

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

2.1.1 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu system, baik system fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Rusdi & Muhammad Arsyad 2012:5). Menurut (Al-Bahra bin Ladjamudin 2013) Perancangan adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik.

2.1.2 Pemilihan Bahan

Bahan yang merupakan syarat utama sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan pada suatu alat bantu harus dipertimbangkan terlebih dahulu. Selain itu pemilihan bahan juga harus selalu sesuai dengan kemampuannya. Jenis-jenis bahan dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan, misalnya terhadap keausan, korosi dan sebagainya.

Sesuai dengan fungsinya Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian alat bantu sangat perlu diperhatikan. Untuk perancangan harus mempunyai pengetahuan yang memadai tentang sifat mekanik, kimia, termal untuk mesin seperti baja besi cor, logam bukan besi (non ferro) dan sebagainya. Hal-hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan. Yang dimaksud bahan mudah didapat adalah bagaimana usaha agar bahan yang dipilih untuk membuat komponen yang direncanakan itu selain memenuhi syarat juga harus mudah di dapat. Pada saat proses pembuatan alat terkadang mempunyai kendala pada saat menemukan bahan yang akan digunakan. Maka dari itu, bahan yang akan digunakan harus mudah ditemukan dipasaran maupun pedesaan agar tidak menghambat pada saat proses pembuatan.

- a) Efisien dalam perencanaan dan pemakaian. Keuntungan- keuntungan yang diperoleh dari pemakaian suatu bahan hendaknya lebih banyak dari kerugiannya. Sedapat mungkin alat yang dibuat sederhana, mudah dioperasikan, biaya perawatan dan perbaikan relatif rendah tetapi memberikan hasil memuaskan.
- b) Pertimbangan khusus. Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang pembuatan alat itu sendiri, komponen-komponen penyusun alat tersebut terdiri dari dua

jenis. Yaitu komponen yang telah tersedia lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri, apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetap didapat dipasaran sesuai dengan standart. Lebih baik dibeli supaya dapat menghemat waktu pengerjaan.

2.1.3 Perancangan Mesin

Perancangan mesin dilakukan dengan beberapa tahap. Tahap pertama adalah mengambil data yang relevan terkait perancangan mesin meliputi Tinggi Bahu Duduk (TBD), Jangkauan Tangan ke Depan (JTD), dan Rentangan Tangan (RT) dari pekerja. Data ini kemudian diolah dengan memperhatikan persentil yang digunakan. Tahap selanjutnya adalah merancang mesin sesuai kegunaan mesin dengan memperhatikan data Antropometri yang telah diolah. Tahap selanjutnya adalah menentukan spesifikasi mesin dan komponen secara rinci, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan mesin dan mesin dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Setelah diketahui spesifikasi mesin dan komponen secara rinci, maka dapat dilakukan pembelian komponen sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Tahap selanjutnya adalah membuat mesin sesuai rancangan yang telah dibuat. Mesin yang telah selesai dibuat akan diuji dan dievaluasi untuk mengetahui kesesuaian fungsi dan tujuannya. Kemudian, dilakukan perbaikan apabila terdapat kekurangan pada mesin yang dibuat. Tahapan yang terakhir adalah melakukan analisis terhadap kegunaan mesin dan publikasi melalui artikel ilmiah (Wignjosoebroto, 2008).

2.2 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata “*ergon*” berarti kerja dan “*nomos*” berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Di Indonesia memakai istilah ergonomi, tetapi di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah “Bioteknologi” sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah “*human engineering*” atau “*human factors engineering*”. Namun demikian, kesemuanya membahas hal yang sama yaitu tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan (Tarwaka dkk, 2004).

Ergonomi atau *ergonomics* sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu Ergo yang berarti kerja dan Nomos yang berarti hukum, dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang, pada saat

berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras atau *hardware* (mesin, peralatan kerja) atau perangkat lunak atau software (metode kerja, sistem dan prosedur). Dengan demikian terlihat jelas bahwa ergonomi adalah suatu keilmuan yang multi disiplin, karena disini akan mempelajari pengetahuan-pengetahuan dari ilmu kesehatan (kedokteran, biologi), ilmu kejiwaan (*psychology*) dan kemasyarakatan (sosiologi) (Wignjosoebroto, 2008).

