

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil penelitian terdahulu

Dayal Gustopo (2014) "Desain fasilitas pengaduk pakan ternak untuk peningkatan produksi" perancangan mesin yang ergonomis dengan menggunakan metode antropometri mengalami penurunan beban yang diterima oleh punggung dari alat lama sebesar 84 Nm menjadi 17 Nm dengan alat baru. Pada sikap kerja *operator*, mengalami penurunan beban yang diterima oleh leher dari alat lama sebesar 7 Nm menjadi 4Nm dengan alat baru.

Duke (2004) , "*Productivity and Ergonomic Investigation of Bent-Handle Pliers*", Dalam tugas perakitan komputer memperbaiki sikap kerja yang ergonomis, dari perubahan alat menghasilkan kinerja 5,3% (*bent-handle pliers*) lebih cepat, penelitian ini menitik beratkan hubungan peralatan yang ergonomis dengan peningkatan produktivitas pekerja dalam penggunaan peralatan yang tepat

Mindhayani (1998) "Perbaikan sistem kerja untuk meningkatkan produktivitas karyawan" PT. Zamrud Java merupakan perusahaan yang bergerak dibidang mebel dan aktivitas pekerjaan pada bagian produksi membutuhkan tenaga otot selama melakukan pekerjaannya Perbaikan sistem kerja dengan intervensi ergonomi dapat menurunkan kelelahan kerja sebesar 25,07 % , menurunkan keluhan muskuloskeletal sebesar 10,91 % dapat meningkatkan produktivitas sebesar 36,96 %

2.2 Landasan Umum

Ergonomi atau *Ergonomics* (bahasa Inggrisnya) sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu Ergo yang berarti kerja dan Nomos yang berarti aturan atau hukum. Ergonomi mempunyai berbagai batasan arti, di Indonesia disepakati bahwa *ergonomic* adalah ilmu serta penerapannya yang berusaha untuk menyetarakan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia seoptimal-optimalnya (Nurmianto, 2000). Ergonomi merupakan salah satu dari persyaratan untuk mencapai rancangan yang *qualified, certified, dan customer need*. Ilmu ini akan menjadi suatu keterkaitan yang simultan dan menciptakan sinergi dalam pemunculan gagasan, proses desain, dan desain *final*. Ergonomi merupakan ilmu perancangan berbasis manusia (Human Centered Design). Dengan diterapkannya ergonomi, sistem kerja menjadi lebih produktif dan efisien. Menurut (Sutalaksana 1979). Pada dasarnya ergonomi adalah suatu cabang ilmu pengetahuan 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 tersebut dengan baik yaitu untuk mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman.

Analisis dan penelitian ergonomi meliputi hal-hal:

- Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya) dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- Kondisi-kondisi kerja.

Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian Ergonomi dapat dikelompokkan dalam 4 bidang penelitian, yaitu:

- Penelitian tentang *Display*.
Display adalah alat yang menyajikan informasi tentang lingkungan yang dikomunikasikan dalam bentuk tanda-tanda atau lambang-lambang. *Display* terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *Display* Statis dan *Display* Dinamis. *Display* Statis adalah *display* yang memberikan informasi tanpa dipengaruhi oleh variable waktu, misalnya peta. Sedangkan *Display* Dinamis adalah *display* yang dipengaruhi oleh *variable* waktu, misalnya *speedometer* yang memberikan informasi kecepatan kendaraan bermotor dalam setiap kondisi.
- Penelitian tentang Kekuatan Fisik Manusia.
Penelitian ini mencakup mengukur kekuatan/daya fisik manusia ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja serta peralatan harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktifitas tersebut. Penelitian ini merupakan bagian dari biomekanik.
- Penelitian tentang Ukuran/Dimensi dari Tempat Kerja
Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan ukuran tempat kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia, dipelajari dalam *Antropometri*.
- Penelitian tentang Lingkungan Fisik
Penelitian ini berkenaan dengan perancangan kondisi lingkungan fisik dari ruangan dan fasilitas-fasilitas dimana manusia bekerja. Hal ini meliputi perancangan cahaya, suara, warna, temperatur, kelembaban, bau-bauan dan getaran pada suatu fasilitas kerja.

Tujuan ergonomi: Aman, nyaman, mudah, efisien dan produktif

2.3 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

2.3.1 Metode RULA

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) merupakan suatu metode penelitian untuk menginvestigasi gangguan pada anggota badan bagian atas. Metode ini dirancang oleh Lynn McAtamney dan Nigel Corlett (1993) yang menyediakan sebuah perhitungan tingkatan beban muskuloskeletal di dalam sebuah pekerjaan yang memiliki resiko pada bagian tubuh dari perut hingga leher atau anggota badan bagian atas.

