

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Latin yaitu *Ergo* dan *Nomos*. *Ergo* artinya kerja dan *Nomos* artinya hukum alam. Ergonomic ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, hingga mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif aman dan nyaman. (Sutalaksana, 1979)

Ergonomi merupakan satu upaya dalam bentuk ilmu, teknologi dan seni untuk menyerasikan peralatan, mesin pekerjaan, sistem, organisasi dan lingkungan dengan kemampuan, kebolehan dan batasan manusia sehingga tercapai suatu kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, efisien dan produktif, melalui pemanfaatan tubuh manusia secara maksimal dan optimal. Agar tercapai kondisi tersebut, seharusnya peralatan dan lingkungan dikondisikan sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, bukan sebaliknya manusia disesuaikan dengan alat. Sesuai dengan pengertian ergonomi prinsip penting ergonomi yang selalu digunakan adalah prinsip *fitting the task/ to the man*, ini berarti harus disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia. Berdasarkan prinsip tersebut maka sistem kerja dirancang dengan memperhatikan faktor-faktor yang menjadi kelebihan dan keterbatasan manusia sebagai pengguna maka diperoleh suatu rancangan sistem kerja yang berada didalam daerah kemampuan manusia. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu Menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai *human factor* (Adelina, 2010).

Ergonomi dapat mengurangi beban kerja. Dengan evaluasi fisiologis, psikologis atau cara-cara tak langsung, beban kerja dapat diukur dan dianjurkan dimodifikasi yang sesuai antara kapasitas kerja dengan beban kerja dan beban

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tambahan.tujuan utamanya adalah untuk menjamin kesehatan kerja, sehingga produktivitas kerja dapat ditingkatkan. Dalam evaluasi kapasitas kerja, perhatian terutama perlu diberikan kepada kegiatan fisik, yaitu intensitas, tempo, jam kerja, dan waktu istirahat, pengaruh keadaan lingkungan (kelembaban, suhu, gerakan udara, kebisingan, penerangan, warna, debu dan lain-lain), data biologis (modifikasi makanan dan minuman, pemulihan sesudah tidur dan istirahat, perubahan kapasitas kerja oleh karena usia) dan kekhususan pekerjaan (misal getaran mekanis, kerja malam, dan kerja bergilir) (Soleman, 2011).

Ada 5 masalah pokok dalam ergonomi sehubungan dengan keterbatasan manusia, yaitu (Raharjo, 2008):

1. *Anthropometric*

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

2. *Cognitive*

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

3. *Musculoskeletal*

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

4. *Cardiovascular*

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

5. *Psychomotor*

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

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

2.2. Antropometri

Istilah antropometri berasal dari kata *anthro* yang berarti “manusia” dan *metri* yang berarti “ukuran”. Antropometri adalah studi tentang dimensi tubuh manusia. Antropometri merupakan suatu ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu ataupun kelompok dan lain sebagainya (Raharjo, 2008).

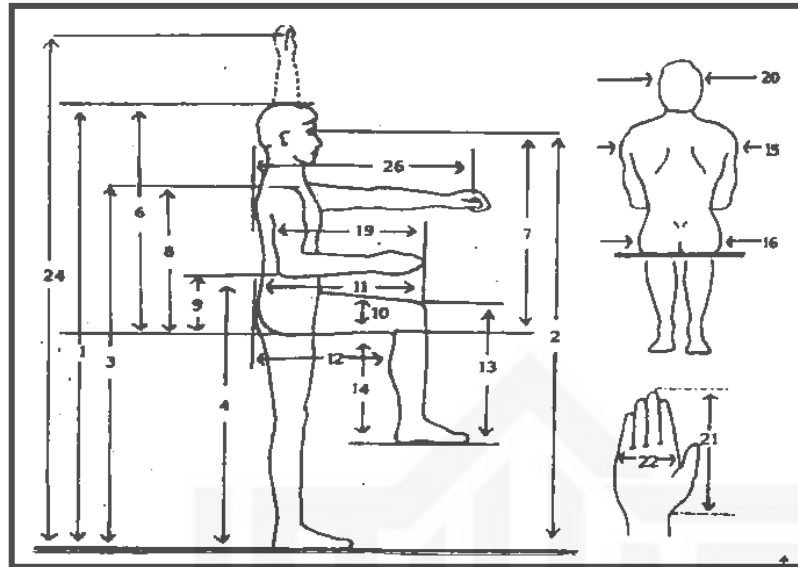
Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data-data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal perancangan areal kerja, perancangan peralatan kerja, perancangan produk-produk konsumtif, perancangan lingkungan kerja fisik (Daryono dan Budi, 2010).

