

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang membahas tentang segala aspek yang terdiri dari manusia di dalam lingkungan kerja yang dapat secara anatomi, psikologi, fisiologi, engineering, optimasi, efisiensi, kesehatan, manajemen, desain/perancangan, keselamatan dan kenyamanan di tempat kerja, rumah dan tempat rekreasi. Ergonomi berasal dari bahasa Latin yaitu *Ergo* yang artinya kerja dan *Nomos* yaitu aturan. Ergonomi juga membahas studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi adalah “*Human Factors*”, selain itu ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli yaitu ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri (Internasional Ergonomics Association). Ergonomi diterapkan pada bidang psikologi, fisiologi, analisis, perancangan sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintahan, militer, dosen dan mahasiswa. (Nurmianto, 2004)

2.2 Musculoskeletal Disorders

MSDs merupakan cedera otot pada sistem syaraf yang terdiri dari otot, tendon, ligamen, tulang sendi, tulang rawan ataupun pembuluh darah. MSDs memiliki rasa sakit seperti kaku, nyeri, panas/terbakar, kesemutan, mati rasa, dingin dan rasa tidak nyaman. MSDs memiliki keluhan yang beragam dari mulai keluhan pada otot dengan keluhan ringan sampai terasa sangat sakit. Jika otot melakukan beban secara berulang dengan jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada bagian sendi, tendon dan ligamen. Keluhan ini disebut keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs. Peter VI (2000) menjelaskan terdapat faktor yang dapat menyebabkan terjadi keluhan *musculoskeletal* sebagai berikut:

1. Peregangan otot yang berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan dikeluhkan oleh karyawan dengan aktivitas kerja yang dilakukan dengan tenaga yang dikeluarkan cukup besar, misalnya

mengangkat beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan dapat terjadi karena pengeluaran tenaga yang berlebihan melampaui batas.

2. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang yaitu aktivitas yang dilakukan secara berulang dan terus-menerus. Aktivitas berulang merupakan pekerjaan yang dilakukan secara terus-menerus. Keluhan otot terjadi karena otot melakukan aktivitas berat dan tanpa melakukan istirahat yang cukup.

3. Sikap kerja tidak alamiah

Sikap yang mengakibatkan seluruh bagian tubuh dilakukan secara tidak alamiah yang jika dilakukan terus-menerus akan mengakibatkan cedera otot skeletal.

4. Faktor penyebab sekunder

Faktor penyebab sekunder merupakan getaran frekuensi tinggi yang dilakukan jaringan otot sehingga memberikan tekanan yang besar dan menyebabkan kontraksi otot.

2.3 *Nordic Body Map*

Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi. Bentuk lain dari *checklist* ergonomi adalah *checklist International Labour Organization (ILO)*. Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan pada bagian area tubuh tersebut (Kroemer, 2001 dalam Taufik 2010).

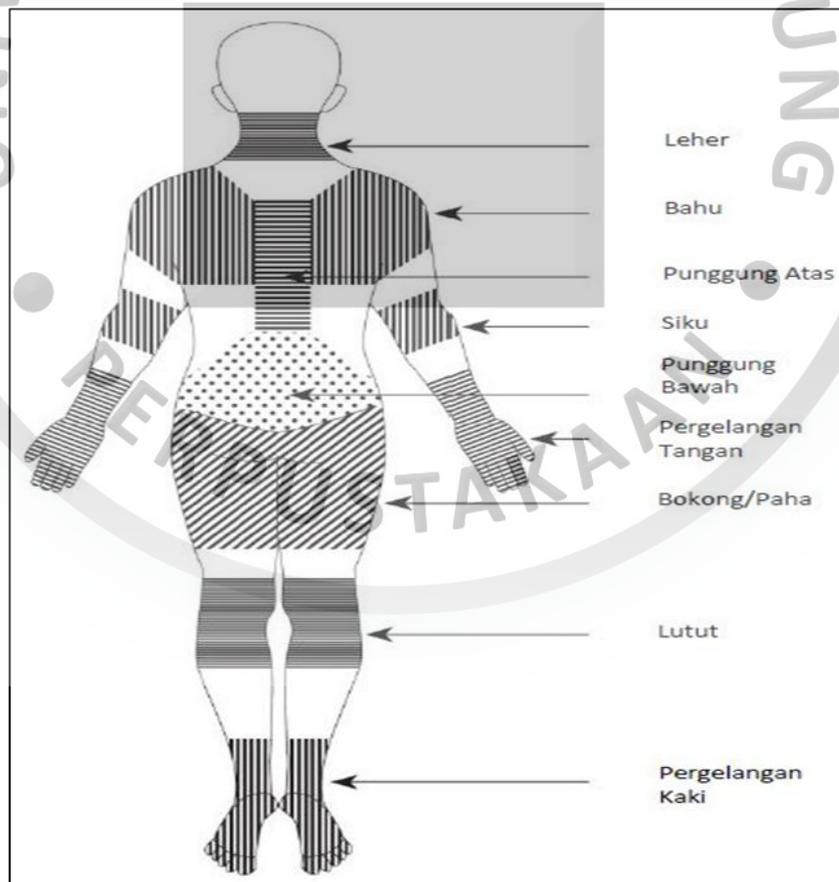
Cara pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan pada stasiun kerja. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi Sembilan (9) bagian utama, yaitu (Kroemer, 2001) :