Metode ini tidak membutuhkan peralatan spesial dalam penetapan penilaian postur leher, punggung, dan lengan atas. Setiap pergerakan di beri skor yang telah ditetapkan. RULA dikembangkan sebagai suatu metode untuk mendeteksi postur kerja yang merupakan faktor resiko. Metode didesain untuk menilai para pekerja dan mengetahui beban muskuloskeletal yang kemungkinan menimbulkan gangguan pada anggota badan atas.

Metode ini menggunakan *diagram* dari postur tubuh dan tiga tabel skor dalam menetapkan evaluasi faktor resiko. Faktor resiko yang telah diinvestigasi dijelaskan oleh McPhee sebagai faktor beban eksternal yaitu:

1. Jumlah pergerakan
2. Kerja otot statik
3. Tenaga/kekuatan
4. Penentuan postur kerja oleh peralatan
5. Waktu kerja tanpa istirahat.

Dalam usaha untuk penilaian 4 faktor beban eksternal (jumlah gerakan, kerja otot statis, tenaga kekuatan dan postur), RULA dikembangkan untuk (McAtamney dan Corlett, 1993):

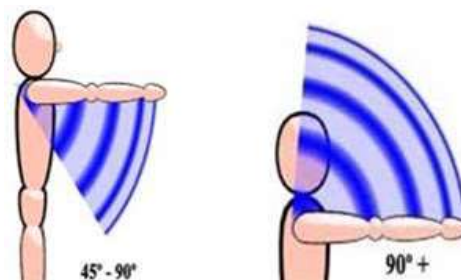
1. Memberikan sebuah metode penyaringan suatu populasi kerja dengan cepat, yang berhubungan dengan kerja yang beresiko yang menyebabkan gangguan pada anggota badan bagian atas.
2. Mengidentifikasi usaha otot yang berhubungan dengan postur kerja, penggunaan tenaga dan kerja yang berulang-ulang yang dapat menimbulkan kelelahan otot.
3. Memberikan hasil yang dapat digabungkan dengan sebuah metode penilaian ergonomi yaitu epidemiologi, fisik, mental, lingkungan dan faktor organisasi.

2.3.2 Perhitungan RULA

Pengembangan dari RULA terdiri atas tiga tahapan yaitu:

1. Mengidentifikasi postur kerja
 2. Sistem pemberian skor
 3. Skala *level* tindakan yang menyediakan sebuah pedoman pada tingkat resiko yang ada dan dibutuhkan untuk mendorong penilaian yang melebihi detail berkaitan dengan analisis yang didapat.
- a. Lengan atas (*upper arm*)

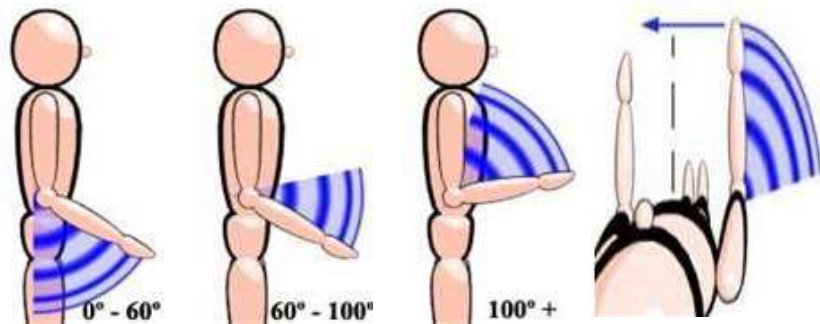
Penilaian terhadap lengan atas (*upper arm*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk lengan atas pada saat melakukan aktivitas kerja. Sudut yang dibentuk oleh lengan atas diukur menurut posisi batang tubuh. Adapun postur lengan atas (*upper arm*) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1.
Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (Upper Arm)

b. Lengan Bawah (*lower arm*)

Penilaian terhadap lengan bawah (*lower arm*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk lengan bawah pada saat melakukan aktivitas kerja. Sudut yang dibentuk oleh lengan bawah diukur menurut posisi batang tubuh. Adapun postur lengan bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada

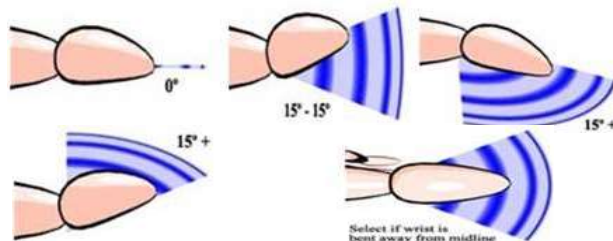


Gambar 2.2.