Ergonomi sangat penting diterapkan dalam melakukan proses desain. Sehingga, jika dalam melakukan proses perancangan para desainer tidak menerapkan prinsip-prinsip ergonomi, maka dimungkinkan akan terjadi hal-hal sebagai berikut :

1. Menurunnya output produksi dan meningkatnya losstime.
2. Tingginya biaya medis yang harus disediakan.
3. Tingginya biaya material.
4. Meningkatnya ketidakhadiran karyawan dan rendahnya kualitas kerja.
5. Timbulnya rasa nyeri dan ketegangan pada karyawan.
6. Meningkatnya kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kesalahan kerja.
7. Meningkatnya pergantian karyawan.

Maksud dan tujuan disiplin ergonomi adalah mendapatkan pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan lingkungan kerja. Dengan memanfaatkan informasi mengenai sifat-sifat, II-2 kemampuan dan keterbatasan manusia yang dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia mesin yang optimal, sehingga dapat dioperasikan dengan baik oleh rata-rata operator yang ada (Wignjosoebroto, 2008).

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

- a. 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 anthropometri.
- b. Cognitive. Permasalahan *cognitive* yang timbul berhubungan dengan terjadinya kekurangan atau berlebihnya informasi yang dibutuhkan selama pemrosesannya.
- c. 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.

- d. 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.
- e. Psychomotor. *Psychomotor* berkaitan dengan fungsi sensorik manusia (panca indra). 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 Antropometri

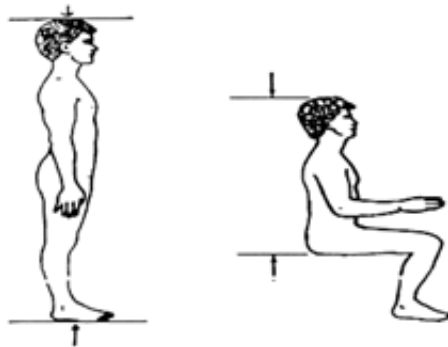
Istilah anthropometri berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif anthropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan penagukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lain nya (Wignjosoebroto, 2017). Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam melakukan interaksi manusia. Data anthropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal (Wignjosoebroto, 2017) :

- a) Perancangan area kerja
- b) Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, pekakas (tool) dan sebagainya.
- c) Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja komputer, dan lain-lain
- d) Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Secara umum sekurang-kurangnya 90 % - 95 % dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan selayaknya. Data antropometri dan cara pengukurannya. Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang akan

mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut itu antara lain:

- 1) Umur. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahun.
- 2) Jenis kelamin (*sex*). Dimensi tubuh ukuran laki-laki pada umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh, seperti pinggul dan sebagainya.
- 3) Suku/bangsa (*ethnic*). Setiap suku bangsa maupun kelompok ethnic akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
- 4) Posisi tubuh (*posture*). Sikap (*posture*) ataupun sikap tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran. Dalam kaitan dengan posisi tubuh dikenal 2 cara pengukuran (Nurmianto:2008) :
 - a. Pengukuran dimensi struktur tubuh (struktural body dimension). Pengukuran manusia pada posisi tubuh diam dan linier pada permukaan tubuh. Ada beberapa metode pengukuran tertentu agar hasilnya representative. Disebut juga pengukuran dimensi struktur tubuh dimana tubuh diukur dalam berbagai posisi standard dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi / panjang lutut pada saat berdiri atau duduk, panjang lengan, dsb. Ukuran dalam hal ini diambil dengan persentil tertentu seperti persentil 5, persentil 50 dan persentil 95.
 - b. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (functional body dimensional). Antropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan ciri- ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatannya. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran antropometri dinamis adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu. Antropometri dalam posisi tubuh melaksanakan fungsinya yang dinamis akan banyak diaplikasikan dalam proses perancangan fasilitas ataupun ruang kerja.



Gambar 2.1 Pengukuran Dimensi Tubuh Berdiri dan Duduk Tegap
(Nurmianto:2008)

Terdapat 3 kelas pengukuran antropometri dinamis (Wignjosobroto, 1995), yaitu :

1. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktivitas.
2. Pengukuran jangkauan ruang yang dibutuhkan saat kerja.
3. Pengukuran varibilitas kerja.

Selain faktor-faktor tersebut diatas masih ada pula beberapa faktor lain yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia seperti:

- a) Cacat tubuh, dimana data antropometri disini akan diperlukan untuk perancangan produk bagi orang-orang cacat (kursi roda, kaki/tangan palsu dan lain-lain).
- b) Tebal tipisnya pakaian yang harus dikenakan, dimana faktor iklim yang berbeda akan memberikan variasi yang berbeda-beda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian.
- c) Kehamilan (*pregnancy*), dimana kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh (khusus perempuan)
(Nurmianto:2008).

