

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Ergonomi**

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu ERGON (KERJA) dan NOMOS (HUKUM ALAM) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain atau perancangan (Nurmianto, 2008).

Menurut Sतालaksana (1979), ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-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 pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman .

Nurmianto (2005) menyatakan bahwa, ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/ perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, dirumah, dan tempat rekreasi.

#### **2.2. Aspek Ergonomi**

Ada beberapa aspek dalam penenerapan ergonomi yang perlu diperhatikan, antara lain:

##### **1. Faktor Manusia**

Penataan dalam sistem kerja menuntut faktor manusia sebagai pelaku/pengguna menjadi titik sentralnya. Pada bidang rancang bangun dikenal istilah Human Centered Design (HCD) atau perancangan berpusat pada manusia. Perancangan dengan prinsip HCD, berdasarkan pada karakter-karakter manusia yang akan berinteraksi dengan produknya. Sebagai titik sentral maka unsur keterbatasan manusia haruslah menjadi patokan dalam penataan suatu produk yang ergonomis.

Ada beberapa faktor pembatas yang tidak boleh dilampaui agar dapat bekerja dengan aman, nyaman dan sehat. Yaitu: faktor dari dalam (*internal factors*) dan faktor dari luar (*eksternal factor*). Tergolong dalam faktor dari dalam (*internal faktor*) ini adalah yang berasal dari dalam diri manusia seperti: umur, jenis kelamin, kekuatan otot, bentuk dan ukuran tubuh. Sedangkan faktor dari luar (*eksternal faktor*) yang dapat mempengaruhi kerja atau berasal dari luar manusia, seperti: penyakit, gizi, lingkungan kerja, sosial ekonomi dan adat istiadat.

## 2. Faktor Anthropometri

Anthropometri yaitu pengukuran yang sistematis terhadap tubuh manusia, terutama seluk beluk baik dimensional ukuran dan bentuk tubuh manusia. Anthropometri yang merupakan ukuran tubuh digunakan untuk merancang atau menciptakan suatu sarana kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh penggunanya. Ukuran alat kerja menentukan sikap, gerak dan posisi tenaga kerja, dengan demikian penerapan anthropometri mutlak diperlukan guna menjamin adanya sistem kerja yang baik.

Ukuran alat-alat kerja erat kaitannya dengan tubuh penggunaannya. Jika alat-alat tersebut tidak sesuai, maka tenaga kerja akan merasa tidak nyaman dan akan lebih lamban dalam bekerja yang dapat menimbulkan kelelahan kerja atau gejala penyakit otot yang lain akibat melakukan pekerjaan dengan cara yang tidak alamiah.

## 3. Faktor Sikap Tubuh dalam Bekerja

Hubungan tenaga kerja dalam sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja, selain SOP (*Standart Operating Procedures*) yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan. Semua sikap tubuh yang tidak alamiah dalam bekerja, misalnya sikap menjangkau barang yang melebihi jangkauan tangannya harus dihindarkan. Pengguna kursi kerja ukuran baku oleh orang yang memiliki ukuran tubuh yang lebih tinggi atau sikap duduk yang terlalu tinggi sedikit banyak akan berpengaruh terhadap hasil kerjanya.

### 2.3 Prinsip Ergonomi

Ergonomi memiliki beberapa prinsip-prinsip yang digunakan sebagai pegangan dalam pembuatan alat-alat kerja atau fasilitas kerja, prinsip-prinsip ergonomi sebagai berikut:

1. Sikap tubuh dalam pekerjaan sangat dipengaruhi oleh bentuk, susunan, ukuran dan penempatan alat-alat petunjuk, cara harus melayani mesin.
2. Ukuran-ukuran anthropometri terpenting sebagai dasar ukuran-ukuran dan penempatan alat-alat industri:
3. Pekerjaan duduk ukurannya:
4. Tinggi duduk
5. Panjang lengan atas
6. Panjang lengan bawah dan tangan
7. Jarak lekuk lutut dan garis punggung
8. Tempat duduk yang baik memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
9. Tinggi dataran duduk yang dapat diukur dengan papan kaki yang sesuai dengan tinggi lutut sedangkan paha dalam keadaan datar.

10. Papan tolak punggung yang tingginya data diukur dan menekan pada punggung.
11. Beban tambahan akibat lingkungan sebaiknya ditekan menjadi sekecil-kecilnya

## 2.4 Konsep Anthropometri

Istilah anthropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Anthropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh (Wignjosoebroto, 2000). Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia.

Secara definisi anthropometri dapat dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia, antara lain meliputi bentuk, ukuran (tinggi, lebar, tebal), dan berat. Anthropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Data anthropometri yang berhasil diperoleh diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

1. Perancangan areal kerja
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakian, kursi, komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

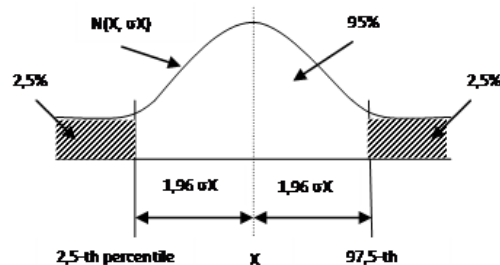
Oleh karena itu perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan dengan nyaman dan aman.

Menurut Nurmiyanto (1998), anthropometri adalah sekumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data anthropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan standart deviasi dari suatu distribusi normal.

### 2.4.1 Aplikasi Distribusi Normal dan Pengukuran Data Anthropometri

Data antropometri jelas diperlukan supaya rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Permasalahan yang akan timbul adalah ukuran-ukuran siapakah yang nantinya akan dipilih sebagai acuan untuk mewakili populasi yang ada. Mengingat ukuran individu yang berbeda-beda satu dengan populasi yang menjadi target sasaran produk tersebut. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya problem adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah

diatasi bilamana kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu sesuai” (*adjustable*) dengan suatu rentang ukuran tertentu seperti terlihat pada Gambar 2.1 berikut ini.