Postur Tubuh Bagian Lengan Bawah (Lower Arm)

c. Pergelangan Tangan (*wrist*)

Penilaian terhadap pergelangan tangan (*wrist*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk oleh pergelangan tangan pada saat melakukan aktivitas kerja. Sudut yang dibentuk oleh pergelangan tangan diukur menurut posisi lengan bawah. Adapun postur pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3.

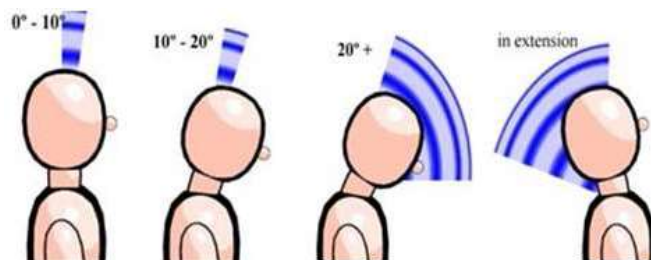
Postur Tubuh Pergelangan Tangan (*wrist*)

d. Penilaian postur tubuh group B

Postur tubuh grup B terdiri atas leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*legs*).

➤ Leher (*neck*)

Penilaian terhadap leher (*neck*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap posisi leher pada saat melakukan aktivitas kerja apakah *operator* harus melakukan kegiatan ekstensi atau fleksi dengan sudut tertentu. Adapun postur leher dapat dilihat pada Gambar 2.4.

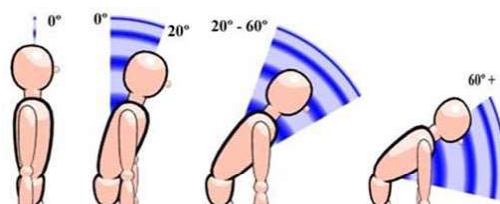


Gambar 2.4
Postur Tubuh bagian leher

➤ Batang Tubuh (*Trunk*)

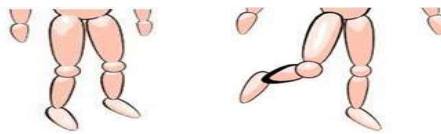
Penilaian terhadap batang tubuh (*trunk*), merupakan penilaian terhadap sudut yang dibentuk tulang belakang tubuh saat melakukan aktivitas kerja dengan kemiringan yang sudah diklasifikasikan. Adapun klasifikasi kemiringan batang tubuh saat melakukan aktivitas kerja dapat dilihat

Gambar 2.5.
Postur Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)



➤ Kaki (*Legs*)

Penilaian terhadap kaki (*legs*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap posisi kaki pada saat melakukan aktivitas kerja apakah *operator* bekerja dengan posisi normal/seimbang atau bertumpu pada satu kaki lurus. Adapun posisi kaki dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6.
Posisi Kaki (*Legs*)

2.3.3 Perhitungan Skor RULA

Langkah- langkah untuk perhitungan RULA

- Langkah 1, skor +4 digunakan untuk posisi lengan atas (90+ derajat).
- Langkah 2, skor +2 diberikan untuk posisi lengan bawah (<60 derajat).
- Langkah 3 pergelangan tangan skor adalah +2 untuk fleksi pergelangan tangan (> 15 derajat), dan +1 ditambahkan untuk *ulnar deviation*.
- Langkah 4 adalah +2 karena pergelangan tangan diputar dekat kisaran ujung.
- Setiap skor harus dilingkari pada Tabel A.
- Langkah 5: Menggunakan nilai dari langkah 1-4, cari skor untuk langkah di tabel A.
- Langkah 6: skor penggunaan otot ke kotak ini. Dalam contoh ini, posturnya tidak dipertahankan selama lebih dari 10 menit, dan tidak diulang 4x per menit. Karena itu, skornya 0.

- Langkah 7: Dalam contoh ini, beban lebih besar dari 4,4 lbs. dan diulang. Karena itu, skornya +2.
- Langkah 8: Tambahkan nilai pada langkah 5-7 untuk mendapatkan Skor Pergelangan Tangan / Lengan.
- Langkah 9-11: Analisis Leher, Batang dan Kaki
- Langkah 12: Menggunakan nilai dari langkah 9-11, cari skor di tabel B.
- Langkah 13: Tambahkan skor penggunaan otot ke kotak ini. Posturnya tidak di pertahankan selama lebih dari 10 menit, dan tidak diulang 4x per menit. Karena itu, skornya 0.
- Langkah 14: beban lebih besar dari 4,4 lbs. dan diulang. Karena itu, skornya +2.
- Langkah 15: Tambahkan nilai pada langkah 12-14 untuk mendapatkan nilai di group B Leher, *Trunk*, & *Legs*