Data antropometri dibedakan menjadi dua kategori, yaitu (Raharjo, 2008):

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

2.2.1. Dimensi Antropometri

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



Gambar 2.1 Antropometri Tubuh Manusia
 (Sumber: Numianto, 2004)

Keterangan:

1. Tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalang tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan)
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk /pantat sampai dengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha
11. Panjang paha diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri maupun duduk.
14. Tinggi duduk dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul.

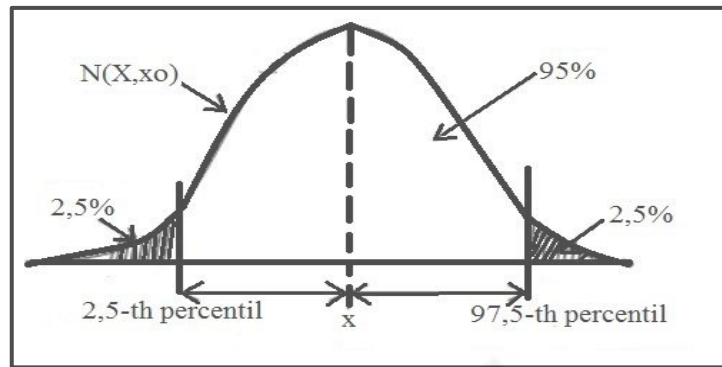
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar)
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar)
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapaktangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya nomor 24. Tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)
26. Jarak jangkauan tangan yang dijulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.2.2 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Antropometri

Masalah adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi apabila kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” dengan suatu rentang ukuran tertentu. Dalam penetapan data antropometri, pemakaian distribusi normal dapat diterapkan. Pada statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (*mean*) dan simpangan standarnya (*standard deviation*, (σx)) dari data yang ada. Nilai yang ada tersebut, maka persentil (suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) dapat ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bila ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada misalnya, maka diambil rentang persentil ke-2,5 dan 97,5 sebagai batas-batasnya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.2.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Distribusi Normal yang Mengakomodasi 95% dari Populasi
(Sumber: Nurmianto, 2004)

Tabel 2.1 Persentil Untuk Data Berdistribusi Normal

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

(Sumber: Kubangun, 2010)

2.2.3 Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada suatu rancangan produk atau fasilitas kerja yang akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya dapat sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri dapat dijelaskan, sebagai berikut (Putro, 2009):

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim, rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu:
 - a. Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
 - b. Tetap dapat digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara, yaitu:

1. Dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti pesentil ke-90, ke-95 atau ke-99.
2. Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10) dari distribusi data antropometri yang ada. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja ditetapkan dengan nilai persentil ke-5 untuk dimensi maksimum dan persentil ke-95 untuk dimensi minimumnya.
3. Prinsip perancangan produk yang dapat dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu. Rancangan dapat dirubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil ke-5 sampai dengan ke-95.
4. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata, rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam ukuran rata-rata. Produk dirancang dan dibuat untuk manusia yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

2.3. Pengujian Data

Data-data antropometri yang didapat akan melewati beberapa uji agar layak untuk membuat dimensi atau ukuran dalam perancangan. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain uji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data (Anugrah. 2012).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta milik UIN Suska Riau: State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau

2.3.1 Uji Kenormalan Data

Penggunaan uji kenormalan dilakukan untuk mengetahui apakah data tersebut telah terdistribusi secara normal. Maksud data terdistribusi secara normal adalah bahwa data akan mengikuti bentuk distribusi normal, dimana data memusat pada nilai rata-rata dan median (Nugroho, 2008). Uji Kenormalan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17.0.