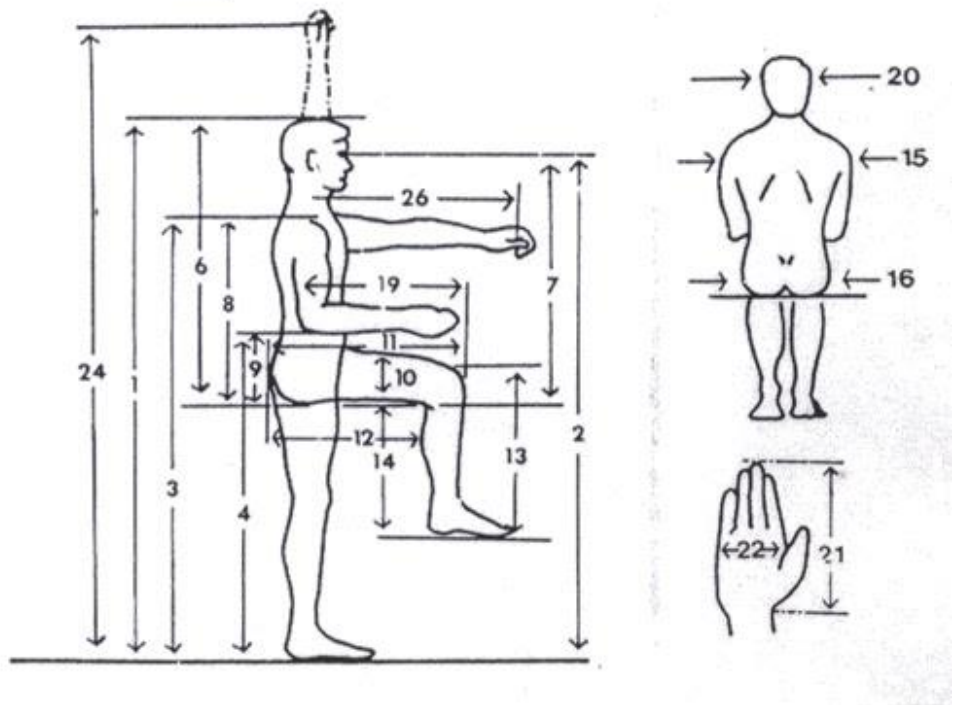


Gambar 2.1 Distribusi normal dengan data antropometri 95-th percentile

Penetapan data antropometri ini, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (mean,  $\bar{X}$ ) dan simpangan standarnya (*standar deviation*,  $\sigma X$ ) dari data yang ada. Dari nilai yang ada maka “percentiles” dapat ditetapkan sesuai dengan tabel probabilitas distribusi normal. Dengan *percentile*, maka yang dimaksud disini adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh 95-th *percentile* akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut; sedangkan 5-th *percentile* akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri ukuran 95-th akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan 5-th *percentile* sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Pemakaian nilai-nilai *percentile* yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri dapat dijelaskan dalam tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Jenis Persentil Dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal

Percentile	Perhitungan
1-st	$\bar{X} - 2.325 \delta x$
2.5-th	$\bar{X} - 1.96 \delta x$
5-th	$\bar{X} - 1.645 \delta x$
10-th	$\bar{X} - 1.28 \delta x$
50-th	$\bar{X}$
90-th	$\bar{X} + 1.28 \delta x$
95-th	$\bar{X} + 1.645 \delta x$
97.5-th	$+ 1.96 \delta x$
99-th	$\bar{X} + 2.325 \delta x$



Aplikasi data anthropometri dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja memerlukan informasi tentang ukuran berbagai anggota tubuh seperti terlihat dari Gambar 2.2 di bawah ini.

Gambar 2.2 data anthropometri untuk perancangan produk atau fasilitas

Keterangan:

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak
3. Tinggi bahu posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam dalam posisi berdiri tegak
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari atas 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 yang diukur dari ujung pantat sampai dengan ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut/betis
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggang/pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung
18. Lebar perut
19. Panjang siku yang diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi tegak
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi tegak
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau harus keatas (vertikal)
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti no.24 tetapi dalam posisi duduk
26. Jarak tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

## **2.5 Anthropometri Untuk Perancangan Kursi Kerja**

Kursi yang baik akan mampu memberikan postur dan sirkulasi yang baik dan akan membantu menghindari ketidaknyamanan. Pilihan kursi yang nyaman dapat diatur dan memiliki penyangga punggung (Wasi, 2005). Tinggi bangku dirumitkan oleh interaksi dengan tinggi tempat duduk. Desain kursi sesuai dengan kriteria agar permukaan kerja tetap dibawah siku seperti bagian sebelumnya (Nurmianto, 2003).

Untuk mendesain peralatan secara ergonomis yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari atau mendesain peralatan yang ada pada lingkungan seharusnya disesuaikan dengan manusia dan lingkungan tersebut. Apabila tidak ergonomis akan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif pada manusia tersebut. Dampak negatif bagi manusia tersebut akan terjadi baik dalam waktu jangka pendek maupun jangka panjang. Bekerja pada kondisi yang tidak ergonomis dapat menimbulkan berbagai masalah antara lain: nyeri, kelelahan, bahkan kecelakaan kerja (Santoso, 2004).

Menurut Nurmiyanto (2003) berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa sarana/ rekomendasi yang bisa diberikan sesuai langkah-langkah berikut ini:

- 1) Pertama kali terlebih dahulu harus diterapkan anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rencana tersebut.
- 2) Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini perlu juga diperhatikan apakah harus menggunakan data dimensi atau statis tubuh diamis.
- 3) Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai perancang produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai “segmentasi pasar” seperti produk mainan anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita dan lain-lain.

## **2.6 Ukuran Dan Cara Pengukuran Anthropometri**

Sehubungan dengan sulitnya merumuskan kenyamanan duduk dan fakta bahwa duduk merupakan suatu aktifitas dinamik, maka pendekatan anthropometri bagi rancangan tempat duduk merupakan suatu tantangan. Sebuah rancangan harus didasarkan pada data anthropometri yang terpilih dengan tepat. Jika tidak, akan muncul keraguan bahwa hasil rancangan tersebut dapat menciptakan kenyamanan bagi pemakainnya. Dimensi-dimensi anthropometri yang penting bagi suatu perancangan tempat duduk ditunjukkan pada gambar.

Data-data anthropometri yang diperlukan untuk mendesain terdiri dari:

1. Tinggi *popliteal* (*tpo*)  
Tinggi *popliteal* adalah jarak vertikal dari alas kaki sampai bagian bawah pada paha.
2. Pantat *popliteal* (*ppo*)  
Pantat *popliteal* adalah jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (*popliteal*), paha dan kaki bagian bawah yang membentuk sudut siku-siku.
3. Lebar panggul (*lp*)  
Lebar panggul adalah rentang dari tubuh yang diukur antar bagian terluar dari panggul. Pengukuran dilakukan saat operator wanita berada dalam posisi duduk.
4. Lebar punggung (*lpg*)  
Lebar punggung adalah jarak horisontal antara sisi terluar dari punggung.

5. Tinggi bahu (*tb*)  
Tinggi bahu adalah jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai titik ujung bahu. Pengukurannya dilakukan saat operator wanita berada dalam posisi duduk.
6. Tinggi sandaran punggung (*tsp*)  
Tinggi sandaran punggung adalah jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai titik pertengahan bahu pada bawah belikat. Pengukuran dilakukan saat operator wanita berada dalam posisi duduk.
7. Jangkauan tangan (*jt*)  
Jangkauan tangan adalah jarak dari ujung bahu hingga ujung terluar dari jari tangan.
8. Jangkauan genggam (*jpg*)  
Jangkauan genggam adalah jarak dari ujung bahu hingga ujung benda yang digenggam.

