



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Perancangan Produk

Kualitas hidup manusia yang terus meningkat dan mencapai tingkatan yang sangat tinggi pada saat ini diantara lain yang dapat dilihat pada saat ini adalah dari segi kesejahteraan materi dan kesehatan fisik masyarakat, dampak positif ini diakibatkan adanya pembuatan dan pemanfaatan berbagai jenis produk barang dan jasa yang bermacam-macam dan menjadi bagian penting bagi kehidupan manusia, oleh para ahli teknik.

Peranan para ahli teknik dalam meningkatkan kesejahteraan manusia melalui kegiatan merancang, menciptakan dan membuat produk dan jasa, yang berguna bagi manusia karena dapat membantu meringankan beban dalam beraktifitas dan membuat lebih nyaman. Dan produk yang dirancang haruslah memenuhi persyaratan modern seperti ramah lingkungan, hemas energi, biaya dan lain lain.

Desain produk yang baik, ditentukan oleh beberapa aspek yaitu kualitas produk, biaya rendah, waktu pengembangan, biaya pengembangan, dan kemampuan pengembang. Selanjutnya beberapa aspek produk diatas dikembangkan menjadi suatu persyaratan dalam desain, yaitu desain harus dapat dirakit, didaur ulang, diproduksi, diperiksa hasilnya, bebas korosi, biaya rendah, serta waktu yang tepat. Untuk itu dalam mendesain suatu produk, harus memperhatikan secara detail tentang fungsi-fungsi dari produk yang di desain(Widodo,2003).

#### 2.2. Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerja itu secara efektif, aman, dan nyaman. Istilah“ergonomi“ berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi

tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan desain perancangan (Wignjosoebroto,2006).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun ataupun rancang ulang. Hal ini meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), *platform*, kursi pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*control*), alat peraga (*display*), jalan/lorong (*access ways*), pintu (*door*), jendela (*windows*) dan sebagainya. Berkaitan dengan perancangan stasiun kerja dalam industri, ada beberapa aspek pendekatan ergonomis yang harus dipertimbangkan, antara lain:

### 1. Sikap dan posisi kerja

Pertimbangan ergonomis yang berkaitan dengan sikap atau posisi kerja, baik duduk ataupun berdiri merupakan suatu hal yang sangat penting. Adanya sikap atau posisi kerja yang tidak mengenakan dan berlangsung dalam waktu yang lama, akan mengakibatkan pekerja cepat mengalami kelelahan serta membuat banyak kesalahan. Terdapat sejumlah pertimbangan ergonomis antara lain:

- a) Mengurangi keharusan operator untuk bekerja dengan sikap dan posisi membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering, atau jangka waktu yang lama.
- b) Pengaturan posisi kerja dilakukan dalam jarak jangkauan normal. Operator harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh sikap dan posisi kerja yang lebih mengenyakkannya.
- c) Operator tidak seharusnya duduk atau berdiri dalam waktu yang lamadengan kepala, leher, dada atau kaki dalam posisi miring.
- d) Operator tidak seharusnya bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada diatas level siku yang normal.

### 2. Anthropometri dan Dimensi Ruang Kerja

Anthropometri pada dasarnya menyangkut ukuran fisik atau fungsi dari tubuh manusia termasuk di sini linier, berat, volume, ruang gerak, dan

lain-lain untuk perencanaan stasiun kerja data anthropometri akan bermanfaat baik di dalam memilih fasilitas-fasilitas kerja sesuai dimensinya dengan ukuran tubuh operator. Dimensi ruang kerja akan dipengaruhi oleh dua hal pokok yaitu situasi fisik dan situasi kerja yang ada.

### 3. Kondisi Lingkungan Kerja

Faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja, terdiri dari faktor yang berasal dari dalam diri manusia (*intern*) dan faktor dari luar diri manusia (*ekstern*). Salah satu faktor yang berasal dari luar adalah kondisi lingkungan yang meliputi semua keadaan yang terdapat di sekitar tempat kerja seperti temperatur, kelembaban udara, getaran mekanis, warna, bau-bauan dan lain-lain. Adanya lingkungan kerja yang bising, panas, bergetar atau atmosfer yang tercemar akan memberikan dampak yang negatif terhadap kinerja operator

### 4. Efisiensi Ekonomi Gerakan dan Pengaturan Fasilitas Kerja

Perancangan sistem kerja haruslah memperhatikan prosedur-prosedur untuk membuat gerakan kerja yang memenuhi prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Gerakan kerja yang memenuhi prinsip ekonomi gerakan dapat memperbaiki efisiensi kerja dan mengurangi kelelahan kerja. Adapun ketentuan pokok yang berkaitan dengan prinsip ekonomi gerakan, yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan stasiun kerja:

- a) Tempat-tempat tertentu yang tidak sering dipindahkan harus disediakan untuk semua alat dan bahan, sehingga dapat menimbulkan kebiasaan tetap atau gerakan rutin.
- b) Meletakkan bahan dan peralatan pada jarak yang dapat dengan mudah dijangkau oleh pekerja, sehingga mengurangi usaha mencari-cari.
- c) Tata letak bahan dan peralatan kerja diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan urutan-urutan gerakan kerja yang terbaik.
- d) Tinggi tempat kerja seperti mesin, meja kerja dan lain-lain harus sesuai dengan ukuran tubuh manusia, sehingga pekerja dapat melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan nyaman.



- e) Kondisi ruangan kerja seperti penerangan, temperatur, ventilasi udara dan yang lainnya, yang berkaitan dengan persyaratan ergonomis harus diperhatikan. Sehingga diperoleh kondisi kerja yang nyaman.