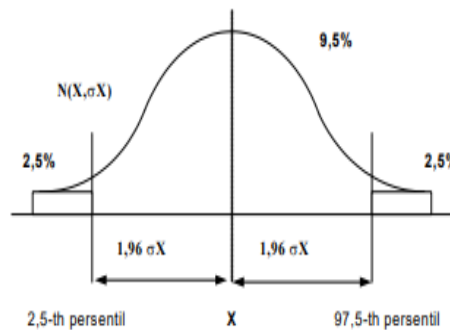
2.3.1 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Antropometri

Persoalan yang akan muncul dalam penetapan data antropometri akan terletak pada kemampuan kita dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berikut ini:

- a. Seberapa besar sampel pengukuran yang kita ambil untuk penetapan data antropometri tersebut?
- b. Haruskah setiap sampel dibatasi perkelompok (segmentasi yang homogen).

- c. Apakah sudah tersedia data antropometri untuk populasi tertentu yang nantinya akan menjadi target pemakai.
- d. Bagaimana bisa kita memberikan toleransi perbedaan-perbedaan yang mungkin akan dijumpai dari data yang tersedia dengan populasi yang akan dihadapi?

Untuk penetapan data antropometri. Pemakai distribusi normal akan umum diterapkan. Adapun distribusi normal yang dipakai dapat ditandai dengan adanya pernyataan nilai sama dengan atau nilai lebih rendah dari nilai tersebut.



Gambar 2.2 Distribusi Normal dengan Data Anthropometri Persentil 95.

Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (mean, \bar{X}) dan simpangan standarnya (standar deviation, (σx)) dari data yang ada. Dari nilai yang ada tersebut maka “percentile” dapat ditetapkan sesuai dengan tabel. Penilaian nilai-nilai *percentile* yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri dapat dijelaskan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 *Percentil* Dalam Distribusi Normal

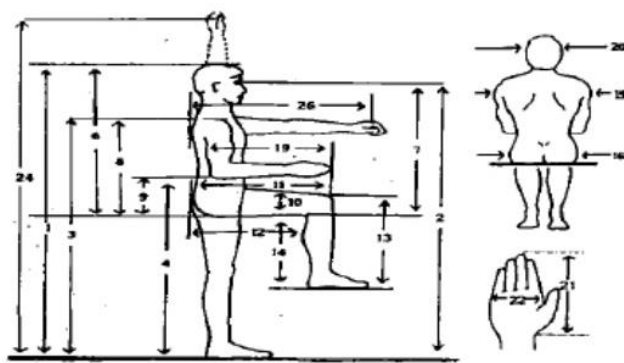
Persentil	Perhitungan
1	$\bar{X} - 2,325\sigma_x$
2,5	$\bar{X} - 1,96\sigma_x$
5	$\bar{X} - 1,645\sigma_x$
10	$\bar{X} - 1,28\sigma_x$
50	\bar{X}
90	$\bar{X} + 1,28\sigma_x$
95	$\bar{X} + 1,645\sigma_x$
97,5	$\bar{X} + 1,96\sigma_x$
99	$\bar{X} + 2,325\sigma_x$

Sumber Nurmianto, 2005

Tabel diatas merupakan tabel kalkulasi perhitungan percentile suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dar sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya : 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95 percentile; 5% daro populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 percentile. Biasanya nilai percentile dapat ditentukan dari tabel probabilitas distribusi normal (Nurmianto, 2005).

2.3.2 Dimensi Antropometri

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentile tertentu akan sangat manfaatnya pada suatu rancangan produk atau fasilitas kerja yang akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya. Maka ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Pengukuran dimensi struktur tubuh yang biasa diambil dalam perancangan produk maupun fasilitas dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini (Wignjosoebroto, 2006).



Gambar 2.3 Anthropometri Untuk Perancang Produk atau Fasilitas

Sumber : Wignjosoebroto, 2006

Adapun pengukuran dimensi adalah sebagai berikut :

No.	Keterangan
1	Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala)
2	Tinggi mata dalam posisi berdiri 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 (di ukur 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 yang di ukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12	Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut betis.
13	Tinggi lutut yang bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14	Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang di ukur dari lantai sampai dengan paha.
15	Lebar dari bahu (bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16	Lebar pinggul ataupun pantat.
17	Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
18	Lebar perut.
19	Panjang siku yang di ukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20	Lebar kepala.
21	Panjang tangan di ukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22	Lebar telapak tangan.
23	Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).