- a) Leher
- b) Bahu
- c) Punggung bagian atas
- d) Siku
- e) Punggung bagian bawah

- f) Pergelangan tangan/tangan
- g) Pinggang/pantat
- h) Lutut
- i) Tumit/kaki

Responden yang mengisi kuesioner hanya perlu memberikan tanda “ceklis” (√) pada kolom yang telah disediakan untuk adanya keluhan dan tidak adanya gangguan bagian-bagian tubuh tersebut. Berikut adalah pembagian tubuh *Nordic Body Map* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Setiap responden harus mengisi ada atau tidaknya keluhan yang diderita, baik sebelum maupun sesudah melakukan pekerjaan tersebut. Kemudian akan dihitung banyaknya jawaban yang diberikan para responden dan dihitung persentase setiap anggota tubuh tersebut. Berikut merupakan kuesioner *Nordic Body Map* yang terdiri dari 2 bagian yaitu bagian A untuk demografi dan bagian B untuk isian, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2 sampai 2.4.



Gambar 2.1 Pembagian Tubuh *Nordic Body Map*
(Sumber: Widanarko., Dkk. 2016)

KUESIONER NORDIC BODY MAP

Bagian A. Demografi

Data Diri Responden

Jenis Kelamin :
Tempat / Tgl Lahir :
Tinggi Badan (cm) :
Berat Badan (kg) :
Pendidikan Terakhir :

Suku Bangsa : Betawi Sunda Jawa Batak Minangkabau
 Lainnya:

Data Perusahaan

1. Berikan tanda centang(✓) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil		Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		

2. Jumlah Karyawan : < 20 orang
 21 – 100 orang
 101– 500 orang
 >500 orang

3. Lokasi Industri (Kota/Provinsi):

Data Pekerjaan

Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan :
Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : ____ tahun ____ bulan
Berapa rata-rata jam kerja per hari : ____ jam per hari
Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal : Ya/ Tidak*
Apakah Anda bekerja dalam shift : Ya/ Tidak*

*Coret yang bukan merupakan jawaban

Gambar 2.2 Bagian A Kuesioner *Nordic Body Map*
(Sumber: Widanarko., Dkk. 2016)

Bagian B. Isian
 Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.

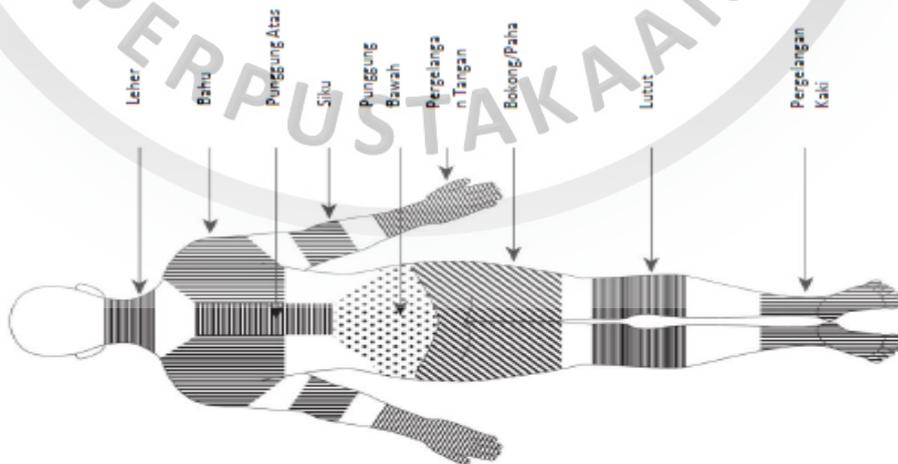
Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Gambar 2.3 Bagian B. Isian *Nordic Body Map*
 (Sumber: Widanarko., Dkk. 2016)

