen kerja dimana seorang pekerja akan melaksanakan pekerjaan tersebut; sedangkan *Material Process Chart* akan menggambarkan urutan secara detail

mengenai proses kerja yang berlangsung terhadap material tersebut dari awal sampai menjadi produk jadi.



Gambar 2.3 Macam-macam Peta Kerja dan ruang Lingkup Analisanya

Selain peta kerja dapat digambarkan menurut aliran kerja manusia yang bisa juga dikaitkan dalam interaksi kerjanya dengan mesin/fasilitas kerja lainnya dalam sebuah sistem manusia mesin – dan aliran material; maka peta kerja juga dapat digambarkan secara berbeda menurut derajat detail ataupun ruang lingkup yang ingin dijelaskan. Dalam hal ini kita bisa menggambarkan peta kerja dengan klasifikasi :

- Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kerja secara keseluruhan.

- Peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kerja setempat.

Suatu kegiatan disebut sebagai kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat/mengerjakan produk yang bersangkutan. Sedangkan suatu kegiatan kerja disebut kegiatan kerja setempat apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja.

### **2.3.1. Simbol-simbol Standard Yang Dipakai Untuk Pembuatan Peta Kerja**

Seperti telah diuraikan diatas, peta kerja/proses secara umum bisa didefinisikan sebagai gambar grafis yang menjelaskan setiap proses manufakturing ataupun proses lainnya yang terjadi di dalam pelaksanaan suatu operasi kerja. Di sini tahapan proses harus dianalisa secara sistematis dan logis berdasarkan langkah-langkah proses yang seharusnya hampir semua langkah atau kejadian dalam suatu proses kerja akan terdiri dari elemen-elemen kerja seperti operasi, transportasi, inspeksi, menunggu atau menyimpan (*storage*). Untuk maksud tersebut di atas perlu digunakan berbagai macam simbol untuk menggambarkan masing-masing aktivitas. Simbol-simbol aktivitas yang dalam hal ini telah dilakukan oleh ASME (*American Society of Mechanical Engineer*). Selanjutnya masing-masing simbol tersebut dapat dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

#### **OPERASI**

Simbol Operasi



Kegiatan operasi apabila suatu proyek (material) akan mengalami perubahan sifat (baik fisik maupun kimiawi) dalam suatu proses transformasi. Kegiatan merakit atau mengurai-rakit juga dipertimbangkan sebagai suatu operasi kerja. Menerima informasi maupun memberikan informasi, membuat suatu rencana (*planning*) atau melaksanakan kegiatan kalkulasi pada suatu keadaan juga

diklasifikasikan sebagai suatu operasi kerja. Kegiatan-kegiatan kerja di sini juga dilakukan manusia (operator) mesin, atau kedua-duanya.

### **TRANSFORTASI**

Simbol Transfortasi



Kegiatan transfortasi terjadi bila fasilitas kerja lainnya – yang dianalisa bergerak berpindah tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi kerja. Suatu pergerakan yang merupakan bagian dari suatu operasi atau disebabkan oleh pekerja pada tempat kerja sewaktu operasi atau pemeriksaan berlangsung bukanlah merupakan kegiatan transfortasi,

### **INSPEKSI**

Simbol Inspeksi



Kegiatan inspeksi atau pemeriksaan terjadi apabila suatu objek diperiksa (baik pemeriksaan pada segi kualitas maupun kuantitas) apakah sudah sesuai dengan karakteristik performans yang distandardkan. Pemeriksaan ini bisa termasuk kegiatan mengukur besaran dengan memaki peralatan ukur atau sekedar membandingkan secara visual dengan objek lain yang sudah diklasifikasikan standard. Dalam kegiatan beberapa kasus tertentu kegiatan ini bisa dilaksanakan bersama dengan kegiatan kerja lainnya seperti operasi atau transfortasi.

### **MENUNGGU (DELAY)**

Simbol Menunggu



Proses menunggu terjadi apabila material, benda kerja, operator atau fasilitas kerja dalam kondisi berhenti dan tidak terjadi kegiatan apapun selain menunggu.