24	Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
25	Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
26	Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan di ukur dari bahu sampai dengan ujung jari tangan.

Sumber : Wignjosoebroto. 2006

2.4 Pengolahan Data Antropometri

Data mentah yang sudah didapatkan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan metode statistik sederhana yaitu uji keseragaman, uji kecukupan, dan uji kenormalan (Wignjosoebroto, 2000). Hal tersebut dilakukan agar data yang diperoleh bersifat representatif, artinya data tersebut dapat mewakili populasi yang diharapkan.

2.4.1 Uji Keseragaman Data

Dalam melakukan pengukuran kerja, keadaan sistem selalu berubah perubahan ini adalah suatu yang wajar karena bagaimana pun 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 sepantasnya terjadi. Akibatnya waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah namun juga mesti dalam waktu batas kewajaran. Sehingga data waktu hasil pengukuran harus diseregakan. Analisa data bisa dilaksanakan dengan dua cara yaitu sebagai berikut (Hernawati, 2019) :

Tahap-tahap yang harus dilakukan dalam menganalisa keseragaman data dengan peta control adalah sebagai berikut (Hernawati, 2019)

1. Mencari rata-rata keseluruhan

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

\bar{X} = Rata – rata data hasil pengamatan

$\sum xi$ = Jumlah semua data

N = Jumlah data yang diamati

2. Menghitung standart deviasi

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{N \cdot \sum (xi^2) - (\sum xi)^2}{N(N-1)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

σ_x = Standart deviasi dari populasi

N = Jumlah data

\bar{X} = Rata - rata

3. Menghitung batas - batas kendali

$$\text{BKA} = \bar{X} + k.\sigma \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k.\sigma \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

\bar{X} = Rata – rata data hasil pengamatan

k = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu :

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

Tingkat kepercayaan 68% - 95% harga k adalah 2.

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

σ = Standart deviasi dari populasi

2.4.2 Uji Kecukupan Data

Analisa kecukupan data dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah data yang diambil sudah mencukupi dengan mengetahui besarnya N' . Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya (Wignjosoebroto, 2000). Penetapan berapa jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian, dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data antropometri. Sedangkan rumus uji kecukupan data, yaitu :

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

N = jumlah data pengamatan sebenarnya

N' = jumlah data secara teoritis

S = derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

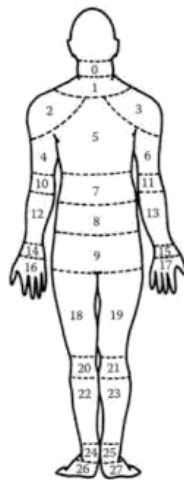
k = tingkat kepercayaan (*level of confidence*)

Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya (Wignjosoebroto, 2000).

2.5 Nordic Body Map (NBM)

Salah satu alat ukur ergonomik sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan musculoskeletal adalah *Nordic Body Map* (NBM). NBM ini dipakai untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan oleh

para pekerja. Kuesioner ini diberikan sebelum dan setelah melakukan pekerjaan (Sugiyono, 2015). Kuesioner *nordic* merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh. Kuesioner ini sudah cukup terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuesioner ini dikembangkan oleh Kourinka (1987) dan sudah dimodifikasi oleh proyek yang didanai oleh Nordic Council of Ministers. Tujuannya adalah untuk mengembangkan dan menguji standar kuesioner yang nantinya digunakan untuk membandingkan keluhan musculoskeletal di punggung bawah, leher, bahu, dan keluhan umum untuk digunakan dalam studi epidemiologi (Crawford, 2014). Kuesioner *Nordic Body Map* terhadap segmen-segmen tubuh dapat dilihat dalam gambar 2.2.