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Scores

Table A		Wrist Score			
		1	2	3	4
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
	1	1	2	2	2
2	2	2	2	2	3
3	2	3	3	3	3
4	1	2	3	3	3
5	2	3	3	3	3
6	3	3	4	4	4
7	3	3	4	4	4
8	3	3	4	4	4
9	3	3	4	4	4
10	3	3	4	4	4
11	3	3	4	4	4
12	3	3	4	4	4
13	3	3	4	4	4
14	3	3	4	4	4
15	3	3	4	4	4
16	3	3	4	4	4
17	3	3	4	4	4
18	3	3	4	4	4
19	3	3	4	4	4
20	3	3	4	4	4
21	3	3	4	4	4
22	3	3	4	4	4
23	3	3	4	4	4
24	3	3	4	4	4
25	3	3	4	4	4
26	3	3	4	4	4
27	3	3	4	4	4
28	3	3	4	4	4
29	3	3	4	4	4
30	3	3	4	4	4
31	3	3	4	4	4
32	3	3	4	4	4
33	3	3	4	4	4
34	3	3	4	4	4
35	3	3	4	4	4
36	3	3	4	4	4
37	3	3	4	4	4
38	3	3	4	4	4
39	3	3	4	4	4
40	3	3	4	4	4
41	3	3	4	4	4
42	3	3	4	4	4
43	3	3	4	4	4
44	3	3	4	4	4
45	3	3	4	4	4
46	3	3	4	4	4
47	3	3	4	4	4
48	3	3	4	4	4
49	3	3	4	4	4
50	3	3	4	4	4
51	3	3	4	4	4
52	3	3	4	4	4
53	3	3	4	4	4
54	3	3	4	4	4
55	3	3	4	4	4
56	3	3	4	4	4
57	3	3	4	4	4
58	3	3	4	4	4
59	3	3	4	4	4
60	3	3	4	4	4
61	3	3	4	4	4
62	3	3	4	4	4
63	3	3	4	4	4
64	3	3	4	4	4
65	3	3	4	4	4
66	3	3	4	4	4
67	3	3	4	4	4
68	3	3	4	4	4
69	3	3	4	4	4
70	3	3	4	4	4
71	3	3	4	4	4
72	3	3	4	4	4
73	3	3	4	4	4
74	3	3	4	4	4
75	3	3	4	4	4
76	3	3	4	4	4
77	3	3	4	4	4
78	3	3	4	4	4
79	3	3	4	4	4
80	3	3	4	4	4
81	3	3	4	4	4
82	3	3	4	4	4
83	3	3	4	4	4
84	3	3	4	4	4
85	3	3	4	4	4
86	3	3	4	4	4
87	3	3	4	4	4
88	3	3	4	4	4
89	3	3	4	4	4
90	3	3	4	4	4
91	3	3	4	4	4
92	3	3	4	4	4
93	3	3	4	4	4
94	3	3	4	4	4
95	3	3	4	4	4
96	3	3	4	4	4
97	3	3	4	4	4
98	3	3	4	4	4
99	3	3	4	4	4
100	3	3	4	4	4

Table C

Neck, Trunk, Leg Score	
	1 2 3 4 5 6 7+
1	1 2 3 3 4 5 5
2	2 2 3 4 4 5 5
3	3 3 3 4 4 5 5

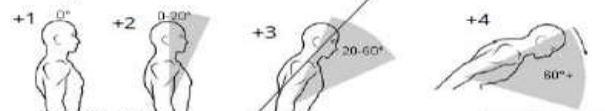
B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Neck Posture Score	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	9
6	6	7	8	9	9	9

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Neck Posture Score	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	9
6	6	7	8	9	9	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Sumber: Mark Middleworth, 1989

2.4 Antropometri

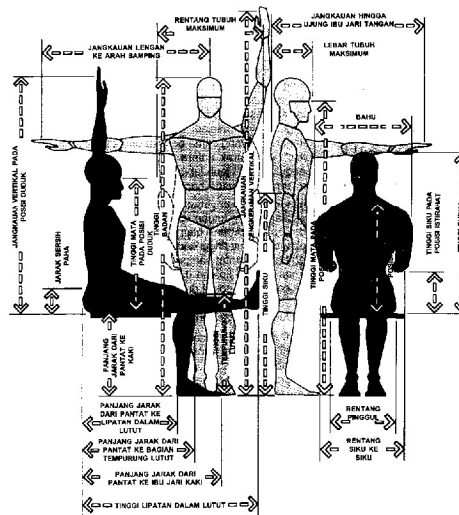
Antropometri adalah suatu cabang ilmu pengetahuan yang secara khusus mempelajari ukuran tubuh manusia digunakan untuk menentukan perbedaan individu atau kelompok. Antropometri hanya dipandang sebagai suatu pengukuran tubuh manusia semata, maka hal tersebut dapat dilakukan dengan

mudah dan sederhana. Data antropometri yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