Ada 5 masalah pokok dalam ergonomi sehubungan dengan keterbatasan manusia, yaitu

### 1. *Anthropometric*

*Anthropometric* berhubungan dengan pengukuran dimensi-dimensi linier tubuh manusia. Permasalahan yang sering ditemui adalah ketidaksesuaian dimensi tubuh manusia dengan rancangan produk dan area kerja. Solusinya adalah merancang suatu area kerja dan produk tersebut dengan penyesuaian terhadap informasi yang diperoleh dari data antropometri.

### 2. *Cognitive*

Permasalahan *cognitive* yang timbul berhubungan dengan terjadinya kekurangan atau berlebihnya informasi yang dibutuhkan selama pemrosesannya.

### 3. *Musculoskeletal*

Sistem *musculoskeletal* terdiri dari otot, tulang dan jaringan penghubung. Timbulnya ketegangan pada otot atau rasa sakit pada tulang adalah akibat dari aktivitas fisik manusia. Hal ini membuat sistem kerja harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia atau mengadakan alat bantu untuk mempermudah pekerjaan.

### 4. *Cardiovascular*

Permasalahan *cardiovascular* terletak pada sistem peredaran darah, yaitu jantung. Dalam menjalankan aktivitas fisik, otot memerlukan oksigen yang lebih banyak, maka jantung memompakan darah ke otot untuk memenuhi kebutuhan oksigen tersebut.

### 5. *Psychomotor*

*Psychomotor* berkaitan dengan fungsi sensorik manusia (panca indera). Fungsi sensorik ini dipengaruhi oleh rangsangan eksternal seperti informasi berupa bunyi-bunyian atau cahaya.

Dengan adanya kelima masalah pokok tersebut, maka sistem kerja harus dirancang untuk menghasilkan kenyamanan yang maksimum bagi manusia.

### 2.3. Anthropometri

Istilah anthropometri berasal dari kata *anthro* yang berarti “manusia” dan *metri* yang berarti “ukuran”. Anthropometri adalah studi tentang dimensi tubuh manusia. Anthropometri merupakan suatu ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu ataupun kelompok dan lain sebagainya. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan produk maupun sistem kerjayang akan memerlukan interaksi manusia. Data-data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal perancangan areal kerja, perancangan peralatan kerja, perancangan produk-produk konsumtif, perancangan lingkungan kerja fisik. Data anthropometri dibedakan menjadi dua kategori, yaitu:

1. Dimensi struktural (statis), mencakup pengukuran dimensi tubuh pada posisi tetap dan standar.
2. Dimensi fungsional (dinamis), mencakup pengukuran dimensi tubuh pada berbagai posisi atau sikap.

#### 2.3.1. Data Anthopometri dan Cara Pengukurannya

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Semakin banyak jumlah manusia yang di ukur dimensi tubuhnya maka akan semakin kelihatan betapa besar variansinya antara satu tubuh dengan tubuh lainnya secara keseluruhan tubuh maupun per segmennya. Faktor-faktor yang membedakan dimensi tubuh antara satu populasi dengan populasi lainnya adalah

1. Umur

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Dari suatu penelitian yang dilskukan A.F. Roche dan G.H. Davila (1972) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang nsik



sampai dengan usia 21.2 tahun, sedangkan wanita 17.3 tahun; meskipun ada sekitar 23.5 tahun (laki-laki) dan 21.1 tahun (wanita). Setelah itu, tidak lagi akan akasn terjadi pertumbuhan bahwa justru akan cenderung berubah penurunan ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.

2. Jenis kelamin

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa tubuh tertentu seperti pinggul,dsb.

3. Suku bangsa (*ethnic variability*)

Setiap suku, bangsa ataupun kelompok etnik akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan lainnya.

4. Posisi tubuh

Posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standard harus diterapksn untuk survei pengukuran

5. Cacat tubuh

Dimana data anthropometri di sini akan diperlukan untuk merancang produk bagi orang-orang cacat (kursi roda, kaki/tangan palsu,dll).

6. Pakaian

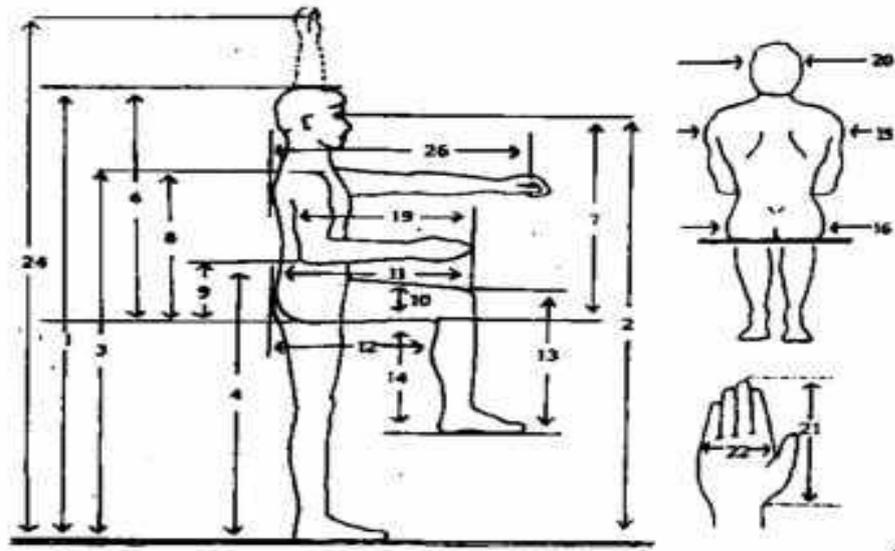
Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif yang lebih besar.

7. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) dan analisis perancangan kerja (APK)

### 2.3.2. Dimensi Antropometri

Data anthropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Beberapa dimensi statis dari tubuh manusia dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Antropometri Tubuh Manusia yang Diukur Dimensinya

(Sumber data : Wignjosoebroto, dalam *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, 2006)

Keterangan:

1. Tinggi tubuh dalam posisi tegak ( dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan)
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk /pantat sampai dengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha

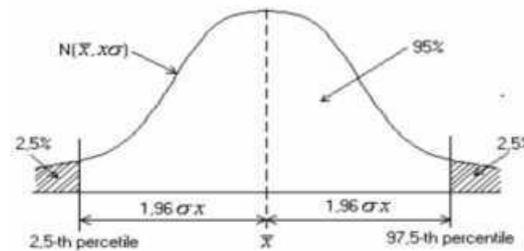


11. Panjang paha diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri maupun duduk.
14. Tinggi duduk dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar)
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar)
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapaktangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya nomor 24. Tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)
26. Jarak jangkauan tangan yang dijulur kedepan diukur dari bahu sampai ujungjari tangan.

### 2.3.3. Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Anthropometri

Masalah adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi apabila kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat“mampu suai” dengan suatu rentang ukuran tertentu. Dalam penetapan data anthropometri, pemakaian distribusi normal dapat diterapkan. Pada statistik,distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (*mean*) dan simpangan standarnya (*standar deviation*, ( $\sigma x$ )) dari data yang ada. Nilai yang ada tersebut, maka persentil (suatu nilai yang menunjukkan persentase

tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) dapat ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bila ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada misalnya, maka diambil rentang persentil ke-2,5 dan 97,5 sebagai batas-batasnya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.3.



Gambar 2.3 Distribusi Normal yang Mengakomodasi 95% dari Populasi

(Sumber data : Wignjosoebroto, dalam Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, 2006)

Tabel 2.1 Persentil Untuk Data Berdistribusi

Persentil	Perhitungan
1 <sup>st</sup>	$X - 2,325 \cdot SD$
2,5 <sup>th</sup>	$X - 1,96 \cdot SD$
5 <sup>th</sup>	$X - 1,645 \cdot SD$
10 <sup>th</sup>	$X - 1,28 \cdot SD$
50 <sup>th</sup>	$X$
90 <sup>th</sup>	$X + 1,28 \cdot SD$
95 <sup>th</sup>	$X + 1,645 \cdot SD$
97,5 <sup>th</sup>	$X + 1,96 \cdot SD$
99 <sup>th</sup>	$X + 2,325 \cdot SD$

(Sumber data : Wignjosoebroto, dalam Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, 2006)

#### 2.3.4. Aplikasi Data Anthropometri dalam Perancangan Produk/Fasilitas Kerja

Data anthropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada suatu rancangan produk atau fasilitas kerja yang akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya dapat sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip yang harus diambil di dalam aplikasi data



anthropometri dapat dijelaskan, sebagai berikut (*Wignjosoebroto, dalam Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, 2006*)

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim, rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu:
  - a) Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
  - b) Tetap dapat digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada). Agar memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara, yaitu:
    - 1) Dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti persentil ke-90, ke-95 atau ke-99.
    - 2) Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10) dari distribusi data anthropometri yang ada. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja ditetapkan dengan nilai persentil ke-5 untuk dimensi maksimum dan persentil ke-95 untuk dimensi minimumnya.
2. Prinsip perancangan produk yang dapat dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu. Rancangan dapat dirubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil ke-5 sampai dengan ke-95.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata, rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam

ukuran rata-rata. Produk dirancang dan dibuat untuk manusia yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

## 2.4. Pengujian Data

Data-data yang didapat akan melewati beberapa uji agar layak untuk perhitungan selanjutnya. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain uji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data.

### 2.4.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang tersebut telah terdistribusi secara normal. Maksud data terdistribusi secara normal adalah bahwa data akan mengikuti bentuk distribusi normal, dimana data memusat pada nilai rata-rata dan median. Uji normalitas data dilakukan dengan *software* minitab 16. Dalam pengujian menggunakan uji *kolmogrov-smirnov*, adapun prosedur pengujian sebagai berikut :

1. Hipotesis :  $H_0 =$  Data berdistribusi normal  
 $H_1 =$  Data tidak berdistribusi normal
2. Statistik uji : Uji *kolmogrov-smirnov*
3.  $(\sigma) = 5\%$
4. Daerah kritis : Ditolak jika  $\text{sig} < (\sigma)$

### 2.4.2 Uji Keseragaman Data

Dalam melakukan pengukuran kerja, keadaan sistem selalu berubah. Perubahan ini adalah suatu yang wajar karena bagaimanapun sistem kerja tidak dapat dipertahankan tetap terus menerus pada keadaan tetap yang sama. Keadaan sistem yang selalu berubah dapat diterima jika perubahannya adalah yang memang sepatasnya terjadi. Akibatnya waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah namun juga mesti dalam waktu batas kewajaran. Sehingga data waktu hasil pengukuran harus diseragamkan. Analisa keseragaman data bisa dilaksanakan dengan dua cara yaitu sebagai berikut:



1. Visual

Analisa keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat. Analisa ini hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim. Data ekstrim adalah data yang terlalu besar dan terlalu kecil dan jauh menyimpang dari *trend* rata-ratanya. Data yang terlalu ekstrim ini sebaiknya dibuang dan tidak dimasukkan perhitungan selanjutnya.