Gambar 2.4 Nordic Body Map

Keterangan gambar 2.4 :

- 0 : Leher atas
- 1 : Leher bawah
- 2 : Pundak kiri
- 3 : Pundak kanan
- 4 : Lengan atas kiri
- 5 : Punggung
- 6 : Lengan atas kanan
- 7 : Pinggang
- 8 : Pinggul
- 9 : Pantat
- 10 : Siku kiri
- 11 : Siku kanan

- 12 : Lengan bawah kiri
 - 13 : Lengan bawah kanan
 - 14 : Pergelangan tangan kiri
 - 15 : Pergelangan tangan kanan
 - 16 : Jari jari kiri
 - 17 : Jari kanan
 - 18 : Paha kiri
 - 19 : paha kanan
 - 20 : Lutut kiri
 - 21 : Lutut kanan
 - 22 : Betis kiri
 - 23 : Betis kanan
 - 24 : Engkel kiri
 - 25 : Engkel kanan
 - 26 : Telapak kaki kiri
 - 27 : Telapak kaki kanan
- Sumber (Sugiyono, 2015)

2.6 Skala Sikap

Skala sikap merupakan salah satu bentuk dari tipe skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur sikap. Bentuk- Bentuk skala sikap yang perlu diketahui dalam penelitian adalah (Singarimbun dan Efendi, 1989)

1. Skala Likert. Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang kejadian atau gejala sosial.
2. Skala Guttman. Skala gutman meru akan skala kumulatif dimana terdapat beberapa pertanyaan yang diurutkan secara hierarkis untuk melihat sikap tertentu seseorang.
3. Skala Diferensial Semantic
4. Skala diferensial semantic berisikan serangkain karakteristik bipolar (dua kutub), seperti panas dingin, populer, tidak populer, baik – tidak baik, dn sebagainya.
5. Rating Scale. Rating Scale yaitu berupa data mentah yang didapat berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif.

2.7 Penentuan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah karyawan UD. Doa Emak pada bagian produksi. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan bulan November 2020 berjumlah 25 orang. Jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin.

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

n : Ukuran sampel

N : Ukuran populasi

E : Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

2.8 Analisis dan Estimasi Biaya

2.8.1 Pengertian Biaya

Daljono (2004:13) mendefinisikan biaya sebagai suatu pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang, untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan akan memberikan keuntungan atau manfaat pada saat ini atau masa yang akan datang. Dari pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa biaya merupakan suatu pengorbanan sumber daya ekonomi untuk mencapai tujuan tertentu yang bermanfaat pada saat ini atau masa yang akan datang. Biaya-biaya dari suatu pengorbanan dibentuk oleh nilai dari banyaknya kapasitas produksi yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang.

2.8.2 Penggolongan Biaya

Dalam akuntansi biaya, umumnya penggolongan biaya ditentukan atas dasar tujuan yang hendak dicapai dengan penggolongan tersebut, karena dalam akuntansi biaya dikenal konsep "*different costs for different purposes*". Mulyadi (2005:13), menggolongkan biaya menurut : obyek pengeluaran, fungsi pokok perusahaan, hubungan biaya dengan sesuatu yang dibiayai, perilaku dalam hubungannya dengan perubahan volume kegiatan, serta atas dasar jangka waktu manfaatnya.

Klasifikasi biaya apabila dikaitkan dengan dapat tidaknya dikendalikan, biaya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu biaya terkendali dan biaya tak terkendali. Biaya terkendali adalah biaya dimana manajer dapat mempengaruhi ada tidaknya dan besar kecilnya biaya tersebut. Sedangkan biaya tak terkendali, merupakan biaya diaman manajer tidak dapat mempengaruhi suatu biaya melalui kebijakannya.

Dengan adanya pengalokasian biaya, produk yang dihasilkan mencerminkan total biaya produksi secara keseluruhan. Apabila alokasi dapat dilakukan secara tepat, maka penghitungan harga pokok produksi juga dapat dilakukan dengan tepat, sehingga dapat digunakan untuk analisa profitabilitas dan mempermudah dalam pengambilan keputusan.

2.9 Metode Menentukan Biaya Produksi

Untuk menentukan biaya produksi harus memperhatikan semua unsur yang termasuk dalam biaya proses produksi. Semua biaya yang dikeluarkan selama proses

produksi merupakan sebuah unsur yang harus diperhatikan. Untuk menjelaskan bagaimana menentukan harga pokok produksi dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode sebagai berikut :

1. Full Costing. Metode harga pokok pesanan (Full Costing) adalah suatu metode pengumpulan biaya produksi untuk menentukan harga pokok produk pada perusahaan yang menghasilkan produk atas dasar pesanan. Tujuan dari penggunaan metode harga pokok pesanan adalah untuk menentukan harga pokok produk dari setiap pesanan baik harga pokok secara keseluruhan dari tiap-tiap pesanan maupun untuk per-satuan.
2. Variabel Costing. Variable costing merupakan metode penentuan harga pokok produksi yang hanya memperhitungkan biaya produksi yang berperilaku variable kedalam harga pokok produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik variable. Dalam pendekatan ini biaya-biaya yang diperhitungkan sebagai harga pokok produksi variabel yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik variabel. Biaya-biaya produksi tetap dikelompokkan sebagai biaya periodic bersama-sama dengan biaya tetap non produksi.