- Perancangan areal kerja seperti *workstation*, ruang kemudi dan lain-lain.
- Perancangan peralatan kerja, seperti mesin, perkakas dan sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif seperti: kursi, meja, komputer, tempat tidur, penyangga tubuh dan lain-lain.
- Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian kenyataannya banyak didapati berbagai faktor atau kesulitan yang terlibat, Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia:

1. Umur (*age*)
2. Jenis kelamin (*gender*)
3. Suku bangsa (*ethnic*)
4. Posisi tubuh (*posture*)



Gambar 2.7
Skema Antropometri Manusia (Pheasant, 1988)

2.4.1 Uji Statistik Dalam Pengolahan Data Antropometri

Metode statistik digunakan dalam pengolahan data antropometri, sedangkan data yang diambil berasal dari, populasi dan sampel

2.4.1.1 Uji Keseragaman Data

Suatu data dikatakan seragam jika semua data berada diantara dua batas kontrol, yaitu batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Adapun perumusan dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah adalah sebagai berikut

- Rata-rata Hitung

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

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata hitung

$\sum X$ = Total jumlah sampel

N = Banyaknya sampel

- Standar Deviasi

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

Dimana :

SD = Standar deviasi

X = Data pengamatan

\bar{X} = Rata-rata hitung

- Batas

Kontrol

Menghitung batas kontrol atas dan bawah untuk grup data

$$BKA = \bar{X} + k \cdot \sigma$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot \sigma$$

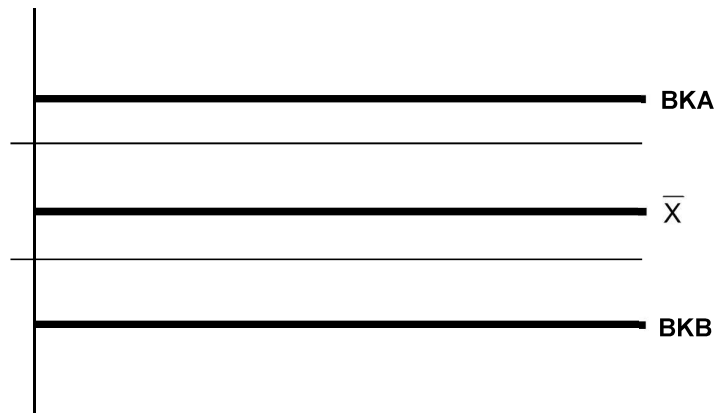
Dimana :

BKA = Batas Kontrol Atas \bar{X} = Rata-rata hitung

BKB = Batas Kontrol Bawah σ = Standart deviasi

k = Tingkat ketelitian (k=2)

Membuat grafik dengan batas kontrol atas dan bawah kemudian diplot dengan pengamatan yang ada



Gambar 2.1
Grafik Uji Keseragaman Data

Plot data akan terlihat jika semua data pengamatan berada dalam batas kontrol atau tidak ada data yang berada di luar batas kontrol (data ekstrim), maka hal itu berarti data pengamatan sudah seragam

2.4.1.2 Uji Kecukupan Data

Menentukan pengujian kecukupan data dilakukan setelah pengujian keseragaman data selesai dilakukan. Pengujian kecukupan data ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

N' = jumlah pengamatan yang diperlukan

N = jumlah pengamatan awal

k = tingkat kepercayaan ($k=2$)

s = tingkat ketelitian ($s=0,05$)

Jika $N' < N$ berarti pengamatan dirasa cukup

Jika $N' > N$ berarti pengamatan dirasa belum cukup

2.4.1.3 Persentil

Secara statistik terlihat bahwa ukuran tubuh manusia pada suatu populasi tertentu berada disekitar harga rata-rata dan sebagian kecil hingga harga ekstrim jatuh di dalam dua distribusi. Untuk itulah digunakan konsep persentil.

Dalam konsep persentil ini populasi yang ada dibagi menjadi 100 kategori persentase, diurut dari nilai terkecil ke nilai terbesar untuk ukuran tubuh tertentu. Persentil pada dasarnya menyatakan prosentase manusia dalam populasi yang memiliki dimensi tubuh pada ukuran nilai tertentu (atau lebih rendah).

Dalam konsep persentil ini ada dua hal penting yang harus dipahami yaitu:

- Persentil antropometri pada individu, hanya didasarkan atas satu ukuran tubuh saja, seperti tinggi tubuh atau tinggi duduk.

- Tidak ada orang yang disebut sebagai orang persentil ke-50 atau persentil ke-5. Seseorang yang memiliki persentil ke-50 untuk tinggi mungkin dapat memiliki tinggi lutut pada persentil ke-40 atau panjang tangan persentil ke-50.