2. Peta Kontrol (*control chart*)

Peta kontrol (*control chart*) adalah suatu alat yang tepat guna dalam menganalisa keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan. Peta kontrol dibatasi oleh dua batas yaitu batas kontrol atas (BKA) atau *upper control limit* (UCL) dan batas kontrol bawah (BKB) atau *lower control limit* (LCL). Batas-batas kontrol yang dibentuk dari data merupakan batas seragam tidaknya data. Data yang dikatakan seragam, yaitu berasal dari sistem sebab yang sama bila berada diantara dua batas kontrol dan tidak seragam yaitu berasal dari sistem sebab yang berbeda bila berada diluar batas kontrol. Tahap-tahap yang harus dilakukan dalam menganalisa keseragaman data dengan Peta Kontrol adalah sebagai berikut:

a) Rata-rata subgrup :

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{k} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$X_i$  = data waktu pada subgrup  $i$

$k$  = jumlah data waktu pada tiap subgrup

b) Rata-rata dari rata-rata subgrup ( $\bar{\bar{X}}$ ) :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$\bar{X}_i$  = rata-rata subgrup ke- $i$

$n$  = jumlah subgroup



c) Standar deviasi :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(Xn-X)^2}}{(N-1)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

X = Rata-rata dari rata-rata subgroup

N= Jumlah data waktu pengamatan

Xj = Waktu ke-j yang teramati selama pengamatan

d) Standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup ( $\sigma X$ ) :

$$\sigma X = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$\sigma$  = Standar deviasi

n = jumlah subgroup

e) Derajat ketelitian

$$S = \frac{SD}{X} 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

SD = Standar deviasi

X = rata – rata subgroup

f) Batas Kontrol Atas (BKA) :

$$BKA = X + \beta\sigma \dots\dots\dots (6)$$

g) Batas Kontrol Bawah (BKB) :

$$BKB = X - \beta\sigma \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

X = Rata-rata dari rata-rata subgroup

$\sigma$  = Standard deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup

$\beta$  = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69% - 95% harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96% - 100% harga k adalah 3

### 2.4.3. Uji Kecukupan Data

Analisis kecukupan data dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah data yang diambil sudah mencukupi dengan mengetahui besarnya nilai  $N'$ . Apabila  $N' < N$  maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi. Sedangkan jika  $N' > N$  maka data dianggap masih kurang sehingga diperlukan pengambilan data kembali.

Adapun tahapan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen. Sedangkan tingkat keyakinan atau kepercayaan menunjukkan besarnya keyakinan atau kepercayaan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat tadi. Ini pun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukuran membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5 % dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Atau dengan kata lain berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari sesuatu yang diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2. Pengujian kecukupan data dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N^1 = \left( \frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2, N > N^1 \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

$N'$  = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

$X$  = Data hasil pengukuran

$s$  = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dalam desimal)

$k$  = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga  $k$  adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga  $k$  adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga  $k$  adalah 3



Setelah mendapatkan nilai  $N'$  maka dapat diambil kesimpulan apabila  $N' < N$  maka data dianggap cukup dan tidak perlu dilakukan pengambilan data kembali, tetapi apabila  $N' > N$  maka data belum mencukupi dan perlu dilakukan pengambilan data lagi.

### 2.5. Perhitungan Waktu Baku

Waktu standar (waktu baku) adalah hasil dari studi waktu dimana operator cocok dengan pekerjaannya dan sangat terlatih dalam metode tertentu, serta operator tersebut mampu menampilkannya dengan waktu yang normal. Jika pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut memberikan waktu baku (Wignjosebroto, 2006). Untuk mencari waktu baku adalah dengan cara:

1. Hitung waktu siklus rata-rata :

$$W_s = \sum X_{ij} / N \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

$X_{ij}$  = Waktu Pengamatan

$N$  = Jumlah pengamatan

2. Perhitungan waktu normal :

$$W_n = W_s \times p \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

$W_s$  = Waktu siklus rata-rata

$p$  = Faktor Penyesuaian

3. Waktu standar ( waktu baku):

$$WS = W_n \frac{100\%}{(100\% - \alpha)} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

$W_n$  = Waktu normal

$\alpha$  = kelonggaran

4. Output standar :

$$OS = \frac{1}{Wb} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

$W_b$  = Waktu standar (waktu baku)

## 2.6. Faktor Kelonggaran.

Kelonggaran atau *allowance* ini juga perlu diperhitungkan sebelum mendapatkan waktu baku. Pada saat bekerja seorang operator akan memperoleh beberapa gangguan. Kelonggaran dari beberapa gangguan ini dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu, kelonggaran pribadi, kelonggaran kelelahan, dan kelonggaran *delay*.

Kelonggaran pribadi merupakan waktu yang diperlukan operator untuk melakukan kebutuhan pribadinya. Kelonggaran ini bernilai sebesar 2 – 5 persen. Kelonggaran kelelahan dapat terjadi apabila operator melakukan kerja terus menerus tanpa ada istirahat, atau jam kerja yang terlampau lama, serta beban kerja yang cukup berat atau monoton sehingga menyebabkan operator cepat merasa lelah. Kelonggaran *delay* memiliki 2 macam bentuk, yang dapat dihindarkan dan yang tidak dapat dihindarkan. *Delay* yang tidak dapat dihindarkan disebabkan oleh kondisi yang tidak menentu dari mesin, operator, atau pengaruh dari lingkungan.

Huruf *p* adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan yang tidak wajar. Jika pekerja bekerja dengan wajar maka faktor penyesuaiannya sama dengan satu, artinya waktu siklus rata-rata sudah normal.

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat atau dihitung. Karenanya setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran ini perlu ditambahkan (Wignjosoebroto,2006).

## 2.7. Penyesuaian Waktu dengan Performance Rating Kerja

Secara umum kegiatan *performance rating* dapat diartikan sebagai aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi tempo kerja operator. Kegiatan *performance rating* ini barang kali merupakan satu hal yang paling sulit, tetapi

justru yang paling penting dalam aktivitas pengukuran kerja, yaitu untuk menormalkan kondisi kerja yang waktunya telah diukur.