Metode *full costing* dan *variabel costing* hanya memasukkan atau membebankan biaya produksi variabel ke dalam harga pokok produk. Elemen harga pokok produk meliputi:

- a. Biaya Bahan Baku. Bahan baku adalah bahan yang digunakan dalam membuat produk dimana bahan tersebut secara menyeluruh atau bahan utama yang diolah dalam proses produksi menjadi produk jadi.
- b. Biaya Tenaga Kerja Langsung. Biaya tenaga kerja merupakan balas jasa yang diberikan oleh perusahaan kepada semua karyawan yang terlibat dalam proses produksi.
- c. Biaya Overhead Pabrik Variabel. Biaya Overhead pabrik variabel adalah biaya yang berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan.
- d. Biaya Overhead Pabrik Tetap. Biaya Overhead pabrik tetap adalah biaya pemeliharaan dan biaya perawatan alat produksi.
 - 1) Harga Pokok Produksi full costing. Harga pokok produksi merupakan metode penentuan produksi yang memperhitungkan semua unsur biaya produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik, menghitung seluruh biaya yang terlibat dalam proses produksi, baik biaya variabel maupun tetap.
 - 2) Harga Pokok Produksi variabel costing. Harga pokok produksi merupakan metode penentuan yang hanya memperhitungkan biaya produksi yang

berperilaku variabel ke dalam biaya produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik variabel.

2.10 Penempatan Kualitas QFD (Quality Function Deployment)

Quality Function Deployment (QFD) merupakan metode dalam desain produk yang menghubungkan kebutuhan pelanggan untuk suatu produk sehingga menghasilkan teknologi atau aspek yang menjadi prioritas utama untuk dikembangkan berdasarkan keinginan konsumen. Proses QFD dimulai dengan suara pelanggan dan kemudian berlanjut dengan 4 aktifitas: perencanaan produk (Product Planning), desain produk, perencanaan proses dan perencanaan pengendalian proses.

Dalam QFD kebutuhan pelanggan dilambangkan dalam “kebutuhan kualitas” dan aspek teknologi dilambangkan sebagai “kualitas elemen”. Berikut merupakan definisi dari kedua konsep tersebut:

- a) kualitas yang dibutuhkan : merupakan ekspresi pelanggan yang secara langsung didapatkan dari pengambilan data kuesioner permintaan konsumen untuk suatu produk.
- b) elemen kualitas: merupakan kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas produk yang dinyatakan dalam teknis. (Hara, 2018).

Metode QFD adalah suatu sistem untuk mengubah keinginan pelanggan menjadi karakteristik kualitas dan mengembangkan suatu desain kualitas untuk menghasilkan produk yang sistematis menyebarkan hubungan antara keinginan dan karakteristik tersebut (Noviana & Hastanto, 2014).

Proses utama dalam QFD adalah penempatan kualitas produk, yang menerjemahkan keinginan konsumen kedalam spesifikasi teknis dan penempatan kualitas fungsi, mendefinisikan keseluruhan proses pabrikasi. QFD memberikan suatu kerangka kerja komunikasi yang terstruktur dan sistematis antara bagian pemasaran, bagian teknik dan bagian pabrikasi dan memfasilitasi proses teknik yang simultan. Aliran QFD yang lengkap meliputi keseluruhan proyek terdiri dari empat. Matriks yang dikembangkan pada empat tahap yang berbeda. Matriks pertama adalah matriks ketentuan konsumen terhadap ketentuan desain, dimana karakteristik pokok suatu produk ditentukan dan dikembangkan pada tahap konsep desain. Pada tahap QFD kedua, ketentuan desain dibandingkan dengan karakteristik komponen. Matriks ketiga membandingkan komponen dengan karakteristik proses, dan pada tahap keempat, karakteristik proses dibandingkan dengan operasi produksi. Dua tahap pertama hanya dijalankan selama proses desain.