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.

Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)										Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/terapis?		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tidak pernah	Ya
LEHER												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BAHU												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PUNGGUNG ATAS												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SIKU												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PUNGGUNG BAWAH												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PERGELANGAN TANGAN												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOKONG/PAHA												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LUTUT												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PERGELANGAN KAKI												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Gambar 2.4 Bagian 2B. Isian Nordic Body Map
(Sumber: Widanarko., Dkk. 2016)

2.4 Metode *Ovako Work Analysis System* (OWAS)

OWAS merupakan suatu metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran tubuh dimana prinsip pengukuran yang digunakan adalah keseluruhan aktivitas kerja direkapitulasi, dibagi ke beberapa interval waktu (detik atau menit), sehingga diperoleh beberapa sampling postur kerja dari suatu siklus kerja dan/atau aktivitas lalu diadakan suatu pengukuran terhadap sampling dari siklus kerja tersebut. Konsep pengukuran postur tubuh ini bertujuan agar seseorang dapat bekerja dengan aman (*safe*) dan nyaman. Metode ini digunakan untuk mengklasifikasikan postur kerja dan beban yang digunakan selama proses ke dalam beberapa kategori fase kerja. Postur tubuh dianalisa dan kemudian diberi nilai untuk diklasifikasikan. OWAS bertujuan untuk mengidentifikasi resiko pekerjaan yang dapat mendatangkan bahaya pada tubuh manusia yang bekerja.

Penilaian tersebut digabungkan untuk melakukan perbaikan kondisi bagian postur tubuh yang berisiko terhadap kecelakaan. Secara jelas penilaian postur tubuh pada saat bekerja dapat ditunjukkan sebagai berikut:

- 1) Penilaian pada punggung (*back*) diberikan kriteria nilai 1 s.d 4 ditunjukkan pada Gambar 2.5 :



Gambar 2.5 Gambar Penilaian pada Punggung (*back*)
(Sumber: Anggraini dan Anda, 2012)

- 2) Penilaian pada lengan (*arms*) diberikan kriteria nilai 1 s.d 3 ditunjukkan pada Gambar 2.6:



Gambar 2.6 Gambar Penilaian pada Lengan (*arms*)
(Sumber: Anggraini dan Anda, 2012)

3) Penilaian pada kaki (*legs*) diberikan kriteria nilai 1 s.d 7 ditunjukkan pada Gambar 2.7:



Gambar 2.7 Gambar Penilaian pada Kaki (*legs*)
(Sumber: Anggraini dan Anda, 2012)

4) Penilaian pada beban (*load/use factor*) diberikan kriteria nilai 1 s.d 3 yaitu sebagai berikut ini:

- a. Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ($W < 10 \text{ Kg}$)
- b. Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W = 20 \text{ Kg}$)
- c. Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$)

5) Tabel penilaian analisa postur kerja menggunakan metode OWAS ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel Penilaian Analisa Postur Kerja Menggunakan Metode OWAS

BACK	ARMS	1			2			3			4			5			6			7			LEGS USE OF FORCE		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

(Sumber: Anggraini dan Anda, 2012)

- 6) Tabel kategori menggunakan metode OWAS ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Tabel kategori metode OWAS

Nilai Kategori	Aksi Kategori
1	Tidak perlu dilakukan perbaikan
2	Perlu dilakukan perbaikan
3	Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin
4	Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga

(Sumber: Anggraini dan Anda, 2012)

2.5 Antropometri

Istilah antropometri berasal dari "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti ukuran. Antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik ukuran tubuh manusia, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 2008). Antropometri dibagi ke dalam dua bagian, yaitu:

1. Antropometri Statis

Antropometri statis lebih berhubungan dengan pengukuran ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan statis (diam) yang distandarkan.