Ada berbagai metode untuk menentukan performance rating, mulai dari metode Bedeux, *wastinghouse system*, dan lain-lain dalam percobaan ini metode yang diaplikasikan berdasarkan metode speed rating, yaitu menetapkan performance rating dengan memperhatikan kecepatan kerja yang ditunjukkan oleh operator yang diamati. Alasan pokok pemilihan metode Speed Rating adalah sederhana, cepat dan mudah dijelaskan. Metode ini merupakan metode yang paling cepat, sederhana untuk diaplikasikan dalam penentuan Performance Rater. Disini Rating didasarkan pada faktor tunggal. Yaitu menurut kecepatan atau tempo kerja operator.

Rating faktor pada umumnya dinyatakan dalam persen (%) oleh time study analyst yang sekaligus berfungsi sebagai seorang rater sendiri, sekaligus untuk itu diperlukan pengalaman yang cukup dalam menilai dan mengevaluasi performance kerja yang ditunjukkan oleh operator yang diamati. Dengan metode Speed Rating maka proses penerapan rating faktor akan dilaksanakan dengan cara membandingkan kemampuan yang diterapkan oleh kecepatan atau tempo kerja operator dengan konsep kemampuan normal yang dimiliki oleh time study analyst (rater). Salah satu cara untuk menentukan performance rating adalah *Westinghouse*. Cara ini mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi (Wignjosoebroto,2006).

## 2.8. Pengukuran Tingkat Kelelahan Kerja

Kelelahan bagi setiap orang memiliki arti tersendiri dan bersifat subyektif. Lelah adalah aneka keadaan yang disertai penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja. Kelelahan merupakan mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadilah pemulihan.

Berdasarkan objek kajiannya dikenal fisiologi manusia, fisiologi tumbuhan, dan fisiologi hewan, meskipun prinsip fisiologi bersifat universal, tidak bergantung pada jenis organisme yang dipelajari. Sebagai contoh, apa yang



dipelajari pada fisiologi sel khamir dapat pula diterapkan sebagian atau seluruhnya pada sel manusia.

Berdasarkan kedua definisi tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa fisiologi adalah cabang dari ilmu biologi yang mempelajari tentang fungsi normal dari suatu organisme mulai dari tingkat sel, jaringan, organ, sistem organ hingga tingkat organisme itu sendiri. Fungsi yang dipelajari adalah fungsi kerja yang meliputi fungsi mekanik, fisik, dan biokimia dari makhluk hidup.

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovasculair strain. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan Electro Cardio Graph (ECG). Peralatan tersebut jika tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai stopwatch dengan metode 10 denyut. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

- Denyut Nadi Istirahat(DNI)

$$DNI = \Sigma D \times 4 \dots\dots\dots(13)$$

Dimana : DNI = Denyut nadi istirahat

$\Sigma D$  = Jumlah denyut nadi istirahat selama 15 detik

- Denyut Nadi Kerja (DNK)

$$DNK = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu pengukuran}} \times 60 \dots\dots\dots(14)$$

Dimana : DNK = Denyut nadi kerja (denyut/menit)

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi. Konsumsi energi sendiri tidak cukup untuk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat untuk



menghitung indek beban kerja. Denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan (Sajiyo,2008).

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis. Berikut merupakan denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik :

1. Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut nadi kerja adalah rerata denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting dalam peningkatan cardiac output dari istirahat sampai kerja maksimum. Menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (tingkat kelelahan ) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$TK = \frac{(DNK-DNI)}{(DNM-DNI)} \times 100\% \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

- TK : Tingkat kelelahan
- DNK : Denyut nadi kerja
- DNI : Denyut nadi istirahat
- DNM : Denyut nadi maksimum = 220 – umur

Hasil perhitungan tingkat kelelahan tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi seperti jika:

- $X \leq 30 \%$  maka tidak terjadi kelelahan
- $30 < X \leq 60 \%$  maka kerja dalam waktu singkat
- $60 < X \leq 80 \%$  maka diperlukan perbaikan
- $80 < X \leq 100 \%$  maka diperlukan tindakan segera
- $X > 100 \%$  maka tidak diperbolehkan beraktifitas

## 2.9. Gangguan Muskuloskeletal

Menurut *Occupational Health and Safety Council of Ontario (OHSCO)* tahun 2013, Keluhan muskuloskeletal adalah serangkaian sakit pada tendon, otot, dan saraf. Aktifitas dengan tingkat pengulangan tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan sehingga dapat menimbulkan rasa nyeri dan rasa tidak nyaman pada otot. Keluhan muskuloskeletal dapat terjadi walaupun gaya yang dikeluarkan ringan dan postur kerja yang memuaskan. Keluhan muskuloskeletal atau gangguan otot rangka merupakan kerusakan pada otot, saraf, tendon, ligament, persendian, kartilago, dan discus intervertebralis. Kerusakan pada otot dapat berupa ketegangan otot, inflamasi, dan degenerasi. Sedangkan kerusakan pada tulang dapat berupa memar, mikro faktor, patah, atau terpelintir

*Muskuloskeletal disorder* adalah gangguan pada bagian otot skeletal yang disebabkan oleh karena otot menerima beban statis secara berulang dan terus menerus dalam jangka waktu yang lama dan akan menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon . Berdasarkan pada definisi yang telah diungkapkan dari beberapa sumber, dapat disimpulkan bahwa *muskuloskeletal disorders (MSDs)* adalah serangkaian gangguan yang dirasakan pada bagian otot, tendon, saraf, persendian yang menimbulkan rasa nyeri dan ketidaknyamanan akibat dari aktifitas yang berulang-ulang (repetitive) dalam jangka waktu yang lama (Wignjosoebroto2006).