Penerapan data antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata dan standart deviasi dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan nilai rata-rata dan standart deviasi. Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari kelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari data tersebut. Misalnya 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95 persentile, 5% dari populasi.

## **2.7 Kelelahan Kerja**

### **2.7.1 Definisi Kelelahan Kerja**

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak (Tarwaka, 2004).

Menurut Kromer dan Grandjean dalam Saputra (2016) kelelahan merupakan suatu keadaan yang tercermin dari gejala perubahan psikologis berupa kelambanan aktivitas mototrik dan respirasi, adanya perasaan sakit, berat pada bola mata, pelemahan motivasi, penurunan aktivitas yang akan mempengaruhi aktivitas fisik dan mental. Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang melelahkan (Tarwaka, 2004).

### **2.7.2 Jenis Kelelahan**

Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis menurut Grandjean dalam Tarwaka (2004) yaitu:

1. Kelelahan Otot  
Kelelahan otot adalah tremor pada otot /perasaan nyeri pada otot.



## 2. Kelelahan umum

Kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh monotomi, status kesehatan dan keadaan gizi. menurut Sajiyo (2008) dalam Saputra (2016) menyatakan bahwa kelelahan dibagi menjadi dua yaitu kelelahan fisiologi (kelelahan fisik atau kimiawi) dan kelelahan psikologis (kelelahan mental atau fungsional, seperti dijelaskan sebagai berikut:

Kelelahan fisiologis adalah kelelahan yang timbul karena perubahan fisiologis atau bilangannya secara temporer kapasitas psiko-fisiologis yang disebabkan oleh perangsangan secara terus menerus.

Kelelahan psikologis adalah kelelahan semu yang timbul dalam perasaan dan terlihat dalam tingkah lakunya, atau pendapat-pendapatnya yang tidak konsisten serta terlihat labil.

Gejala-gejala yang timbul akibat kelelahan kerja dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Gejala-gejala Kelelahan

No	Kelelahan Fisiologis	Kelelahan Psikologis
1	Kepala terasa berat	Susah berfikir
2	Terasa lelah seluruh badan	Lelah berbicara
3	Kaki terasa berat	Menjadi gugup
4	Banyak menguap	Tidak dapat berkonsentrasi
5	Pikiran kacau	Tidak punya perhatian terhadap suasana
6	Mengantuk	Cenderung untuk lupa
7	Rasa berat pada mata	Kurang kepercayaan
8	Gerakan kaku / canggung	Cemas terhadap suasana
9	Berdiri tidak seimbang	Tidak dapat mengontrol sifat
10	Ingin berbaring	Tidak dapat tekun bekerja, dan lain-lain

### 2.7.3 Pengukuran Kelelahan

Pengukuran kelelahan diukur sebagai berikut:

Secara subyektif dengan menggunakan kuisioner kelelahan dengan mencari nilai reratanya menggunakan Rumus 2.1 dibawah ini:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rata-rata data

$\sum x$  = Jumlah total data

$N$  = Banyaknya data

Dari perhitungan kuisioner dapat disimpulkan sesuai dengan Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian Kelelahan

No	Rerata Skor Jawaban Kuesioner	Keterangan
1	$\leq 1,5$	Tidak lelah
2	$> 1,5 - 2,0$	Agak lelah
3	$> 2,0 - 3,0$	Lelah
4	$> 3,0$	Sangat lelah

## 2.8 Keluhan Muskuloskeletal

### 2.8.1 Definisi Keluhan Muskuloskeletal

Menurut Tarwaka (2004), keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan ten-don. Keluhan *muskuloskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi du, yaitu:

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan, dan
2. Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Studi tentang MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka yang meliputi otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang, dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami oleh pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back pain = LBP*).

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberin beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15 – 20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20% maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menuun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Tarwaka 2004)

### 2.8.2 Pengukuran Gangguan Otot

Menurut Saputra, keluhan muskuloskeletal merupakan fenomena yang dapat diukur dengan cara sebagai berikut:

1. Secara subyektif dapat diukur dengan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yaitu memberikan pertanyaan tentang rasa nyeri atau sakit pada bagian-bagian tubuh tertentu. Dan untuk mengetahui hasil kuesioner NBM yaitu dengan menghitung reratanya menggunakan Rumus 2.1

Hasil perhitungan dapat disimpulkan sesuai dengan Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 *Penilaian Nordic Body Map*

No	Rerata Skor Jawaban Kuisisioner	Tingkat Keluhan	Tingkat Gangguan
1	$\leq 1,5$	Ringan	Tidak ada gangguan
2	$> 1,5 - 2,0$	Sedang	Agak terganggu
3	$> 2,0 - 3,0$	Tinggi	Terganggu
4	$> 3,0$	Sangat tinggi	Sangat terganggu

2. Secara obyektif dapat diukur berdasarkan penyimpangan gerak kerja dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{60}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rta-rata data

$\sum X$  = Jumlah Total Data

### 2.9 Kenyamanan

Mulyono (2010) menyatakan bahwa sistem kerja yang baik harus bisa menjadikan manusia beraktivitas dengan maksimal. Kenyamanan menggunakan suatu alat sangat tergantung dari kesesuaian ukuran alat dengan ukuran manusia. Apabila ukuran alat tidak disesuaikan dengan manusia pengguna dalam jangka waktu tertentu, alat tersebut dapat mengakibatkan stress tubuh berupa ketidaknyamanan, lelah, pusing dan nyeri. Oleh karena itu dalam desain lingkungan dan stasiun kerja, faktor kelebihan dan keterbatasan manusia perlu diperhitungkan.

#### 2.9.1 Pengukuran Tingkat Kenyamanan

Untuk mengetahui tingkat kenyamanan maka diukur dengan menggunakan kuesioner kenyamanan dengan mencari nilai reratanya menggunakan Rumus dibawah ini:

Hasil perhitungan kuesioner kemudian diklasifikasikan dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Kriteria Penilaian Kenyamanan

No	Nilai Kuesioner	Keterangan
1	$\leq 1,5$	Sangat Nyaman
2	$> 1,5 - 2,0$	Nyaman
3	$> 2,0 - 3,0$	Agak Nyaman
4	$> 3,0$	Tidak Nyaman

## 2.10 Desain Kursi

Kursi salah satu komponen penting di tempat kerja. Kursi yang baik akan mampu memberikan postur dan sirkulasi yang baik dan akan membantu menghindari ketidaknyamanan. Pilihan kursi yang nyaman dapat diatur dan memiliki penyangga punggung. Tinggi bangku dirumitkan oleh interaksi dengan tinggi tempat duduk. Desain kursi sesuai dengan kriteria agar permukaan kerja tetap dibawah siku seperti bagian sebelumnya (Nurmianto, 2003).