2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis lebih berhubungan dengan pengukuran ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan dinamis, di mana dimensi tubuh yang diukur dilakukan dalam berbagai posisi tubuh ketika sedang bergerak sehingga lebih kompleks dan sulit dilakukan.

Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan memakai produk tersebut. Dalam hal ini kegiatan perancangan peralatan kerja ini harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dan populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut.

2.5.1 Data Antropometri dan Cara Pengukurannya

Salah satu faktor pembatas kinerja tenaga kerja adalah tiadanya keserasian ukuran, bentuk sarana dan prasarana kerja terhadap tenaga kerja. Guna mengatasi keadaan tersebut diperlukan data antropometri tenaga kerja sebagai acuan dasar desain sarana dan prasarana kerja. Antropometri sebagai salah satu disiplin ilmu yang digunakan dalam ergonomi memegang peranan utama dalam rancang

bangun sarana dan prasarana kerja. Data Antropometri digunakan untuk macam-macam keperluan. Pada kedokteran kehakiman, salah satu fungsi antropometri adalah untuk identifikasi. Di sektor ketenagakerjaan peranan antropometri cukup dominan dalam menentukan efektivitas dan efisiensi peralatan dan fasilitas kerja. Bagi seorang ahli ergonomi, antropometri merupakan salah satu perangkat untuk mendapatkan hasil akhir berupa hubungan yang harmonis antara manusia dan peralatan kerja. Dikenal dua macam antropometri, yakni antropometri statis dan antropometri dinamis. Pada umumnya berkaitan dengan rancang bangun sarana dan prasarana kerja cukup digunakan data-data antropometri statis. Dimensi tubuh manusia sangat bervariasi antara satu orang dengan orang lainnya, antara laki-laki dan perempuan dan antara beberapa suku bangsa.

Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi. Perancangan lingkungan kerja fisik manusia pada umumnya berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia antara lain yaitu: (Nurmianto, 2008)

1. Umur

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar, seiring dengan bertambahnya umur, menurut penelitian yang dilakukan oleh A.F. Roche dan G.H Davila (1972) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang naik sampai dengan usia 21,2 tahun, sedangkan wanita 17,3 tahun.

2. Jenis Kelamin (*Sex*)

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

3. Suku bangsa (*Ethnic*)

Setiap suku bangsa akan memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya. Variasi dimensi akan terjadi, karena pengaruh etnis.

4. Posisi tubuh

Posisi tubuh (postur) akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh. Oleh sebab itu posisi tubuh standar harus ditetapkan untuk survey pengukuran. Dalam kaitan dengan posisi tubuh dikenal 2 cara pengukuran, yaitu:

- Pengukuran dimensi struktur tubuh (*structural body dimension*). Di sini tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak tetapi tegak sempurna.
- Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*fungsional body dimension*). Di sini pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh. pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan.

5. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim/musim yang berbeda dari suatu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar. Ataupun untuk para pekerja dipertambangan lepas pantai atau pengecoran logam, bahkan para penerbang dan astronot pun harus punya pakaian khusus.

6. 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).