Kegiatan ini biasanya berlangsung sementara, dimana objek terpaksa menunggu atau ditinggalkan sementara sampai suatu saat dikerjakan/diperlukan kembali.

### **MENYIMPAN (STORAGE)**

Simbol Menunggu



Proses penyimpanan terjadi apabila objek disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Jika objek itu akan kembali diambil, biasanya akan memerlukan prosedur perijinan yang khusus. Simbol ini digunakan untuk menyatakan bahwa suatu objek mengalami proses penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa ijin tertentu. Prosedur perijinan dan lamanya waktu adalah dua hal yang membedakan antara kegiatan menyimpan (*storage*) dan menunggu (*delay*).

### **AKTIVITAS GANDA**

Simbol Menunggu



Seringkali dijumpai kondisi-kondisi dimana dua elemen kerja harus dilaksanakan secara bersamaan. Sebagai contoh di sini adalah kegiatan operasi yang harus dilaksanakan bersamaan dengan kegiatan pemeriksaan pada stasiun kerja yang sama pula. Untuk ini penggambaran simbol yang digunakan adalah dengan meletakkan simbol kerja yang satu di atas simbol kerja yang lainnya. (*Sritomo Wignjosoebroto 2003 Ergonomi studi gerak dan waktu , p124*).

#### **2.3.2. Peta Proses Operasi (Operation Process Chart)**

Peta proses operasi seringkali disingkat dengan peta operasi atau (Operation Chart) adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut elemen-elemen operasi secara detail. Di sini tahapan proses operasi kerja harus diuraikan secara logis dan sistematis. Dengan demikian

keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal (*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished goods product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individu maupun urutan-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan. Peta operasi kerja yang makan waktu beberapa menit per siklus kerja.

Seperti dijelaskan peta proses operasi ini akan memberikan daftar elemen-elemen operasi suatu pekerjaan secara berurutan. Suatu elemen, kadang-kadang disebut pula dengan langkah (*step*) atau detail pekerjaan atau operasi adalah subdivisi yang berlangsung singkat yang membagi-bagi siklus kerja/operasi secara keseluruhan. Elemen-elemen ini harus mudah didefinisikan saat mulai dan berakhiran. Untuk pembuatan peta operasi ini maka simbol-simbol ASME yang dipakai adalah simbol operasi, inspeksi dan gabungan antara operasi dengan inspeksi.

Seperi telah diuraikan di atas maka dalam peta operasi kerja yang dicatat hanyalah kegiatan-kegiatan operasi dan pemeriksaan saja (atau gabungan keduanya). Kadang-kadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan.

Untuk bisa menggambarkan peta operasi ini dengan baik, ada beberapa aturan dasar yang perlu dipahami dan diikuti sebagai berikut :