Dengan memandang antropometri serta konsep di atas maka dapat disimpulkan adanya penekanan pada tiga hal sebagai berikut:

1. Adanya suatu basis data (*data base*) antropometri yang mampu menggambarkan populasi pemakai.
2. Adanya keputusan yang menentukan bagaimana dan bagian mana dari tubuh serta ukuran yang harus sesuai dengan hasil rancangan.
3. Adanya prosedur yang sistematis yang berperan dalam menyesuaikan ukuran atau dimensi stasiun kerja terhadap ukuran atau tubuh pemakainya.

Menghitung Persentil :

Rentang = data terbesar – data terkecil

Jumlah kelas interval = $1 + 3.3 \log N$

Panjang kelas interval = $\frac{\text{Rentang}}{\text{JumlahKelas}}$

$$P_i = b + p \left[\frac{i \cdot N / 100 - F}{f} \right]$$

b = batas kelas n = jumlah sampel

p = panjang kelas F = frekuensi kumulatif

i = persentil ke-n f = frekuensi

2.4.2 Data Antropometri Yang Digunakan Dalam Penelitian

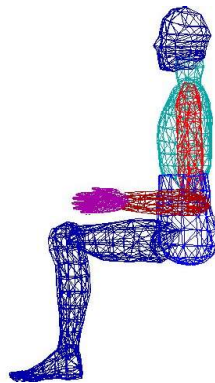
Data-data ini hasil dari pengukuran yang digunakan sebagai pertimbangan dalam proses perancangan sikap kerja dan ekonomi gerakan pada stasiun kerja pembuatan *paper pallet*

Kesimpulan yang dapat diambil adalah data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dimensi yang tepat berkaitan dengan stasiun kerja tersebut dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan. Secara umum 90%-95% dari populasi target dalam kelompok pemakaian suatu produk harus dapat digunakan secara layak.

Data antropometri yang digunakan dalam perancangan sikap kerja dan ekonomi gerakan dalam stasiun kerja pembuatan *paper pallet* ini adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Lipatan Dalam Lutut

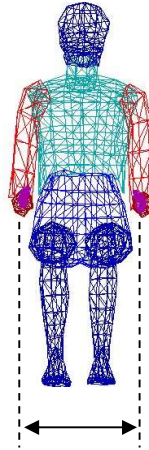
Aplikasi: digunakan untuk menentukan ketinggian tempat duduk pekerja



Gambar 2.8
Tinggi Lipatan Dalam Lutut

2. Jarak Dari Siku ke Siku

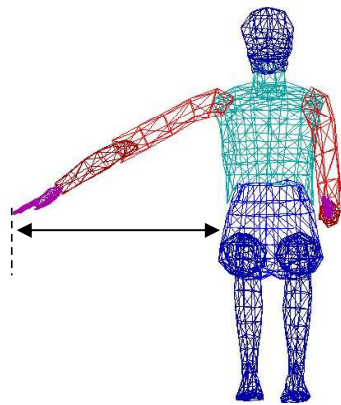
Aplikasi: digunakan untuk menentukan lebar minimal area kerja tangan.



Gambar 2.9
Jarak Siku ke Siku

3. Jarak Jangkauan Samping

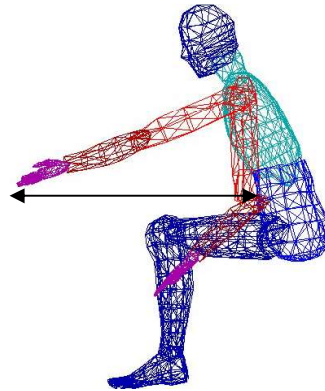
Aplikasi: digunakan untuk menentukan jarak jangkauan samping maksimum pada stasiun kerja



Gambar 2.10
Jarak Jangkauan Samping

4. Jarak Jangkauan Depan (pada posisi badan membungkuk ke depan 30°)

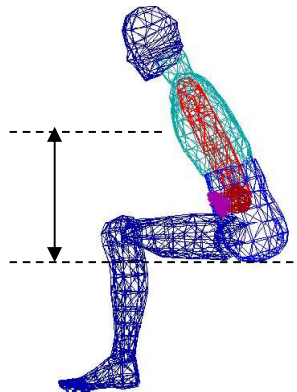
Aplikasi: digunakan untuk menentukan jarak maksimal jangkauan depan pada stasiun kerja.