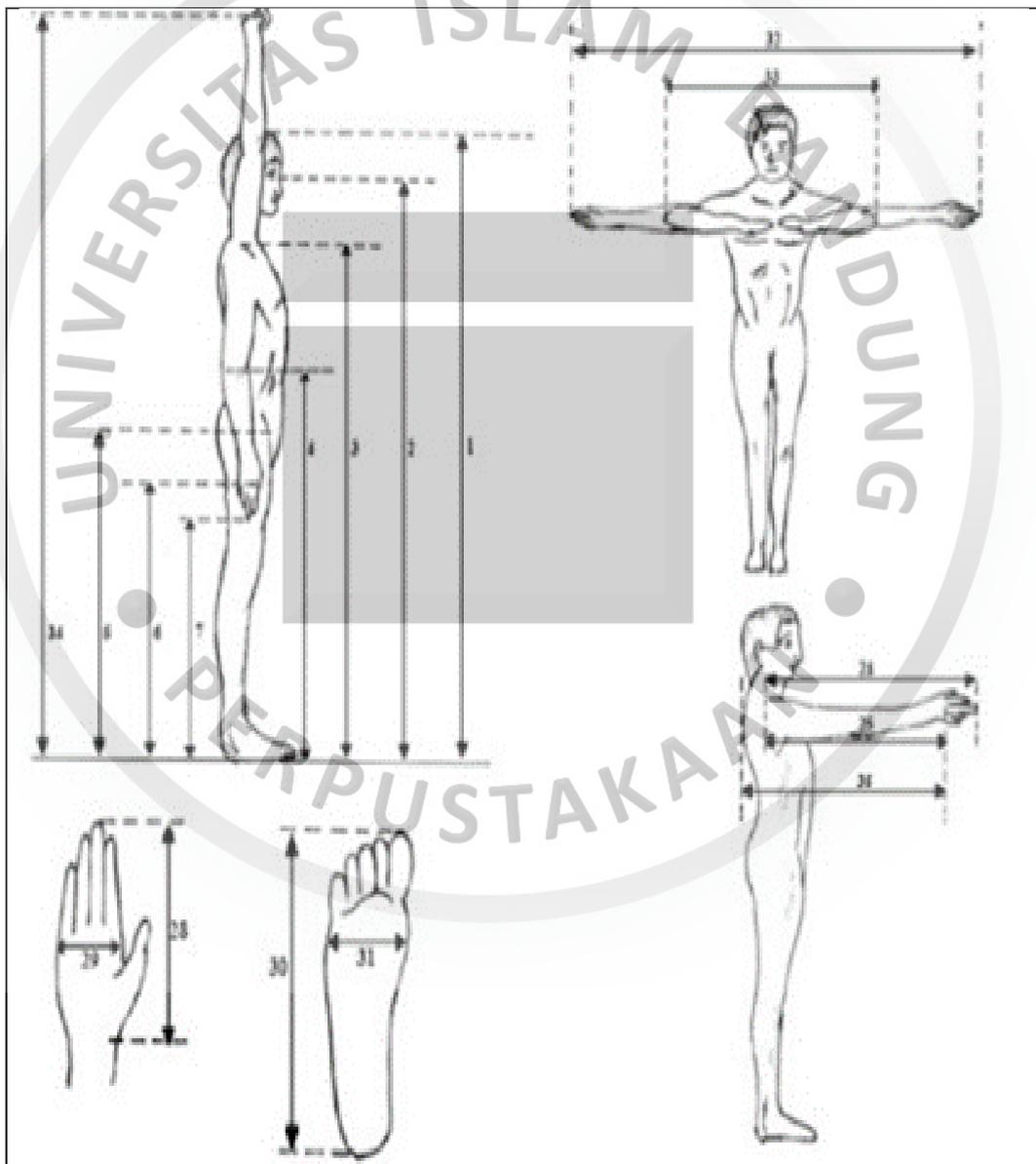
7. Cacat Tubuh Secara Fisik

Skala prioritas pada rancangan bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan "kesamaan" dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong/jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di