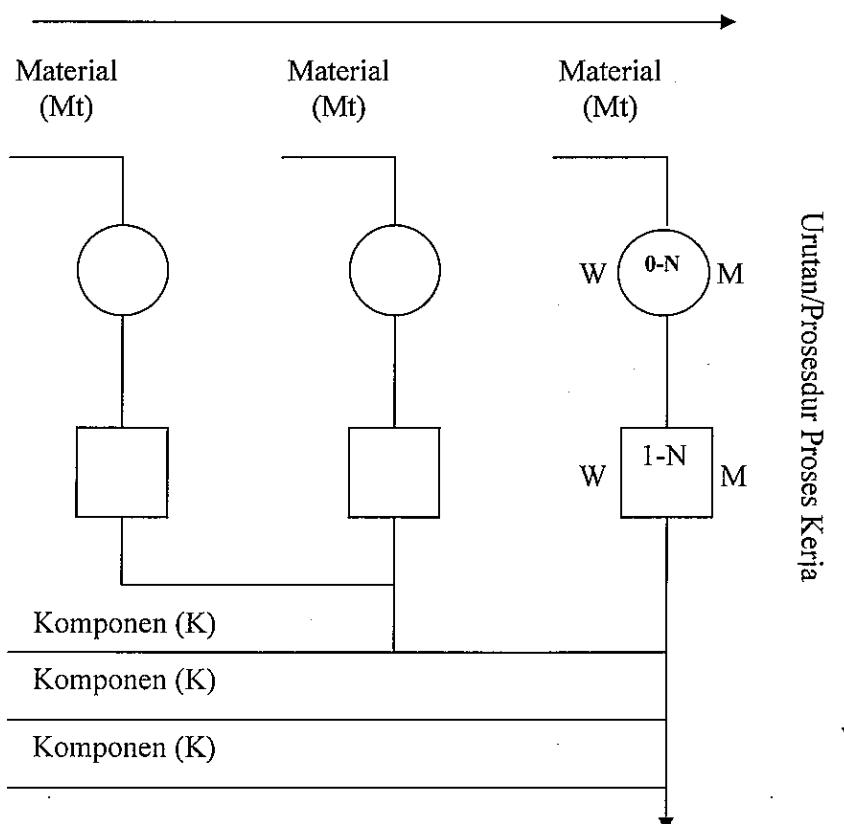
- Pertama kali tentukan dahulu apakah peta yang akan dibuat merupakan "*Material Process Chart*" ataukah "*Man-Process Chart*"
- Selanjutnya pada baris paling atas perlu ditulis "Peta Proses Operasi" (yang bisa pula disingkat peta operasi) dan seterusnya tulis semua identifikasi kerja lainnya seperti: nama objek, nomor gambar kerja dan lain-lain.
- Lambang atau simbol ASME ditempatkan dalam arah vertikal secara berurutan yang menunjukkan terjadinya perubahan proses untuk setiap simbolnya.
- Penomoran terhadap kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang diperlukan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses terjadi. Penomoran terhadap kegiatan

pemeriksaan diberikan tersendiri dan aturannya sama dengan aturan nomor pada proses operasi.

- Agar diperoleh gambar peta proses yang baik, maka produk yang paling banyak memerlukan proses operasi, harus dipetakan terlebih dahulu dan gambarkan pada garis vertikal paling kanan sendiri.

Secara skematis petunjuk-petunjuk tersebut di atas dapat dilihat pada gambar 2.4. setelah semua langkah-langkah proses kerja digambarkan dengan lengkap maka perlu dibuatkan ringkasan yang mencantumkan informasi-informasi total mengenai: banyaknya operasi dan pemeriksaan yang dilaksanakan serta jumlah waktu (menit atau jam) yang dibutuhkan untuk masing-masing proses tersebut.

Material/Komponen yang dikerjakan & dirakit



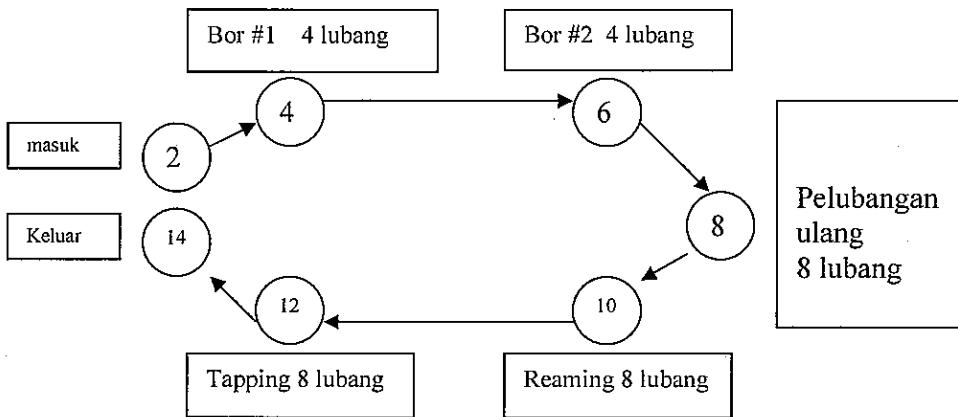
Gambar 2.4 Langkah-langkah skematis Pembuatan Peta Proses Operasi

Untuk sebuah perusahaan manufakturing dengan kegiatan produksi yang sangat kompleks, peta proses operasi biasanya dilakukan dengan menggunakan Peta Beban Stasiun Kerja.