### 2.10.1 Pendekatan-pendekatan Untuk Perancangan Kursi

Pendekatan-pendekatan yang diperlukan untuk merancang kursi, menurut Nurmianto (2005) adalah:

1. Merancang penyangga lumbar pada posisi duduk  
Pendekatan ini menekankan pada ketentuan dari sandaran punggung yang dapat disetel untuk menyangga daerah lumbar atau daerah yang lebih rendah dari tulang belakang. Ini dapat mengurangi usaha otot yang diperlukan untuk menjaga suatu sikap duduk yang kaku atau tegang. Hal ini juga dapat mengurangi kecenderungan tulang belakang kearah bentuk *kyphosis*. persyaratan adanya bantal punggung akan bermanfaat untuk mengatasi sakit di punggung. Sandaran punggung dan ruas tulang belakang bagian bawah (*lumbar*) pada tempat duduk yang cenderung mengarah ke bawah tidak ideal untuk bersandar.
2. Perancangan Tempat Duduk Yang Miring Kedepan  
Pada umumnya, permukaan tempat duduk dimiringkan sekitar 5 derajat kearah belakang untuk mengurangi kemungkinan operator meluncur kedepan. Diperkirakan kemiringan bangku kedepan sampai 15 derajat dari permukaan, kemungkinan 20 derajat dari tekukan lembur. Adapun cara untuk menguranginya pembengkokan adalah dengan mengurangi kebutuhan untuk bersandar kedepan.

### 3. Postur Duduk Berlutut pada Kursi Setimbang

Kursi keseimbangan adalah suatu hasil logika terhadap problea dari perubahan tekukan tulang belakang jika duduk putaran pinggul dapat dikurangi dengan cepat dan rotasi panggul hampir dapat dihilangkan. Akan tetapi seseorang akan dapat meluncur pada kursi ini jika kursi ini tidak disertai dengan sandaran lutut. Kursi keseimbangan ini menawarkan lebih banyak kenyamanan pada penderita-penderita nyeri atau sakit punggung, namun kursi ini juga menimbulkan lebih banyak masalah seperti:

- a. Kesulitan untuk perubahan sikap duduk
  - b. Tekanan pada lutut, dan
  - c. Putaran dari kaki dan ibu jari kaki.
4. Perancangan Sudut Sandaran Kursi Sampai Suatu Posisi “*semi-recling*” hal ini akan mengurangi reaksi pada berat badan bagian atas sepanjang punggung, dan sepanjang tulang belakang. Suatu sandaran punggung yang sesuai untuk kursi panjang (kursi malas) dan yang lebih penting lagi untuk tempat duduk kendaraan adalah sama sudut 110.

#### 2.10.2 Kriteria Kursi Ideal

Kriteria kursi yang ideal dijabarkan oleh Saputra dalam Bintang, 2017 sebagai berikut:

##### 1. Tinggi Kursi (*Seat Height*)

Tinggi kursi adalah jara yang didapat dari lantai kearah permukaan alas duduk atau tinggi lutut belakang (*popliteal*) dalam posisi duduk. Permukaaan alas duduk harus datar dan bagian ujung yang menyentuh lutut bagian dalam dalam dibuat melengkung. Tinggi tempat duduk hendaknya dirncang sesuai dengan pemakai, memungkinkan untuk disesuaikan dengan berbagai penjur sudut untuk mempermudah mengubah posisi sikap kerja.

##### 2. Kedalaman Alas Duduk (*Seat Depth*)

Kedalaman alas duduk diukur dari ujung alas duduk sampai belakang menyentuh sandaran punggung atau panjang pantat (*buttock*) sampai lutut belakang (*popliteal*) dalam posisi duduk. Jarak ini tergantung pada ukuran rata-rata panjan pha pemakai. Jarak antara tepi medan tempat duduk dan punggung  $\pm 2,5 - 5$  cm.

## 2.11 Pengujian Data

### 2.11.1 Penentuan Sampel

Sebelum menguji data kita perlu mengetahui jumlah data yang digunakan. Adapun data diperoleh dari sampel populasi dengan Rumus dibawah ini:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

keterangan:

$n$  = jumlah sampel

$N$  = jumlah populasi

$e$  = perkiraan tingkat kesalahan yang ditoleransi

Pengujian data berguna untuk menentukan bahwa data anthropometri yang digunakan valid dan dapat mempresentasikan data ukuran tubuh yang diambil dari pengguna kursi siswa pelajar. Pengujian meliputi uji normalitas dan uji keseragaman.

### 2.11.2 Uji Normalitas Data

Banyak cara untuk menguji kenormalitas suatu sampel, salah satunya uji *Kolmogorov – Smirnov*. Uji normalitas data dilakukan dengan bantuan software SPSS dengan hipotesis:

$H_0$  = data berdistribusi normal

$H_1$  = data berdistribusi tidak normal

Jika pengujian menggunakan pengujian 2 arah dengan  $\alpha = 5\%$  (0,05), maka  $H_0$  diterima jika nilai signifikansi  $\geq 0,025$

Adapun langkah-langkah untuk pengujian Kolmogorov-Smirnov dengan SPSS (Ariyono, 2009) adalah:

1. Setelah data dimasukkan dalam *worksheet* SPSS, pilih *analyze – Non Parametric test – 1 sample K-S'*
2. Masukkan sampel yang akan diuji kedalam box **text variable list** (stu sampel atau semua sampel), kemudian pada *Test Distribution* pilih **Normal**, kemudian klik OK.
3. Jika hasil Output menunjukkan *Asymp. Sig (2-tailed) >  $\alpha$* , maka  $H_0$  diterima.

### 2.11.3 Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul merupakan data yang seragam, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Adapun rumus untuk pengujian data adalah sebagai berikut:

1. Mencari reratanya dengan menggunakan rumus  $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

2. Mencari standart deviasi dengan rumus

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

3. Menghitung batas-batas kendali

$$\text{BKA (Batas Kontrol Atas)} = \bar{X} + K \cdot \delta$$

$$\text{BKB (Batas Kontrol Bawah)} = \bar{X} - K \cdot \delta$$

4. K adalah harga indeks besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan

Tingkat kepercayaan 68% → K = 1

Tingkat kepercayaan 95% → K = 2

Tingkat kepercayaan 99.5% → K = 3 (Nurmianto, 2005)

### 2.12 Definisi Biaya

Dalam arti luas biaya adalah pengorbanan sumber ekonomi, yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Menurut Mulyadi (2014): Ada 4 unsur pokok dalam definisi biaya tersebut:

1. Biaya merupakan pengorbanan sumber ekonomi,
2. Diukur dalam satuan uang,
3. Yang telah terjadi atau yang secara potensial akan terjadi,
4. Pengorbanan tersebut untuk tujuan tertentu.