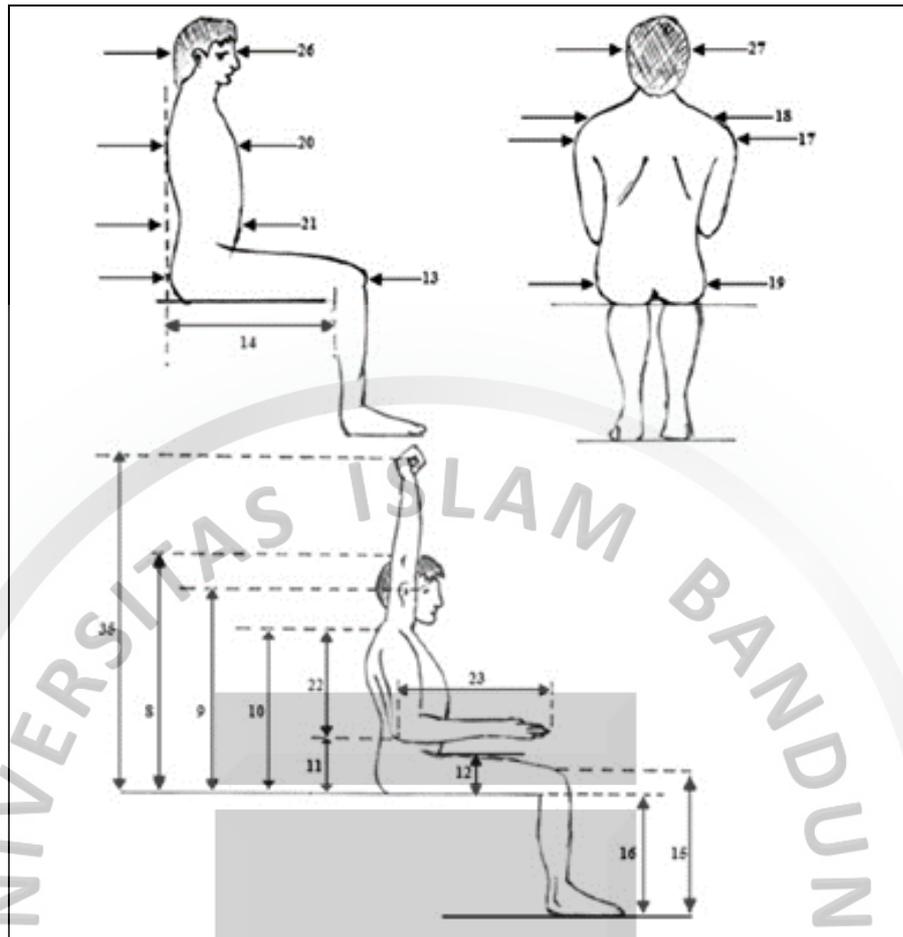
dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

2.5.2 Dimensi Tubuh Antropometri

Dimensi tubuh antropometri terbagi menjadi empat bagian, di antaranya antropometri tubuh manusia, antropometri bagian tangan, antropometri bagian kepala, dan antropometri bagian kaki. Informasi anggota tubuh agar bisa diaplikasikan dalam perancangan produk maupun fasilitas kerja pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



Gambar 2.8 Kelompok Dimensi Tubuh I
(Sumber: Hartono, 2012 dalam Nurhandayani, 2018)



Gambar 2.9 Kelompok Dimensi Tubuh II
(Sumber: Hartono, 2012 dalam Nurhandayani S, 2018)

Tabel 2.3 Keterangan Kelompok Dimensi Tubuh

No	Dimensi tubuh	Definisi
1	Tinggi tubuh	Jarak vertikal dari lantai ke bagian paling atas kepala.
2	Tinggi mata	Jarak vertikal dari lantai ke bagian luar sudut mata kanan.
3	Tinggi bahu	Jarak vertikal dari lantai ke bagian atas bahunan (<i>acromion</i>) atau ujung tulang bahu kanan.
4	Tinggi siku	Jarak vertikal dari lantai ke titik terbawah di sudut siku bagian kanan.
5	Tinggi pinggul	Jarak vertikal dari lantai ke bagian pinggul kanan.
6	Tinggi tulang ruas	Jarak vertikal dari lantai ke bagian tulang ruas/buku jari tangan kanan (<i>metacarpals</i>).
7	Tinggi ujung jari	Jarak vertikal dari lantai ke ujung jari tengah tangan kanan (<i>dactylion</i>).
8	Tinggi dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas kepala.
9	Tinggi mata dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian luar sudut mata kanan.

(Sumber: Hartono, 2012 dalam Nurhandayani S, 2018)