Hipotesis : H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Keputusan : $Chi_Hitung < Chi_Tabel$: H_0 diterima, H_1 ditolak

$Chi_Hitung > Chi_Tabel$: H_0 ditolak, H_1 diterima

Chi_Tabel menggunakan tingkat signifikansi (σ) = 5%, ini berarti dalam penelitian hanya diperbolehkan penyimpangan sebesar 5%.

2.3.2 Uji Keseragaman Data

Dalam melakukan pengukuran kerja, keadaan sistem selalu berubah. Perubahan ini adalah suatu yang wajar karena bagaimanapun sistem kerja tidak dapat dipertahankan tetap terus menerus pada keadaan tetap yang sama. Keadaan sistem yang selalu berubah dapat diterima jika perubahannya adalah yang memang sepantasnya terjadi. Akibatnya waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah namun juga mesti dalam waktu batas kewajaran. Sehingga data waktu hasil pengukuran harus diseragamkan. Analisa keseragaman data bisa dilaksanakan dengan dua cara yaitu sebagai berikut (Hamni, 2008 dikutip oleh Fernando 2013):

1. Visual

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

2. Peta Kontrol (*control chart*)

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

Tahap-tahap yang harus dilakukan dalam menganalisa keseragaman data dengan Peta Kontrol adalah sebagai berikut (Hamni, 2008 dikutip oleh Fernando, 2013):

1. Rata-rata subgrup (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{k} \quad (2.1)$$

Dimana :

X_i = data waktu pada subgrup ke-i

k = jumlah data waktu pada tiap subgrup

2. Rata-rata dari rata-rata subgrup ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \quad (2.2)$$

Dimana :

\bar{X}_i = Rata-rata subgroup ke-i

n = Jumlah subgroup

3. Standar deviasi (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_j - \bar{\bar{X}})^2}{N-1}} \quad (2.3)$$

Dimana :

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari rata-rata subgrup

N = Jumlah data waktu pengamatan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

X_j = Waktu ke- j yang teramati selama pengamatan

4. Standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup ($\sigma_{\bar{X}}$)

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

Dimana :

σ = Standar deviasi

n = Jumlah subgrup

5. Batas Kontrol Atas (BKA)

$$BKA = \bar{\bar{X}} + \beta \sigma_{\bar{X}} \quad (2.5)$$

6. Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKB = \bar{\bar{X}} - \beta \sigma_{\bar{X}} \quad (2.6)$$

Dimana :

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari rata-rata subgrup

$\sigma_{\bar{X}}$ = Standard deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup

β = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga k adalah 3

2.3.3 Uji Kecukupan Data

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

Adapun tahapan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut (Nugroho, 2008):

I. Menentukan Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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

2. Pengujian kecukupan data dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N' = \left[\frac{\beta \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right]^2 \quad (2.7)$$

Dimana :

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

X = Data hasil pengukuran

α = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dalam desimal)

β = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0% - 68% harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69% - 95% harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96% - 100% harga k adalah 3

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

2.3.4. Allowance

Penyesuaian yang digunakan ialah penyesuaian Westinghouse. Penyesuaian Westinghouse telah membuat suatu tabel performance rating yang

berisi nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut (Munandar, 2013)

2.4. Beban Kerja

Permendagri No. 12/2008 menyatakan bahwa beban kerja adalah besaran pekerjaan yang harus dipikul oleh suatu jabatan/unit organisasi dan merupakan hasil kali antara volume kerja dan norma waktu. Jika kemampuan pekerja lebih tinggi daripada tuntutan pekerjaan, akan muncul perasaan bosan. Namun sebaliknya, jika kemampuan pekerja lebih rendah daripada tuntutan pekerjaan, maka akan muncul kelelahan yang lebih. Beban kerja yang dibebankan kepada karyawan dapat dikategorikan kedalam tiga kondisi, yaitu beban kerja yang sesuai standar, beban kerja yang terlalu tinggi (*over capacity*) dan beban kerja yang terlalu rendah (*under capacity*) (Sitepu, 2013).

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh beban tubuh, memungkinkan untuk dapat menggerakkan dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan disatu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai satu tujuan hidup. Dipihak lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan. Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik, maupun kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu dengan yang lain dan sangat tergantung dari tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan (Soleman, 2011).