### 2.9.1. Faktor Penyebab

Menurut Peter Vi (2014), faktor penyebab keluhan muskuloskeletal antara lain:

1. Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*), peregangan otot yang berlebihan pada umumnya dikeluhkan oleh pekerja dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan yang besar, seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, menahan beban yang berat. Perawat melakukan aktivitas yang dikategorikan membutuhkan tenaga yang besar, seperti mengangkat dan memindahkan pasien serta merapikan tempat tidur (*bed making*). Mengangkat dan memindahkan pasien dilakukan 5-20 pasien untuk setiap tugas bergilir yang khusus. Saat *bed making* membungkuk

dan mengharuskan untuk melakukan peregangan saat memasang sprai ke tempat tidur

2. Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus. Seperti mencangkul, membelah kayu, angkat-angkat dan sebagainya. Perawat memiliki aktivitas yang dilakukan berulang-ulang seperti mengangkat dan memindahkan pasien, melakukan *bed making* dan aktivitas kerja lainnya yang dilakukan setiap hari secara berulang-ulang dan dalam waktu yang relative lama.
3. Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk dan sebagainya. Perawat adalah tenaga medis yang 24 jam berada di dekat pasien, kebutuhan dasar pasien harus diperhatikan oleh seorang perawat. Tingginya aktivitas yang dilakukan perawat, sehingga perawat tidak memperhatikan posisi tubuh yang baik saat melakukan tindakan.

Selain itu terdapat factor penyebab sekunder dari keluhan muskuloskeletal yaitu:

- a) Tekanan : Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak secara berulang-ulang dapat menyebabkan nyeri yang menetap.
- b) Getaran : Getaran dengan frekuensi yang tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot.
- c) Mikroklimat : Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga pergerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak disertai dengan menurunnya kekuatan otot. Perbedaan besar suhu yang besar antara lingkungan dan suhu tubuh akan mengakibatkan sebagian energi yang ada di dalam tubuh akan digunakan untuk beradaptasi dengan suhu lingkungan. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan asupan energi yang cukup, suplai energi di otot akan menurun, terhambat proses metabolisme karbohidrat dan terjadinya penimbunan asam laktat yang dapat menyebabkan nyeri otot.

## 2.9.2. Kuisisioner Gangguan Otot Menggunakan Skala Likert

### a) Subyektif

Skala likert merupakan skala yang digunakan untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang atau kelompok mengenai sebuah peristiwa sosial., berdasarkan definisi operasional yang telah ditetapkan oleh peneliti. Skala ini merupakan suatu skala psikometrik yang biasa diaplikasikan dalam angket dan paling sering digunakan untuk riset yang berupa survei, termasuk penelitian survei deskriptif. Choizes(2017).

Berikut adalah skala likert untuk kuisisioner gangguan otot:

Tabel 2.2 Bobot penilaian Gangguan Otot

Pernyataan	skor
Sangat Terasa Terganggu	4
Terasa Terganggu	3
Agak Terasa Terganggu	2
Tidak Terasa Terganggu	1

### b) Obyektif

Analisa gangguan otot secara obyektif adalah dengan menentukan rata-rata dari simpangan gerak akhir. Untuk menentukan rata-rata tersebut menggunakan rumus :

- $= T X Pn \dots\dots\dots(16)$

- Dimana :

$T$  = Total jumlah responden yang memilih  
= Pilihan angka skor Likert

- Interpretasi skor perhitungan

Agar mendapatkan hasil interpretasi, terlebih dahulu harus diketahui skor terendah (Y) untuk item penilaian dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = \text{skor tertinggi likert} \times \text{jumlah responden}$$

$$X = \text{skor terendah likert} \times \text{jumlah responden}$$

Jumlah skor tertinggi untuk item ‘sangat sakit’ adalah  $4 \times 100 = 400$  sedangkan item ‘sangat tidak sakit’ adalah  $1 \times 100 = 100$ .

- Rumus interval

$$I = 100 / \text{jumlah skor (likert)} \dots\dots\dots(17)$$

- Rumus index % =  $\frac{\text{Total skor}}{Y} \times 100 \dots\dots\dots(18)$

Berikut kriteria interpretasi skornya berdasarkan interval :

- Angka 0% - 24,99 = Tidak terasa terganggu
- Angka 25% - 49,99 = Agak terasa terganggu
- Angka 50% - 74,49 = Terasa terganggu
- Angka 75% - 100% = Sangat terasa terganggu

## 2.10. Learning Curve

Kurva Belajar (learning curve) adalah didasarkan pada dasar pemikiran yang menyatakan bahwa organisasi dan orang-orang akan mengerjakan tugas mereka lebih baik ketika tugas-tugas tersebut di ulang. Dengan kata lain, diperlukan waktu yang lebih sedikit untuk menghasilkan setiap unit tambahan yang diproduksi perusahaan.

Dalam beberapa pabrik seringkali kita jumpai adanya operator yang tidak pernah memperoleh kesempatan untuk mengembangkan keahlian sampai tingkatan yang tinggi. Dalam kasus ini maka suatu learning allowance bisa diberikan secara tetap dan dimasukkan dalam penetapan standart waktunya. Selanjutnya agar bisa diperoleh beberapa pengukuran yang objektif dari learning allowance ini maka perlu dilakukan eksperimen yang menghasilkan sebuah kurva belajar (learning curve) untuk operasi-operasi tertentu. Model matematis dari kurva belajar bisa digambarkan dalam bentuk persamaan :

$$Tq = T_1 q^{-n} \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :

$Tq$  = waktu siklus seetelah sejumlah  $q$  siklus kerja dilakukan

$T_1$  Dan  $n$  = merupakan bilangan konstan yang ditetapkan secara empiris.