Lanjutan Tabel 2.3 Keterangan Kelompok Dimensi Tubuh

No	Dimensi tubuh	Definisi
10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian atas bahu kanan.
11	Tinggi siku dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian bawah lengan bawah tangan kanan.
12	Tebal paha	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas dari paha kanan.
13	Panjang lutut	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian depan lutut kaki kanan.
14	Panjang <i>popliteal</i>	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian belakang lutut kanan.
15	Tinggi lutut	Jarak vertikal dari lantai ke tempurung lutut kanan.
16	Tinggi <i>popliteal</i>	Jarak vertikal dari lantai ke sudut <i>popliteal</i> yang terletak di bawah paha, tepat di bagian belakang lutut kaki kanan.
17	Lebar sisi bahu	Jarak horizontal antara sisi paling luar bahu kiri dan sisi paling luar bahu kanan.
18	Lebar bahu bagian atas	Jarak horizontal antara bahu atas kanan dan bahu atas kiri.
19	Lebar pinggul	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan.
20	Tebal dada	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian dada untuk subyek laki-laki atau ke bagian buah dada untuk subyek wanita.
21	Tebal perut	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian yang paling menonjol di bagian perut.
22	Panjang lengan atas	Jarak vertikal dari bagian bawah lengan bawah kanan ke bagian atas bahu kanan.
23	Panjang lengan bawah	Jarak horizontal dari lengan bawah diukur dari bagian belakang siku kanan ke bagian ujung dari jari tengah.
24	Panjang rentang tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus.
25	Panjang bahu genggam tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh tangan kanan, dengan siku dan pergelangan tangan lurus.
26	Panjang kepala	Jarak horizontal dari bagian paling depan dahi (bagian tengah antara dua alis) ke bagian tengah kepala.
27	Lebar kepala	Jarak horizontal dari sisi kepala bagian kiri ke sisi kepala bagian kanan, tepat di atas telinga.

(Sumber: Hartono, 2012 dalam Nurhandayani S, 2018)

Lanjutan Tabel 2.3 Keterangan Kelompok Dimensi Tubuh

No	Dimensi tubuh	Definisi
28	Panjang tangan	Jarak dari lipatan pergelangan tangan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan posisi tangan dan seluruh jari lurus dan terbuka.
29	Lebar tangan	Jarak antara kedua sisi luar empat buku jari tangan kanan yang diposisikan lurus dan rapat.
30	Panjang kaki	Jarak horizontal dari bagian belakang kaki (tumit) ke bagian paling ujung dari jari kaki kanan.
31	Lebar kaki	Jarak antara kedua sisi paling luar kaki.
32	Panjang rentangan tangan ke samping	Jarak maksimum ujung jari tengah tangan kanan ke ujung jari tengah tangan kiri.
33	Panjang rentangan siku	Jarak yang diukur dari ujung siku tangan kanan ke ujung siku tangan kiri.
34	Tinggi genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri	Jarak vertikal dari lantai ke pusat batang silinder (<i>centre of a cylindrical rod</i>) yang digenggam oleh telapak tangan kanan.
35	Tinggi genggam ke atas dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke pusat batang silinder.
36	Panjang genggam tangan ke depan	Jarak yang diukur dari bagian belakang bahu kanan (tulang belikat) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh telapak tangan kanan.

(Sumber: Hartono, 2012 dalam Nurhandayani S, 2018)

Tahapan perancangan sistem kerja menyangkut *work space design* dengan memperhatikan faktor antropometri secara umum adalah sebagai berikut (Roebuck 1995 dalam Rahman R, 2016) :

1. Menentukan kebutuhan perancangan dan kebutuhannya (*establish requirement*)
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai
3. Pemilihan sampel yang akan diambil datanya
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi tubuh yang akan diambil)
5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai
6. Penyiapan alat ukur yang akan dipakai
7. Pengambilan data
8. Pengolahan data:

a. Uji Keseragaman Data

Berikut ini adalah langkah uji keseragaman data yaitu:

- Tentukan jumlah seluruh data

$$(\sum x) \dots\dots\dots (II.1)$$

- Tentukan rata-rata sebenarnya dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{(\sum Xi)}{n} \dots\dots\dots (II.2)$$

Ket : Xi = Data antropometri

n = Banyaknya data

- Tentukan standar deviasi dengan rumus :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (II.3)$$

- Hitung batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dengan rumus :

$$BKA/BKB = \bar{X} \pm Z\sigma$$

b. Uji Kecukupan Data

Berikut ini adalah langkah uji kecukupan data yaitu:

- Untuk data yang belum normal

$$n' = \left[\frac{\frac{z}{\alpha} \sqrt{n \times \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \dots\dots\dots (II.4)$$

c. Pembentukan Kelas Interval

Berikut ini adalah langkah pembentukan kelas interval data yaitu:

- Tentukan jumlah kelas (k)

$$k = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots (II.5)$$

- Tentukan Rentang Kelas (R)

$$R = \text{data maksimum} - \text{data minimum} \dots\dots\dots (II.6)$$

- Tentukan Panjang kelas interval (I)

$$I = R / k \dots\dots\dots (II.7)$$

- Menghitung Nilai Z₁ dan Z₂

$$Z_1 = \frac{\text{Batas Bawah kelas Boundaris} - \bar{X}}{\text{Standar Deviasi}} \dots\dots\dots (II.8)$$

$$Z_2 = \frac{\text{Batas Atas kelas Boundaris} - \bar{X}}{\text{Standar Deviasi}} \dots\dots\dots (II.9)$$

- Tentukan luas kurva

$$P (Z_1 < Z < Z_2) \dots\dots\dots (II.10)$$

- Tentukan Nilai e_i
 $e_i = n \times \text{Luas kurva} \dots\dots\dots(\text{II.11})$

d. Uji Kenormalan Data

Langkah-langkah uji kenormalan data yaitu sebagai berikut:

a. Uji Hipotesis :

$H_0 : \chi^2_{\text{tabel}} > \chi^2_{\text{hitung}}$ (Data berdistribusi normal)

$H_1 : \chi^2_{\text{tabel}} \leq \chi^2_{\text{hitung}}$ (Data tidak berdistribusi normal)

b. Daerah kritis : $\chi^2_{\text{tabel}} > \chi^2_{\text{hitung}}$

Dimana χ^2_{tabel} dapat dilihat pada tabel chi kuadrat.

Derajat Kebebasan $V = k - 1$

$\chi^2_{\text{tabel}} = \chi^2_{(1-\alpha)(V)} \dots\dots\dots(\text{II.12})$

Keterangan:

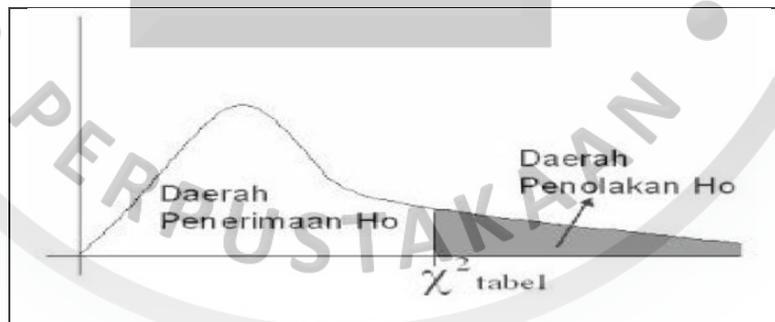
$\alpha = 0,05$

Berikut ini langkah mencari χ^2_{hitung} yaitu:

- Perhitungan χ^2_{hitung} :

$\chi^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{(f_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(\text{II.13})$

- Apabila $\chi^2_{\text{tabel}} \leq \chi^2_{\text{hitung}}$ maka dapat dikatakan tidak berdistribusi normal, sedangkan jika $\chi^2_{\text{tabel}} > \chi^2_{\text{hitung}}$ maka dapat dikatakan berdistribusi normal.



Gambar 2.10 Kurva Distribusi Normal

e. Perhitungan Persentil Data (persentil kecil, rata-rata dan besar)

Rumus persentil dibagi menjadi dua yaitu:

- Rumus persentil untuk data normal

$P_5 = \bar{X} - Z\sigma \dots\dots\dots(\text{II.14})$

$P_{50} = \bar{X} \dots\dots\dots(\text{II.15})$

$P_{95} = \bar{X} + Z\sigma \dots\dots\dots(\text{II.16})$

- Rumus persentil untuk data tidak normal

$$P_i = L_i + \left[\frac{\left(\frac{i \cdot n}{100} - \sum f_n\right)}{F} \right] xk \dots\dots\dots(II.17)$$

Dengan:

L_i = Batas bawah kelas boundaries

k = Panjang kelas interval

i = 1,2,3,.....99

F = Frekuensi pada kelas persentil

$\sum f$ = Jumlah frekuensi kumulatif persentil

n = Jumlah Data

- f. Penentuan dimensi akhir yang ditentukan dengan menambahkan toleransi yang diperlukan.**
- g. Penentuan ukuran untuk dimensi fasilitas berdasarkan dimensi tubuh.**
- h. Penentuan spesifikasi fasilitas kerja dilihat dari dimensi tubuh**