### 2.3.3. Peta Beban Stasiun Kerja (Work Cell Load Chart)

Sebuah stasiun kerja terdiri dari sekumpulan peralatan yang dibutuhkan untuk membuat sebuah komponen yang rumit. Peralatan-peralatan tersebut dibuat melingkari seorang operator atau lebih. Dalam sebuah stasiun kerja atau biasa disebut dengan istilah "*work cell*" menunjukkan pergerakan operator, mesin, sekaligus waktu yang diperlukan operator berjalan untuk menghasilkan sebuah produk di stasiun tersebut dalam satu siklus waktu dengan menggunakan beberapa mesin. Dari sini terlihat efektifitas kerja yang dilakukan operator dan mesin serta waktu standard total. Dengan demikian mudah untuk melakukan perbaikan terhadap performa mesin atau operator apabila diperlukan.

Saat produksi dimulai, operator dalam sebuah stasiun kerja memasukan benda kerja ke sebuah mesin. Sambil menunggu mesin tersebut menyelesaikan proses secara otomatis, operator memasukan benda kerja yang sebelumnya baru saja diselesaikan oleh mesin tersebut ke mesin berikutnya. Begitu seterusnya hal ini dilakukan hingga semua mesin yang ada di stasiun tersebut berjalan, dan operator bekerja mengelilingi semua mesin yang ada di stasiun kerja tersebut. Dengan adanya sistem yang kontinu dalam sebuah stasiun kerja, waktu siklus yang diperlukan dalam membuat sebuah produk bisa diminimalkan mengingat sistem ini sangat meminimalkan waktu tunggu antar proses, serta ruang simpan benda kerja antar mesin. Hal ini tentu saja akan menghemat biaya produksi perusahaan. Contoh sebuah stasiun kerja ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Contoh sebuah stasiun kerja proses produksi  
*(Fred E. Meyers 2003 Motion and Time Study , p85).*

Dari sebuah stasiun kerja kemudian dibuat peta beban kerja stasiun kerja. Bagan ini memvisualisasikan waktu operator, waktu mesin, serta waktu berjalan untuk menghasilkan satu jenis barang dengan waktu siklus tertentu dengan menggunakan beberapa mesin. Dari peta ini juga terlihat waktu siklus total, serta performa dari operator dan mesin. Adakalanya peta stasiun kerja juga dibuat secara terpadu antara stasiun kerja dan petanya. Di Toyota, peta ini biasa disebut dengan istilah Tabel standard Kerja Kombinasi sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 2.6. Dari gambar tersebut diharapkan akan mudah dianalisa proses-proses yang dianggap tidak efektif dan efisien sehingga perlu untuk diperbaiki.

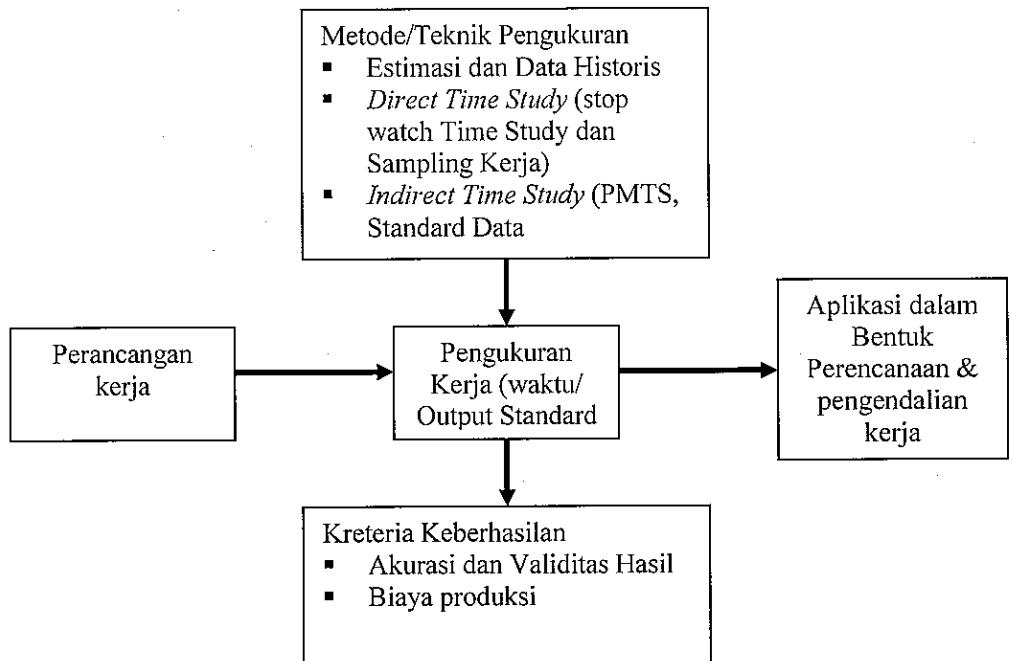
Part Number 1678		Part Name crank		Date 5/13/XX	Engineer Justin M.
Operation Number	Operation Description	Time in 0.00 Minutes			
		Manual	Machine	Walk	
2	Cut new slot	34	0	45	
4	Drill #1	49	455	25	
6	Drill #2	55	470	35	
8	Counterbore	75	289	35	
10	Resin	111	115	35	
12	Tap	175	300	25	
14	Inspect & aside	55	0	25	
<b>TOTAL</b>		0.574	1,629	225	
Total cycle time = 0.8 minutes + 10% allowance = 0.88 minutes					
Pieces per hour = 68					
Hours per piece = 0.01467					
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)
					(6)