Persamaan tersebut diatas menunjukkan bahwa harga  $T_1$  bisa pula diamsusikan sebagai waktu sklus percobaan yang



pertama kali dilakukan dan disini dicari dalam bentuk konstan tertentu yang nilainya terbesar pada harga q yang rendah

### 2.10.1. Penerapan Kurva Belajar

Terdapat sebuah hubungan matematis yang memungkinkan untuk menyatakan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan sebuah unit tertentu. Hubungan ini merupakan sebuah fungsi berapa banyak unit yang sudah diproduksi sebelum unit dipertanyakan tersebut dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menghasilkannya. Walaupun prosedur ini menentukan berapa lama waktu yang digunakan untuk menghasilkan unit yang telah ditentukan, konsekuensi dari analisis ini lebih luas jangkauannya. Biaya menurun dan efisiensi meningkat bagi perusahaan individu dan industri. Karena itu, permasalahan besar pada penjadwalan akan terjadi jika operasi tidak disesuaikan dari implikasi dari kurva belajar yang ada. Sebagai contoh, jika peningkatan kurva belajar tidak dipertimbangkan ketika melakukan penjadwalan, hal ini dapat menghasilkan tenaga kerja dan fasilitas produksi menjadi kosong pada sebagian waktu. Lebih lanjut, perusahaan dapat menolak pekerjaan tambahan sebab mereka tidak mempertimbangkan peningkatan efisiensi mereka sendiri yang diakibatkan oleh adanya proses pembelajaran. Dari sisi rantai pasokan, yang menjadi perhatian adalah dalam menegosiasikan berapa seharusnya biaya pemasok untuk produksi lebih lanjut berdasarkan ukuran pesanan. Hal-hal tersebut merupakan sedikit pembahasan pada efek kurva belajar. Dengan prinsip ini, perhatikan tiga jalan pendekatan kurva belajar secara matematis: analisis aritmatika, analisis logaritma, dan koefisien kurva belajar. (Poerwanto.2015)

Fungsi eksponensial *learning curve* dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_n = (Y_1)n^R \dots\dots\dots(20)$$

dimana:

$Y_n$  = waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk ke-n

$Y_1$  = waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk pertama

$N$  = jumlah unit produk yang dibuat

$R$  = Rasio Logaritma dari waktu yang diperlukan untuk meningkatkan jumlah unit produksi dari waktu produksi standar dibagi dengan  $\log 2$  atau  $\log r / \log 2$

### 2.10.2. Keterbatasan Kurva Belajar

Sebelum menggunakan kurva belajar, perhatikan beberapa hal berikut sesuai dengan ukuran:

1. Karena kurva belajar berbeda pada setiap perusahaan, juga pada setiap industri, maka perkiraan untuk setiap organisasi harus dibuat, dan bukannya menerapkan kurva belajar perusahaan, industri lain.
2. Kurva belajar sering berdasarkan pada waktu diperlukan untuk memproduksi unit-unit awal karena itu waktu tersebut harus akurat. Setelah informasi tersedia, maka perlu dilakukan evaluasi ulang.
3. Segala perubahan pada karyawan, desain, atau prosedur dapat mengubah kurva belajar. Kurva bisa tetap pada suatu waktu yang pendek sekalipun akan jatuh pada jangka panjang.
4. Sementara para pekerja dan proses membaik, kurva belajar yang sama tidak selalu dapat diterapkan bagi tenaga kerja tidak langsung dan bahan mentah.
5. Budaya kerja, begitu juga ketersediaan sumber daya dan perubahan dalam proses, bisa mengubah kurva belajar.

## 2.11. Produktivitas

### 2.11.1 Pengertian Produktifitas

Secara umum Produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik (barang atau jasa) dengan masukannya yang sebenarnya. Atau produktifvitas dapat diartikan sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang aatau jasa, “Produktivitas mengutaratan cara pemanfaatan secara baik terhadap sumber- sumber dalam memproduksi barang”.



Menurut L. Greenberg produktivitas sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut.

a. Metode-Metode Pokok Pengukuran Produktivitas

Secara umum pengukuran produktivitas berarti perbandingan yang dapat dibedakan dalam tiga jenis yang sangat berbeda, yaitu :

1. Perbandingan-perbandingan antara pelaksanaan sekarang dengan pelaksanaan secara historis yang tidak menunjukkan apakah pelaksanaan sekarang ini memuaskan namun hanya mengetengahkan apakah meningkat atau berkurang serta tingkatannya.
2. Perbandingan pelaksanaan antara satu unit (tugas perorangan, seksi, proses) dengan lainnya. Pengukuran seperti itu menunjukkan pencapaian relatif
3. Perbandingan pelaksanaan sekarang dengan targetnya, dan inilah yang terbaik sebagai memusatkan perhatian pada sasaran atau tujuan

Paling sedikit ada 2 jenis tingkat perbandingan yang berbeda yaitu sebagai parsial dan produktivitas total.

$$\text{Produktivitas parsial} = \frac{\text{hasil parsial}}{\text{masukan total}} \dots\dots\dots(21)$$

$$\text{Produktivitas total} = \frac{\text{hasil total}}{\text{masukan total}} \dots\dots\dots(22)$$

$$\frac{\text{Produktifitas}}{\text{Tenaga Kerja}} = \frac{\text{Total Keluaran Yang Dihasilkan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja Yang Dipekerjakan}} \times 100\% \dots\dots\dots(23)$$

Untuk mengetahui tingkat produktifitas kerja dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{O}{I} 100 \% \quad \text{dimana } I = nt \dots\dots\dots(24)$$

Dimana :

- P = Produktivitas kerja
- O = Output produksi
- n = Jumlah tenaga kerja

$T$  = Waktu kerja efektif tiap hari

Dari formasi tersebut dapat diukur peningkatan produktifitas kerja, ada tiga kriteria produktivitas kerja yaitu produktivitas meningkat jika *output* naik tetapi *input* tetap, *output* tetap tetapi *input* turun, *output* naik tetapi *input* turun. Sebaik-baiknya produktivitas adalah *output* naik tetapi *input* turun (Sajiyo,2008).