Gambar 2.11
Jarak Jangkauan Depan

5. Tinggi Dada (pada posisi duduk membungkuk kedepan 30°)

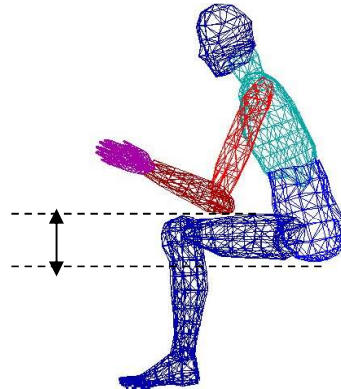
Aplikasi: digunakan untuk menentukan tinggi sandaran dada pekerja pada stasiun kerja.



Gambar 2.12
Tinggi Dada

6. Tinggi Siku Duduk (pada posisi duduk membungkuk kedepan 30°)

Aplikasi: digunakan untuk menentukan tinggi sandaran tangan pekerja pada stasiun kerja.



Gambar 2.13
Tinggi Siku Duduk

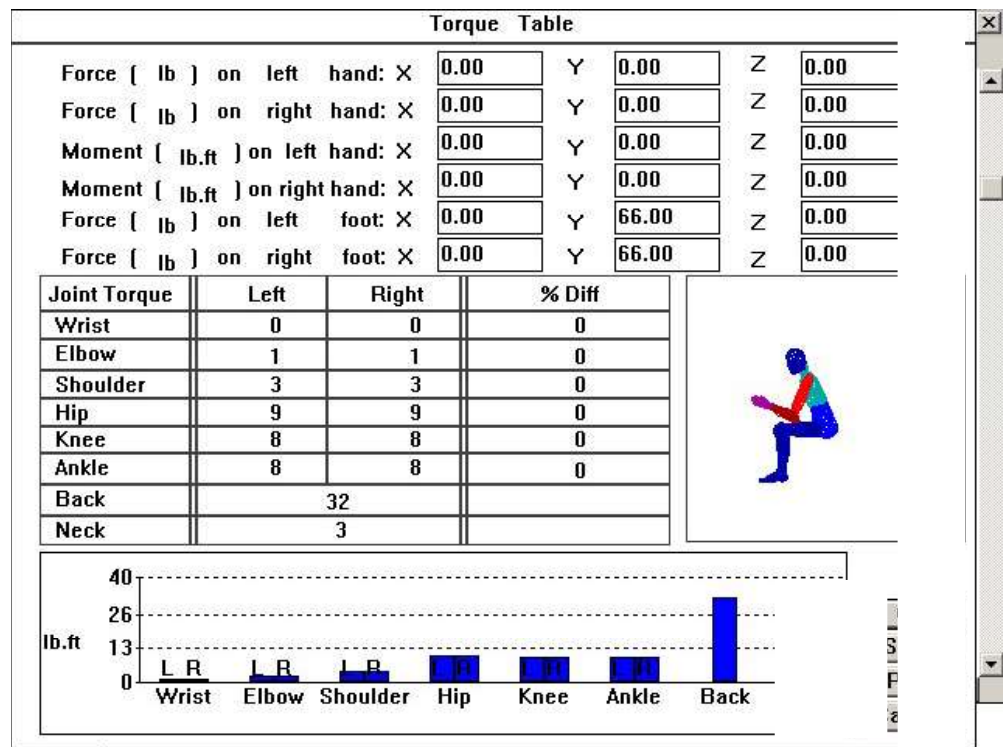
2.5 Analisis Torsi (Torque)

Digunakan untuk mengetahui apakah suatu sikap kerja tertentu ergonomis atau tidak. Analisa ini adalah tentang momen torsi yang terjadi pada bagian tubuh tertentu dari pekerja saat melakukan pekerjaannya. Dalam hal ini harus disimulasikan berbagai sikap kerja untuk mengetahui torsinya masing-masing, kemudian dipilih yang paling kecil yang berarti sikap yang bersangkutan adalah yang terbaik untuk pekerjaan tersebut. Tidak ada salahnya bila sikap tersebut kemudian dibakukan. Analisa torsi bisa disimulasikan dengan *software Mannequin Pro*.

Mannequin Pro merupakan salah satu program aplikasi komputer yang menggunakan gambar dan rancangan ergonomi sebagai *input* untuk menggambarkan tentang dimensi (antropometri) manusia. Gambar atau rancangan tersebut bisa berupa 2D (2 dimensi) atau 3D (3 dimensi).

Dalam program ini, gambar manusia dapat digerakkan kesetiap posisi sesuai dengan karakteristik gerak manusia, kemudian dapat ditampilkan dari setiap sudut, jarak atau perspektifnya. Terdapat beberapa hal yang bisa dilakukan seperti melihat, menjangkau dan menggapai obyek serta berjalan menganimasi gambar untuk memperlihatkan bagaimana posisi dan karakteristik badan setelah menjangkau sesuatu dan bagaimana manusia tersebut akan bergerak mengikuti pola yang ditetapkan oleh perancangan.