2.4.1. Beban Kerja Fisik

Pada beban kerja fisik diperlukan kerja otot, jantung, dan paru, sehingga jika beban kerja fisik tinggi maka kerja otot, jantung, dan paru akan semakin tinggi juga, begitu pula sebaliknya. Menurut Tarwaka (2010), bahwa beban kerja fisik melibatkan penggunaan otot atau memerlukan usaha fisik untuk melakukan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pekerjaan tersebut. Setiap melakukan aktivitas kerja, maka mengakibatkan perubahan fungsi faal pada organ tubuh, diantaranya adalah konsumsi oksigen atau kebutuhan oksigen, laju detak jantung, peredaran udara atau ventilasi paru-paru, temperature tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan jumlah air seni, tingkat penguapan melalui keringat dan lain-lain (Tarwaka, 2010 dikutip oleh Agnez, 2015).

2.5. Denyut Nadi

Denyut nadi adalah frekuensi irama denyut/detak jantung yang dapat dipalpsi (diraba) dipermukaan kulit pada tempat-tempat tertentu Depdikbud, (1996:11). Siklus jantung terdiri dari periode relaksasi yang dinamakan *diastole* dan diikuti oleh periode kontraksi yang dinamakan *systole*. Kekuatan darah masuk ke dalam aorta selama sistolik tidak hanya menggerakkan darah dalam pembuluh ke depan tetapi juga menyusun suatu gelombang tekanan sepanjang arteri. Gelombang tekanan mendorong dinding arteri seperti berjalan dan pendorongnya teraba sebagai nadi. Urutan normal bagian-bagian jantung yang berdenyut yaitu kontraksi atrium (*sistolik atrium*) diikuti oleh kontraksi vertikal (*sistolik vertikal*) dan selama diastolic keempat ruangan relaksasi. Nadi berasal khusus dari sistem konduksi adalah *nodus siontriate (nodus SA)*, lintasan internodal atrium, *nodus atrioventrikuler (nodus AV)*, berkas HIS, cabangcabangnya dan sistem purkinje, ke otot ventrikel.

Pada jantung manusia normal, tiap-tiap denyut berasal dari noddus SA (irama sinus normal, NSR= Normal Sinus Rhythim) waktu istirahat jantung berdenyut kirakira 70 kali kecepatannya berkurang waktu tidur dan bertambah karena emosi, kerja, demam, dan banyak rangsangan yang lainnya (Muflicatun, 2006)

2.5.1. Pengukuran Denyut Nadi

Depdikbud (1996) menyatakan bahwa tempat meraba denyut nadi adalah: (1) Pergelangan tangan bagian depan sebelah atas pangkal ibu jari tangan (*Arteri radialis*); (2) Dileher sebelah kiri/kanan depan otot *sterno cleido mastoidues*

(*Arteri carolis*); (3) Dada sebelah kiri, tepat di apex jantung (*Arteri temporalis*); (4) Di pelipis. Metode pengukuran denyut nadi menurut (Muflicatun 2006)

2.6. Kelelahan

Kelelahan ialah kekurangan energy dan protein mengakibatkan tubuh menjadi kurang bergairah dalam melakukan pekerjaan dan pada akhirnya akan menurunkan produktivitas. Penelitian yang dilakukan oleh *Florencio et al* (2008) menunjukkan adanya hubungan antara konsumsi energi dengan produktivitas kerja. Pekerja dengan konsumsi cukup akan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya.

Penelitian yang dilakukan *Maes* (2011) menunjukkan bahwa intervensi gizi di lingkungan kerja akan meningkatkan aktivitas di tempat kerja sehingga dapat bekerja dengan lebih baik. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa faktor gizi sangat berpengaruh terhadap kesehatan pekerja. Kesehatan pekerja yang baik akan mengurangi terjadi kelelahan dalam bekerja (Umiyarni, 2012)

Kelelahan kerja dapat ditandai oleh menurunnya performa kerja atau semua kondisi yang memengaruhi semua proses organisme, termasuk beberapa faktor seperti perasaan kelelahan bekerja (*subjective feeling of fatigue*), motivasi menurun, dan penurunan aktivitas mental dan fisik. Sumber kelelahan kerja dapat berasal dari pekerjaan yang monoton, faktor fisik lingkungan kerja (penerangan, iklim kerja dan kebisingan, intensitas kerja mental dan fisik, faktor psikologi berupa tanggung jawab, konflik, kecemasan, kebiasaan makan, penyakit, dan status kesehatan (Setyowati dkk, 2014)

2.7. Perhitungan Waktu Baku

Perhitungan waktu baku merupakan perhitungan waktu tidak langsung. Jika semua data yang didapat telah memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian serta keyakinan yang diinginkan, maka selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku.