### 2.13 Penggolongan Biaya

Dalam akuntansi biaya, biaya digolongkan dengan berbagai macam cara. Umumnya penggolongan biaya ini ditentukan atas dasar tujuan yang hendak dicapai dengan penggolongan tersebut, karena dalam akuntansi biaya dikenal konsep: *“different costs for different purposes”*.

Biaya dapat digolongkan menurut :

1. Obyek pengeluaran.
2. Fungsi pokok dalam perusahaan.
3. Hubungan biaya dengan sesuatu yang dibiayai
4. Perilaku biaya dalam hubungannya dengan perubahan volume kegiatan.
5. Jangka waktu manfaatnya.

### 2.13.1 Penggolongan Biaya Menurut Obyek Pengeluaran

Dalam cara penggolongan ini, nama obyek pengeluaran merupakan dasar penggolongan biaya. Misalnya nama obyek pengeluaran bahan bakar, maka semua pengeluaran yang berhubungan dengan bahan bakar disebut “biaya bahan bakar”.

### 2.13.2 Penggolongan Biaya Menurut Fungsi Pokok

Dalam perusahaan manufaktur, ada tiga fungsi pokok, yaitu fungsi produksi, fungsi pemasaran, dan fungsi administrasi & umum. Oleh karena itu dalam perusahaan manufaktur, biaya dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok:

1. Biaya produksi
2. Biaya pemasaran
3. Biaya administrasi dan umum

Biaya produksi merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual. Contohnya adalah biaya depresiasi mesin dan peralatan, biaya bahan baku, biaya bahan penolong, biaya gaji karyawan yang bekerja dalam bagian-bagian, baik yang langsung maupun yang tidak langsung berhubungan dengan proses produksi. Menurut objek pengeluarannya, secara garis besar biaya produksi ini dibagi menjadi : biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik (*factory overhead cost*). Biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung disebut pula dengan istilah biaya utama (*prime cost*), sedangkan biaya tenaga kerja dan *overhead* pabrik sering pula disebut dengan istilah biaya konversi (*conversion cost*), yang merupakan biaya untuk mengkonversi (mengubah) bahan baku menjadi produk jadi.

Biaya pemasaran merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk melaksanakan kegiatan pemasaran produk. Contohnya adalah biaya iklan, biaya promosi, biaya angkutan dari gudang perusahaan ke gudang pembeli, gaji karyawan bagian-bagian yang melaksanakan kegiatan pemasaran, biaya contoh (*sample*).

Biaya administrasi dan umum merupakan biaya-biaya untuk mengkoordinasikan kegiatan produksi dan pemasaran produk. Contoh biaya adalah biaya gaji karyawan Bagian Keuangan, Akuntansi, Personalia dan Bagian Hubungan masyarakat, biaya pemeriksaan akuntan, biaya photocopy.

### 2.13.3 Penggolongan Biaya Menurut Hubungan Biaya

Sesuatu yang dibiayai dapat berupa produk atau departemen. Dalam hubungannya dengan sesuatu yang dibiayai, biaya dapat dikelompokkan menjadi dua golongan:

1. Biaya langsung (*direct cost*).
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*).



Dalam hubungannya dengan produk, biaya dibagi menjadi dua: biaya produksi langsung dan biaya produksi tidak langsung.

Biaya langsung adalah biaya yang terjadi, yang penyebab satu-satunya adalah karena adanya sesuatu yang dibiayai. Biaya produksi langsung terdiri dari biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung.

Biaya tidak langsung adalah biaya yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai. Biaya tidak langsung dalam hubungannya dengan produk disebut dengan istilah biaya produksi tidak langsung atau biaya *overhead* pabrik (*factory overhead cost*).

#### 2.13.4 Penggolongan Biaya Menurut Perilakunya

Dalam hubungannya dengan perubahan volume aktivitas, biaya dapat digolongkan menjadi:

1. Biaya variabel
2. Biaya semivariabel
3. Biaya *semifixed*
4. Biaya tetap

Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Contoh biaya variabel adalah biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung

Biaya semivariabel adalah biaya yang berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Biaya semivariabel mengandung unsur biaya tetap dan unsur biaya variabel.

Biaya *semifixed* adalah biaya yang tetap untuk tingkat volume kegiatan tertentu dan berubah dengan jumlah yang konstan pada volume produksi tertentu.

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap dalam kisar volume kegiatan tertentu. Contoh biaya tetap adalah gaji direktur produksi.

#### 2.14 Definisi Harga Pokok Produksi

Harga pokok produk atau jasa merupakan akumulasi dari biaya-biaya yang dibebankan pada produk atau jasa yang dihasilkan oleh perusahaan (Mardiasmo, 1994). Harga pokok produksi (*cost of goods*) adalah ongkos-ongkos yang terdiri dari ongkos langsung (atau ongkos dasar) dan ongkos overhead pabrik (Nyoman, 1995). Proses perhitungan harga pokok produksi merupakan akumulasi dari biaya operasi produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja dan biaya pemesinan serta biaya overhead. Perumusan dari Harga Pokok Produksi adalah sebagai berikut :

$$\text{HPP} = \text{Biaya Bahan Baku} + \text{Biaya Tenaga Kerja} + \text{Biaya Pemesinan} + \text{Biaya Overhead} \dots\dots\dots (1)$$

### 2.14.1 Biaya Bahan Baku

Realita umum yang dijumpai ialah bahwa produksi dengan 100% berkualitas baik semua tidaklah mungkin tercapai, untuk selalu terjadi jumlah kerusakan atau cacat produk didalam suatu proses produksi. Jumlah bahan baku yang harus diproses tentu saja harus lebih besar dari jumlah produk yang direncanakan karena dipengaruhi jumlah cacat dalam proses. Perhitungan jumlah bahan baku yang harus diproses untuk menghasilkan produk yang baik adalah :

$$P = P_g + P_d \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

$P$  = Jumlah produk yang dikehendaki

$P_g$  = jumlah produk yang berkualitas baik

$P_d$  = jumlah produk yang rusak

Jumlah produk yang rusak ini dapat pula dinyatakan dalam bentuk prosentase kerusakan ( $p$ ) dari jumlah produk yang berkualitas prosuk baik, sehingga rumus tersebut dapat di sesuaikan :

$$P = \frac{P_g}{(1-p)} \dots \dots \dots (3)$$

Menghitung besarnya biaya bahan baku per satuan unit produk adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Bahan Baku} = \frac{\text{Harga Bahan Baku}}{\text{Jumlah Produk Baik}}$$