### 2.11.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Pentingnya usaha meningkatkan produktivitas bagi perusahaan sudah menjadi hal yang mendasar. Untuk itu perlu sekali mengetahui dan memahami faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhinya. Karena tanpa mengetahui dan memahami faktor-faktor tersebut akan mempersulit perusahaan dalam membuat suatu perencanaan strategis yang nantinya akan digunakan untuk perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas dan efisiensi perusahaan.

Menurut balai pengembangan produktivitas kerja daerah ada enam faktor yang menentukan produktivitas tenaga kerja

1. Sikap kerja

Seperti kesediaan untuk bekerja secara bergiliran (Shift work), dapat menerima tambahan tugas dan bekerja sama dalam satu tim.

2. Tingkat keterampilan yang ditentukan oleh pendidikan, latihan dalam manajemen supervisor serta ketrampilan dalam teknik industri.

3. Hubungan antara tenaga kerja dan pimpinan organisasi yang tercerminkan dalam usaha beresama antara pimpinan organisasi dan tenaga kerja untuk meningkatkan produktivitas melalui lingkaran pengawasan mutu (*Quality control circles*) dan panitia mengenai kerja unggul.

4. Manajemen produktivitas yaitu: manajemen yang efisien mengenai sumber dan sistem kerja untuk mencapai peningkatan produktivitas.

5. Efisiensi tenaga kerja, seperti perencanaan tenaga kerja dan tambahan tugas.

6. Kewirausahaan yang tercermin dalam pengambilan resiko, kreatifitas dalam berusaha dan berada dalam jalur yang benar dalam berusaha.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas karyawan yaitu:

1. Pendidikan dan pelatihan
2. Gizi dan kesehatan
3. Motivasi
4. Kesempatan kerja
5. Kesempatan berprestasi
6. Kebijakanaksanaan pemerintahan
7. Teknologi
8. Ketrampilan karyawan itu sendiri
9. Lingkungan dan iklim kerjajaan
10. Sikap dan etika kerja
11. Disiplin

Turun naiknya tingkat produktivitas karyawan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Lingkungan kerja
2. Proses seleksi
3. Kepemimpinan
4. Kompensasi
5. Disiplin kerja

### **2.11.2. Cara-cara Meningkatkan Produktivitas**

Terdapat lima cara untuk meningkatkan produktivitas karyawan yaitu sebagai berikut :

1. Menerapkan program reduksi biaya

Reduksi biaya berarti dalam menghasilkan output dengan kuantitas yang sama kita menggunakan input dalam jumlah yang lebih sedikit jadi peningkatan produktivitas melalui program reduksi biaya berarti output yang tetap dibagi dengan input yang lebih sedikit.

2. Mengelola pertumbuhan

Peningkatan produktivitas dengan cara mengelola pertumbuhan berarti kita meningkatkan output dalam kualitas yang besar melalui peningkatan penggunaan input dalam kuantitas yang lebih kecil.

Artinya output meningkatkan lebih banyak, sedangkan input meningkatkan lebih sedikit.

3. Bekerja lebih tangkas

Bekerja lebih tangkas akan dapat meningkatkan produktivitas. Jadi produktivitas meningkat tetapi jumlah input tetap sehingga akan diperoleh biaya produksi per unit yang rendah.

4. Mengurangi aktivitas

Melalui pengurangan sedikit output dan mengurangi banyak input yang tidak perlu akan dapat meningkatkan produktivitas.

5. Bekerja lebih efektif

Peningkatan produktivitas melalui jurus ini adalah dengan cara meningkatkan output, tapi tidak mengurangi penggunaan input.

Produktivitas kerja yang tinggi atau cenderung meningkat sangat penting bagi perusahaan, karena dengan meningkatkannya produktivitas kerja karyawan.

## 2.12. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho, Adi pada tahun 2008 dengan judul “*Perancangan ulang alat pengupas kacang tanah untuk meminimalkan waktu pengupasan*”. Obyek penelitian ini adalah pada proses pengupasan kacang tanah. Dimana pada penelitian ini melakukan perancangan ulang alat dengan menerapkan data antropometri untuk meningkatkan output standar..

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdi, Fernand pada tahun 2013 dengan judul “*Rancang Bangun Alat Pengupas Nanas yang Ergonomis*”. Obyek penelitian ini adalah melakukan perancangan alat pengupas nanas yang ergonomis dan sesuai dengan keinginan pengguna.

Penelitian yang dilakukan sekarang adalah melakukan desain alat pengupas di UKM Sumber Rejeki, kelurahan Sumbermanjingkulon, kecamatan Pagak, kabupaten Malang. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh suatu posisi kerja yang Efektif, Aman, Nyaman, Sehat dan Efisien (ENASE) dilihat dari perbandingan denyut jantung dan waktu proses sesudah perancangan. Kajian penelitian terdahulu merupakan sebagai perbandingan dalam melakukan penelitian selanjutnya. Hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti / Tahun	Judul	Rumusan Masalah	Metode	Hasil
1	-Nugroho, Adi / 2008	Perancangan ulang alat pengupas kacang tanah untuk meminimalkan waktu pengupasan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah ada perbedaan waktu pengupasan kacang tanah sebelum dan sesudah perancangan?</li><li>2. Apakah dengan alat pengupas kacang tanah setelah perancangan dapat mengurangi rasa tidak nyaman pada badan terutama lengan tangan, punggung dan pinggang?</li><li>3. Apakah alat pengupas kacang hasil perancangan mampu menghasilkan tingkat efisiensi waktu yang lebih tinggi</li></ol>	.Anthropometri evaluasi beban kerja, analisis konsumsi energi	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Beberapa keluhan yang terjadi pada pekerja menjadi berkurang.</li><li>2. Terjadi peningkatan hasil output standar menjadi 263%</li></ol>
2	Fernand, Ferdi/ 2013	Rancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bagaimana merancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis</li></ol>	Anthropometri	Penurunan keluhan gangguan otot 77,78%. Peningkatan produktifitas 62,5%