Banyak kelebihan QFD antara lain:

- 1) QFD sederhana dan terstruktur;
- 2) QFD membantu memfokuskan keputusan-keputusan;
- 3) QFD menyediakan sarana pengusutan keputusan-keputusan;
- 4) QFD menyediakan suatu format umum untuk keseluruhan proyek.

Analisis QFD menurut Hurst (2006) dimulai dengan penentuan mengenai siapakah target konsumennya dan pengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan mereka. Untuk setiap ketentuan konsumen tersier yang teridentifikasi, metode untuk mencapai ketentuan konsumen tersier ini akan menciptakan daftar atribut-atribut desain.

Pengembangan daftar ketentuan konsumen yang lengkap didapat melalui proses iterasi dan dipandu oleh penggunaan daftar checklist. Ketentuan-Ketentuan konsumen ini harus dikonversikan kedalam ketentuan-ketentuan desain yang dapat diukur. Daftar ketentuan-ketentuan desain tidak dapat dipisahkan dari PDS dan harus disetujui oleh konsumen sebelumnya proses desain dapat dilanjutkan. Secara prinsip QFD banyak dimanfaatkan untuk mengetahui keinginan konsumen akan sesuatu yang ditawarkan , kemudian mengolah keinginan tersebut menjadi sebuah kebutuhan, serta memberikan cara untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Untuk memfasilitasi interpretasi, sebuah matriks dibuat dimana ketentuan ketentuan konsumen ditulis dalam daftar menerus kebawah dan ketentuan-ketentuan desain ditulis dalam daftar menerus ke samping. Dengan menggunakan matriks semacam ini, Menunjukkan bagian matriks yang dikembangkan untuk suspense kursi, mengindikasikan apakah ketentuan konsumen cukup terwakili di dalam ketentuan desain. Sebagai contoh , oleh karena ketentuan konsumen tentang biaya murah hanya memiliki hubungan yang relatif lemah, indikasinya adalah bahwa isu biaya tidak tercakup oleh ketentuan-ketentuan desain. Matriks dapat digunakan untuk menentukan peringkat kepentingan setiap atribut desain bagi konsumen dengan memberikan nilai-nilai untuk setiap tanda (misalnya 1, 3 dan 9) dan menjumlahkan setiap kolom atau atribut desain. Jelas bahwa tim desain harus mengkonsentrasikan upaya-upayanya pada ketentuan-ketentuan desain yang memiliki peringkat paling tinggi.

2.11 Peneliti Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Ahmad Reza Fahlevi Hasibuan 2019	Rancang bangun alat pengupas kulit buah durian	Spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil	Alat pengupas kulit buah durian ini pada bagian mata pisaunya menggunakan bahan stainless steel 304 yang tahan terhadap karat, bertujuan untuk menjaga ke higienisan saat kulit buah durian dikupas
2	Adhi Dwi Arta 2011	Perancangan ulang alat mesin pembuat es puter berdasarkan aspek ergonomi	Metode Antropometri	Penelitian ini telah menghasilkan mesin “es puter” yang dapat memperbaiki posisi kerja sebagai usaha pengurangan cedera <i>musculoskeletal</i> pada para pekerja
3	Anwar Hidayat, Drs. Bambang Setyo H.P, M.Pd 2013	Perancangan mesin perajang daun tembakau	Metode yang digunakan perancangan teknik dan menghitung analisa biaya	Mesin ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut : Kapasitas produksi mesin 210 kg/jam dengan putaran pisau 350 rpm. Kecepatan pengumpanan konveyor 2 mm/putaran pisau atau 120 mm/menit
4	Sandra Malin Sutan, Yoga Aditya Pratama, Gunomo Djoyowasito,	Rancang bangun dan uji kinerja mesin perajang tembakau semi mekanis sistem kayuh	Antromotri efisiensi dan	Dihasilkan mesin perajang semi mekanis sistem kayuh dengan dimensi keseluruhan mesin yaitu sebesar 700 mm x 600 mm x 900 mm

	Ary Mustofa Ahmad 2019			
5	Nasrullah 2017	Rancang bangun alat sortasi biji kelapa sawit	Mekanisme kerja alat	Alat sortasi biji kelapa sawit ini mempunyai rata-rata ketetapan sortasi dengan masing-masing sampel 33% yaitu ukuran kecil 30,88%, ukuran sedang 29,55%, ukuran besar 24,33%

Sumber : data diolah, 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)