Gambar 2.6. Contoh Peta Beban Stasiun Kerja . (Fred E. Meyers 2003 Motion and Time Study , p86).

## 2.4. Kerangka Pemikiran.

Produktifitas merupakan ukuran bagus tidaknya kinerja sebuah perusahaan. Oleh karena itu diperlukan sebuah studi untuk senantiasa melakukan proses perbaikan terhadap sistem produksi yang diberlakukan dalam sebuah perusahaan dalam rangka peningkatan produktifitas kerja. Upaya peningkatan produktivitas kerja difokuskan melalui perekayasaan tata cara kerja. Analisa dan penelitian kerja adalah suatu aktivitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik mendapatkan rancangan sistem dan tata kerja yang paling efektif dan efisien. Untuk mendapatkan merancang tata cara kerja yang efektif dan efisien sudah barang tentu perlu dilakukan pengukuran kerja sehingga didapat waktu standard atau output standard.

Pengukuran produktifitas kerja dengan menggunakan waktu standard merupakan metode termudah yang sering dilakukan di beberapa perusahaan manufacturing. Dengan membandingkan waktu aktual dan waktu standard yang ada, produktifitas suatu proses produksi akan dapat dihitung dengan mudah. Hasil pengukuran kerja berupa waktu standar yang akan mempengaruhi bentuk perencanaan dan pengendalian kerja, disamping itu akan didapat kriteria untuk pengukuran keberhasilan baik untuk ketepatan kerja maupun penghitungan biaya produksi yang berhubungan langsung dengan biaya tenaga kerja. Meskipun mudah, perancangan waktu standard memerlukan studi tersendiri dan perhatian khusus karena salah-salah bisa berakibat pada perhitungan yang tidak sesuai dengan kondisi yang ada. Gambar 2.7 dibawah ini menunjukkan sebuah sistem dalam pembentukan waktu standard serta faktor-faktor yang dipengaruhinya.



Gambar 2.7. Kerangka pemikiran waktu standard

Dari gambar di atas terlihat bahwa waktu standard merupakan hasil pembelajaran dari kondisi actual yang ada dilapangan dengan mengombinasikannya dengan teknik-teknik pembelajaran yang berhubungan dengan waktu (*time study*) baik langsung maupun tidak langsung. Waktu standard ini selanjutnya akan berpengaruh pada kriteria keberhasilan perusahaan, perencanaan kerja yang akan datang. Dengan demikian proses penentuan standard kerja merupakan sebuah siklus yang berjalan terus-menerus karena selalu membutuhkan proses perbaikan (*continuous improvement*) sesuai dengan kondisi terakhir yang mempengaruhi perusahaan.