### 2.14.2 Biaya Tenaga Kerja

Perhitungan biaya tenaga kerja dapat dilakukan dengan membagi gaji tenaga kerja dengan hasil produk jadi yang baik. Bila suatu produk diproses dengan menggunakan beberapa tahapan dan jumlah tenaga kerja lebih dari satu (1), maka jumlah biaya untuk tenaga kerja dibagi dengan jumlah produk jadi yang baik dari hasil proses produksi sebagai berikut:

$$\text{Biaya Tenaga Kerja} = \frac{\text{Total Gaji Tenaga Kerja}}{\text{Jumlah Produk Baik}}$$

### 2.14.3 Biaya Pemesinan

Perhitungan biaya pemesinan dapat dilakukan dengan menghitung nilai investasi dan perawatan mesin yang dibagi dengan umur mesin dan ditambahkan dengan nilai sisa. Proses ini dapat dilakukan dengan menghitung nilai depresiasi ditambah dengan biaya perawatan.

Total biaya pemesinan = Biaya Depresiasi + Biaya perawatan

Banyak metode yang bisa dipakai untuk menentukan beban depresiasi tahunan suatu aset. Diantara metode-metode tersebut, yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

1) Metode Garis Lurus (SL)

Besarnya depresiasi tiap tahun dengan metode SL dihitung berdasarkan

$$Dt = \frac{P-S}{N}$$

Dimana :

Dt = besarnya depresiasi pada tahun ke-t

P = biaya awal dari aset yang bersangkutan

S = nilai sisa dari aset tersebut

N = masa pakai dari aset tersebut dinyatakan dalam tahun

Karena aset didepresiasi dengan jumlah yang sama maka nilai buku setelah tahun ke-t (BVt) akan sama dengan nilai awal dari aset tersebut dikurangi dengan besarnya depresiasi tahunan dikalikan t, atau :

$$\begin{aligned} BVt &= P - tDt \\ &= P - \left(\frac{P-S}{N}\right) t \end{aligned}$$

2) Metode Jumlah Digit Tahunan (SOYD)

Cara perhitungan depresiasi dengan metode SOYD dimulai dengan jumlah digit tahun dari 1 sampai N. Angka yang diperoleh dinamakan jumlah digit tahun (SOYD). Besarnya depresiasi tiap tahun diperoleh dengan mengalikan ongkos awal dikurangi nilai sisa (P-S) dari aset tersebut dengan rasio antara jumlah tahun sisa umur aset terhadap nilai SOYD. Secara matematis besarnya depresiasi tiap tahun dapat ditulis :

$$Dt = \frac{\text{sisu umur aset}}{\text{SOYD}} (\text{ongkos awal} - \text{nilai sisa})$$

$$= \frac{N - t + 1}{\text{SOYD}} (P - S), (t = 1, 2, \dots, N)$$

Dimana :

Dt = beban depresiasi pada tahun ke-t

SOYD = Jumlah digit tahun dari 1 sampai N

Perhitungan biaya pemesanan yaitu dengan membagi total biaya pemesanan dengan jumlah produk yang baik.

$$\text{Biaya Pemesinan} = \frac{\text{Total Biaya Pemesinan}}{\text{Jumlah Produk Baik}}$$

#### 2.14.4 Biaya Overhead

Biaya overhead meliputi biaya yang dikeluarkan untuk utilitas baik air atau listrik dll yang digunakan untuk menunjang proses produksi. Biaya overhead akan dihitung dalam satu periode dan dibagi dengan jumlah produk yang baik yang dihasilkan dari proses produksi.

$$\text{Biaya Overhead} = \frac{\text{Total Biaya Overhead}}{\text{Jumlah Produk Baik}}$$

#### 2.15 Metode Penentuan Biaya Produksi

Metode penentuan biaya produksi adalah cara memperhitungkan unsur-unsur biaya ke dalam biaya produksi. Dalam memperhitungkan unsur-unsur biaya ke dalam biaya produksi, terdapat dua pendekatan: *full costing* dan *variable costing*.

##### 2.15.1 Full Costing

*Full costing* merupakan metode penentuan biaya produksi yang memperhitungkan semua unsur biaya produksi ke dalam biaya produksi, yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik, baik yang berperilaku variabel maupun tetap. Dengan demikian biaya produksi menurut metode *full costing* terdiri dari unsur biaya produksi berikut ini: Biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik variabel, dan biaya overhead pabrik tetap.

##### 2.15.2 Variable Costing

*Variable costing* merupakan metode penentuan biaya produksi yang hanya memperhitungkan biaya produksi yang berperilaku variabel ke dalam kos produksi, yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik variabel. Dengan demikian kos produksi menurut metode *variabel costing* terdiri dari unsur biaya produksi berikut ini: Biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik variabel.

#### 2.16 Sistem Harga Pokok Standar

Harga pokok standar adalah harga pokok produksi suatu unit atau sekelompok produk selama periode tertentu yang ditentukan dimuka. Harga pokok standar merupakan harga pokok yang direncanakan untuk suatu produk pada kondisi operasi tertentu. Harga pokok produksi standar merupakan harga pokok yang direncanakan terjadi dalam memproduksi suatu produk dalam kondisi operasi tertentu. Harga pokok produksi standar yang dibuat meliputi harga pokok standar

bahan baku standar, biaya tenaga kerja langsung standar, dan biaya *overhead* pabrik standar.

### **2.16.1 Manfaat Harga Pokok Standar**

Sistem harga pokok standar bermanfaat untuk melakukan perencanaan, pengendalian operasi, dan memberikan wawasan kepada manajemen dalam membuat keputusan. Harga pokok standar dapat digunakan untuk:

- a. Penyederhanaan prosedur penentuan harga pokok produk
- b. Memudahkan pembuatan anggaran
- c. Pengendalian biaya
- d. Penentuan harga jual

### **2.16.2 Harga Bahan Baku Standar**

Harga bahan baku standar terdiri atas harga bahan baku standar dan kuantitas penggunaan bahan standar. Perancangan kedua standar tersebut diutarakan sebagai berikut:

- a) Harga bahan baku standar adalah harga bahan baku per unit yang seharusnya dibeli. Harga bahan baku standar harus mencerminkan harga pasar wajar yang berlaku.
- b) Kuantitas penggunaan bahan baku standar adalah kuantitas bahan baku yang seharusnya digunakan untuk menghasilkan satu unit barang jadi.