Mannequin Pro dapat juga menampilkan suatu grafik dari semua informasi statistik dan pengukuran yang terseleksi. Terakhir, dapat juga diukur *Torque Effect* dari setiap *force* (tekanan) yang ditimpakan ke bagian badan dan akibatnya kepada bagian / anggota badan yang lainnya. Kapabilitas ini sangat membantu didalam menghitung suatu hambatan terhadap *stress* dan *strength* yang menimpa sebagian anggota badan



Gambar 2.14
Contoh Tabel Hasil Perhitungan Torsi

2.6 Pengukuran Kerja

Pengukuran Kerja (*Work Measurement*) adalah tindakan pengukuran yang dilakukan terhadap berbagai aktivitas dalam rantai nilai yang ada pada suatu perusahaan. Hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan sebagai umpan balik yang akan memberikan informasi tentang prestasi pelaksanaan suatu rencana dan titik dimana perusahaan memerlukan penyesuaian–penyesuaian atas aktivitas perencanaan dan pengendalian.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop watch time study*) baik sekali diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang, terspesifikasi dengan jelas dan menghasilkan *output* yang relatif sama. Pengukuran waktu kerja adalah aktifitas untuk mengamati pekerjaan sekaligus mencatat waktu kerja yang dilakukan *operator* dengan *stop watch* sebagai alat bantu ukur, sehingga dapat diketahui operasinya ada yang berlangsung cepat, lambat atau normal. Langkah-langkah dalam melakukan *stop watch time study* adalah sebagai berikut :

1. Mencatat semua informasi yang berhubungan dengan pekerjaan yang bersangkutan.
2. Membagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail mungkin.
3. Mengamati, mengukur dan mencatat waktu yang dibutuhkan *operator*.
4. Menetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat.
5. Menetapkan *rate of performance* dari *operator* saat melakukan aktifitas.
6. Menyesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* kerja yang ditunjukkan oleh *operator* tersebut.
7. Menetapkan *allowance* atau waktu longgar untuk memberikan fleksibilitas pada *operator*.
8. Menetapkan waktu kerja baku atau *standard time*.

Asumsi-asumsi yang dipakai dalam pengukuran dengan jam henti ini adalah sebagai berikut:

1. Pekerja yang diamati mempunyai keterampilan yang sama
2. Kondisi lingkungan fisik pekerja tidak ada perbedaan
3. Metode kerja dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama, agar waktu baku dapat diaplikasikan untuk pekerja serupa
4. Performance kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

2.7 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Metode *survey*, merupakan metode pengumpulan data dengan mencatat seluruh elemen yang menjadi obyek penelitian.
2. Metode *sampling*, merupakan metode pengumpulan data dengan cara mencatat sebagian kecil dari populasi.
3. *Case study*, metode yang mengambil beberapa elemen dari suatu populasi yang tidak jelas keberadaanya.

2.8 Penentuan Sampel

Sampel adalah suatu cara pengumpulan data statistik yang sifatnya tidak menyeluruh artinya tidak mencakup seluruh obyek penyelidikan/populasi akan tetapi hanya bagian dari populasi saja, yaitu mencakup sampel yang diambil dari populasi tersebut (Suparno, 1989). Dengan meneliti sebagian dari populasi; diharapkan hasil yang diperoleh akan menggambarkan sifat-sifat dari populasi yang bersangkutan. Beberapa konsep *sampling* yang penting:

1. Populasi

Populasi merupakan jumlah keseluruhan dari unit analisa yang ciri-cirinya akan diduga. Populasi dapat dibedakan antara populasi *sampling* dan populasi sasaran.

2. Unsur *sampling*

Unsur *sampling* merupakan unsur yang diambil sebagai sampel. Unsur *sampling* diambil dengan kerangka *sampling*.

3. Kerangka *sampling*

Kerangka *sampling* merupakan daftar dari semua unsur *sampling* dalam populasi *sampling*. Ada bermacam-macam metode penarikan sampel, tetapi pada dasarnya dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

- Pengambilan sampel secara acak (*random*) disebut sampel probabilitas yaitu setiap unsur populasi mempunyai kesempatan

yang diketahui (*know chance*) untuk terpilih menjadi sampel. Disini mempertimbangkan perbedaan antara nilai sampel dengan nilai populasi yang diteliti. Perbedaan ini disebut sebagai alat penarikan sampel (*sampling error*).

- Pengambilan sampel yang bersifat tidak acak atau sampel non probabilitas. Yang termasuk metode penarikan sampel non probabilitas adalah *purposive sampling* yaitu penarikan sampel dimana unsur sampel dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan peneliti bahwa unit atau unsur penarikan sampel tersebut akan dapat membantu menjawab pertanyaan riset yang sedang dikerjakan.