### **2.16.3 Biaya Tenaga Kerja Langsung Standar**

Biaya tenaga kerja langsung standar terdiri atas tarif tenaga kerja langsung standar dan kuantitas penggunaan tenaga kerja langsung standar, yaitu sebagai berikut;

- a. Tarif Tenaga kerja langsung standar adalah harga tenaga kerja langsung yang ditentukan di muka untuk suatu periode. Tarif tenaga kerja langsung dapat dipengaruhi oleh jenis pekerjaan, pengalaman, dan kontrak kerja
- b. Kuantitas penggunaan tenaga kerja langsung standar adalah jumlah tenaga kerja langsung yang seharusnya yang seharusnya digunakan untuk memproduksi satu unit produk jadi. Penentuan standar ini dapat menggunakan studi gerak dan waktu (*Time & Motion Study*).

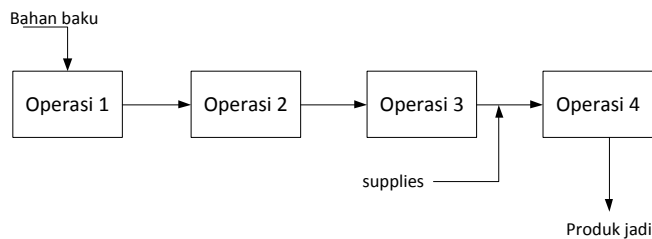
### **2.16.4 Biaya *Overhead* Pabrik Standar**

Penentuan biaya overhead pabrik standar lebih kompleks daripada elemen biaya produksi yang lain karena meliputi bahan baku tidak langsung, biaya tenaga kerja tidak langsung, dan harga pokok produksi lain yang bukan merupakan biaya bahan baku atau biaya tenaga kerja.

### 2.17 Peta Proses (*Process Chart*)

Dalam menguraikan tahapan pengerjaan suatu benda dari phase analisis sampai ke phase akhir operasi dapat di perjelas dengan menggunakan peta proses. Peta proses adalah alat yang sangat penting didalam pelaksanaan studi menenai operasi manufakturing dakam suatu sistem produksi, Peta proses secara umum dapat didefinisikan sebagai gambar grafik yang menjelaskan setiap operasi yang terjadi dalam proses manufakturing. Peta proses yang paling sederhana adalah proses secara awal. Dalam block diagram ini akan diagram ini akan digambarkan struktur proses yang harus dilalui didalam operasi kerja pembuatan suatu jenis produk. Jumlah dari tahapan proses yang harus dilalui akan bergantung pada kompleks tidaknya desain produk yang harus dibuat.

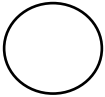
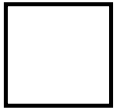
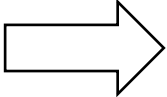

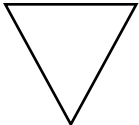
Contoh dari pemakaian *block diagram* :

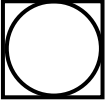


Gambar 2.3 Contoh Blok Diagram

Penggunaan blok diagram ini merupakan bentuk peta proses sederhana yang dibuat untuk menganalisa tahapan proses yang harus dilalui dalam pelaksanaan operasi manufakturing suatu produk secara analitis dan logis. Untuk keperluan lebih kompleks maka ada tiga model peta proses lain yang umum dipakai sebagai alat untuk menganalisa proses produksi dan juga akan berguna didalam perancangan tata letak pabrik. Ketiga model peta proses tersebut ialah operation process chart, flow process chart, dan flow diagram. Untuk keperluan pembuatan peta process ini maka *American Society of Mechanical Engineers (ASME)* telah dibuat beberapa simbol standart yang menggambarkan macam/jenis aktifitas yang umum dijumpai dalam proses produksi, yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.6 Simbol-simbol dalam Peta Proses (ASME Standart)

SIMBOL ASME	NAMA KEGIATAN	DEFINISI KEGIATAN
	OPERASI	Kegiatan operasi terjadi bilamana sebuah obyek (benda kerja/bahan baku) mengalami perubahan bentuk secara fisik maupun kimiawi, perakitan dengan obyek lainnya atau di urai-rakit, dan lain-lain.
	INSPEKSI	Kegiatan inspeksi terjadi bilamana sebuah obyek mengalami pengujian ataupun pengecekan ditinjau dari segi kuantitas ataupun kualitas
	TRANSPORTASI	Kegiatan transportasi terjadi bilamana sebuah obyek dipindahkan dari satu lokasi yang lain. Bila gerakan perpindahan tersebut merupakan bagian operasi/inspeksi seperti halnya dengan loading/unloading -material maka hal tersebut bukan termasuk kegiatan transportasi
	MENUNGGU (DELAY)	Proses menunggu terjadi bila material, benda kerja, operator atau fasilitas kerja dalam keadaan berhenti atau tidak mengalami kegiatan apapun.
	MENYIMPAN (STORAGE)	Proses penyimpanan terjadi bila obyek disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Disini obyek akan disimpan secara permanen dan dilindungi terhadap pengeluaran/pemindahan tanpa ijin khusus.

	<p>AKTIFITAS GANDA</p>	<p>Bila di kehendaki untuk menunjukkan kegiatan-kegiatan yang secara bersama dilakukan oleh operator pada stasiun kerja yang sama, seperti kegiatan operasi yang harus dilakukan bersama dengan kegiatan inspeksi</p>
---	----------------------------	---

### 2.17.1 Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta proses operasi akan menunjukkan langkah- langkah secara kronologis dari semua operasi inspeksi, waktu longgar dan bahan baku sampai keproses pembungkusan (*packaging*) dari produk jadi yang dihasilkan. Peta ini akan melukiskan peta operasi dari seluruh komponen-komponen dan sub-assemblies sampai ke main assembly (sritomo, 2003).

Peta proses operasi ini merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan (bahan-bahan) baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut, seperti: waktu yang dihabiskan, material yang digunakan, dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai (sutalaksana, 1979).

Peta proses operasi (*operation process chat*) umumnya digunakan untuk menggambarkan urutan-urutan kerja khususnya untuk kegiatan-kegiatan yang produktif saja seperti operasi dan inspeksi (sritomo, 1993).

#### 1. Kegunaan Peta Proses Operasi

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui Peta Proses Operasi, maka bisa memperoleh banyak manfaat diantaranya;

- a. Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya.
- b. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi di tiap operasi/pemeriksaan).
- c. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
- d. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
- e. Sebagai alat untuk latihan kerja.

#### 2. Prinsip-prinsip Pembuatan Peta Proses Operasi

Untuk bisa menggambarkan Peta Proses Operasi dengan baik, ada beberapa prinsip yang perlu diikuti sebagai berikut:

- a. Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepala “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh identifikasi lain seperti: nama obyek, nama



- b. pembuat peta, tanggal dipetakan cara lama atau cara sekarang, nomer peta dan nomor gambar.
- c. Material yang akan diproses diletakan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses.
- d. Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertical, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.
- e. Penomeran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.
- f. Penomeran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomeran untuk kegiatan operasi.

## 2.18 Kapasitas

Keputusan mengenai kapasitas produksi yang dalam hal ini juga ditentukan oleh kemampuan mesin atau fasilitas produksi yang digunakan menjadi begitu penting demi kelancaran dan pengendalian produksi. Kapasitas produksi secara umum di ukur dalam bentuk unit-unit fisik yang ditujukan berdasarkan keluaran output maksimum yang dihasilkan oleh proses produksi atau bisa juga berdasarkan jumlah masukan yang tersedia pada setiap periode operasi.

Suatu langkah dasar dalam pengaturan tataletak pabrik yang baik adalah dengan menentukan jumlah mesin atau peralatan produksi yang dibutuhkan secara tepat. Tentu saja disamping penentuan jumlah mesin ini, suatu mesinnya itu sendiri juga merupakan langkah yang harus di perhatikan. Pemilihan alternatif penggunaan tipe mesin tertentu pada dasarnya akan dilandasi dengan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat teknis dan ekonomis.

Untuk keperluan penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan maka disini ada beberapa informasi yang harus diketahui sebelumnya yaitu :

1. Kapasitas produksi yang dicapai
2. Estimasi cacat pada setiap proses operasi
3. Waktu kerja standart untuk proses operasi yang berlangsung.

Selanjutnya untuk menentukan jumlah mesin yang di perlukan untuk aktifitas operasi maka rumus umum berikut yang dipakai yaitu :

$$= \frac{T}{60} \times \frac{P}{D.E}$$

Dimana :

P = jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja (unit produk / tahun)

T = Total waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses operasi produksi yang diperoleh dari hasil *time study* atau perhitungan secara teoritis (menit / unit produk )

D = Jam operasi kerja mesin yang tersedia

E = Faktor efisiensi kerja mesin yang disebabkan oleh *adanya set up, break down, repair* atau hal-hal lain yang menyebabkan terjadinya *idle* . ( 0,8 – 0,9 )

N = jumlah mesin ataupun operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi.

## 2.19 Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu merupakan kajian tentang hasil penelitian orang lain yang mana penelitian tersebut dilakukan dengan cara yang benar dan syah.

Penelitian dengan judul redesain kursi kuliah dengan pendekatan anthropometri diteliti oleh Bambang Suhardi pada tahun 2013. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan kursi kuliah yang sesuai dengan anthropometri mahasiswa Teknik Industri UNS hasil rancangan kursi kuliah memiliki kelebihan dibandingkan kursi awal. Kelebihan kursi rancangan, antara lain: alas menulis bisa dilipat, alas duduk dan sandaran punggung menggunakan material woven polyester, portable dan bobot ringan. Kursi kuliah yang dirancang sudah dapat mengurangi keluhan pengguna dengan memperbaiki sudut kemiringan sandaran, mengganti material alas duduk dan sandaran kursi dengan bahan yang lebih empuk dan nyaman digunakan, dan mengganti rangka kursi dengan material stainless steel agar ringan.

Penelitian dengan judul penerapan metode *Activity Based Costing* dalam penentuan harga pokok produksi pada pt. tropica coco prima diteliti oleh Gloria Stefanie rotikan pada tahun 2013. Penelitian ini bertujuan untuk diterapkannya metode abc dalam perhitungan harga pokok produksi pada PT. Topica Coco Prima dapat dilihat bahwa produk tepung kelapa biasa tergolong undercost sedangkan tepung kelapa halus over cost. Hal ini disebabkan karena perbedaan dasar pembebanan biaya overhead pabrik.sistem traditional hanya menggunakan unit produksi sebagai *cost driver* sedangkan metode abc menggunakan lebih dari satu *cost driver* sehingga pembebannanya menjadi lebih tepat.

Penelitian dengan judul Analisa Harga Pokok Produksi dengan Mempertimbangkan Bahan Baku mentah atau Bahan Baku Setengah.Jadi diteliti oleh Muhammad Taqwa pada tahun 2016. Penelitian ini bertujuan untuk menekan biaya produksi dengan melakukan inovasi-inovasi, salah satu inovasi dengan menggunakan bahan baku mentah dalam melakukan kegiatan produksi. Bahan baku dalam penelitian ini adalah bahan baku yang masih berupa kayu gelondongan. Karena selama ini perusahaan menggunakan bahan baku setengah jadi maka diperlukan pengetahuan mengenai rincian pengelolaan, proses pengerjaan, dan biaya-biaya yang ditimbulkan dari pengolahan bahan bahan baku mentah menjadi bahan baku setengah jadi. Setelah

dilakukan penelitian mengenai analisa harga pokok produksi dengan metode *Full Costing* didapatkan harga pokok produksi penggunaan bahan baku setengah jadi sebagai berikut:

Tabel 2.7 Hasil Penelitian Terdahulu

Jenis produk	Harga Pokok Produksi	
	Bahan baku setengah jadi (Rupiah)	Bahan baku mentah (Rupiah)
Kursi tamu	Rp 2.450.000	Rp 1.699.387
Lemari	Rp 2.600.000	Rp 1.929.000
Satu set kursi	Rp 840.000	Rp 670.000

Penelitian dengan judul Penentuan Harga Pokok Produksi Multi Produk dengan Menggunakan Metode *Job Order Costing* pada UD Karya Medika diteliti oleh Cici Mitasari pada tahun 2016 di UD Karya Medika yang berlokasi didesa Junwangi kecamatan Krian kabupaten Sidoarjo ini merupakan berskala menengah yang memproduksi alat-alat peraga pendidikan, laboratorium dan peralatan kesehatan. Perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur tersebut mengalami pelonjakkan permintaan sehingga perusahaan tersebut harus memperhitungkan kembali harga pokok produksi yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana menentukan harga pokok produksi untuk menetapkan harga jual produk-produk dengan menggunakan metode *job order costing*. Setelah dilakukan penelitian dan perhitungan terdapat perbedaan penetapan harga jual perusahaan dan perhitungan. Harga yang ditetapkan perusahaan cenderung lebih tinggi daripada hasil perhitungan dipenelitian.

Penelitian dengan judul Analisa penentuan harga pokok produksi dalam pembuatan kursi sekolah yang ergonomis diteliti oleh Mufarohatin tahun 2018 di UD Murdani yang berlokasi di jl raya menanggal kecamatan Mojosari kabupaten Mojokerto, yang bertujuan untuk merancang ulang kursi sekolah SMA dengan pendekatan ergonomis dan selain menghitung harga pokok produksi disini penelitian ini juga memberikn usulan tentang perencanaan kursi yang ergonomis supaya pemakai merasa lebih nyaman dan penelitin ini mampu mempengaruhi biaya yang akan di produksi.