Langkah-langkah untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut (Raharjo, 2008):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Menghitung waktu siklus rata-rata (W_s) dengan:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2.8)$$

dimana:

X_i = Waktu pengamatan

N = Jumlah pengamatan

2. Menghitung waktu normal (W_n) dengan:

$$W_n = W_s \times p \quad (2.9)$$

Dimana:

p = Faktor penyesuaian

W_s = Waktu siklus rata-rata

3. Menghitung waktu baku (W_b) dengan:

$$W_b = W_n \times (1 + a) \quad (2.10)$$

Dimana:

a = Faktor kelonggaran

W_n = Waktu normal

2.8. Klasifikasi Perancangan Alat

Beberapa menggolongan disain metode telah banyak diusulkan, kebanyakan dari penggolongan dibuat dengan tujuan membantu para perancang untuk memilih metode sesuai

Lawrence (1993), menyatakan karakteristik alat atau perilaku disain yang didukung *Pedrini* (2005). Dalam beberapa hal tidak ada tanah/landasan untuk penggolongan dengan tegas dinyatakan *Tidak Wilde* (2004).

Penelitian Menyatakan suatu penggolongan umum yang mempertimbangkan penyisipan dari semua DSTS. Ini ikhtisar umum yang membantu peneliti dan DST-DEVELOPERS. Oleh karena itu, pengetahuan yang diperlukan tentang perancangan dengan tahap berbeda desain secara ilmu proses perancangan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Masing-Masing desain tahap harus memerlukan suatu tingkat yang berbeda, yang disajikan oleh masing-masing peran perancangan (Weytjens dkk, 2009)

Dalam persediaan alat berfungsi dalam rangka meningkatkan efisiensi dan memungkinkan untuk/karena standardisasi. Alat telah diperlukan untuk memenuhi tugas yang telah dirancang, untuk bereaksi terhadap kebutuhan dan murah

Sebagai konsekwensi, alat ditentukan telah dirancang untuk digunakan oleh semua para pemakai potensial. bagaimanapun, di tahun terakhir, pendekatan sudah merubah dan barang kelontong menjadi baru kenyamanan ditingkatkan dan mengurangi *biomechanical* permohonan mengenai para pemakai' kapasitas fungsional mempunyai yang diperkenalkan ke dalam disain alat. Ada beberapa pertimbangan untuk ini dalam pengembangan (Aptel dkk, 2015)

2.9. *Nordic Body Map*

Metode *Nordic Body Map* merupakan metode penilaian yang sangat subjektif artinya keberhasilan aplikasi metode ini sangat tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami pekerja pada saat dilakukannya penelitian dan juga tergantung dari keahlian dan pengalaman observer yang bersangkutan. Kuesioner *Nordic Body Map* ini telah secara luas digunakan oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan pada sistem muskuloskeletal dan mempunyai validitas dan reabilitas yang cukup (Tarwaka, 2010 dikutip oleh Agnez, 2015).

Dalam mengaplikasikan metode *Nordic Body Map* menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh (*body map*) merupakan cara yang sangat sederhana, mudah dipahami, murah dan memerlukan waktu yang sangat singkat ± 5 menit per individu. *Observer* dapat langsung mewawancarai atau menanyakan kepada responden otot – otot skeletal bagian mana saja yang mengalami gangguan/nyeri atau sakit dengan menunjuk langsung pada setiap otot skeletal sesuai yang tercantum dalam lembar kerja kuesioner *Nordic Body Map*. Kuesioner *Nordic Body Map* meliputi 28 bagian otot – otot skeletal pada kedua sisi tubuh kanan dan kiri. Dimulai dari anggota tubuh bagian atas yaitu otot leher sampai dengan otot pada kaki. Melalui kuesioner ini akan dapat diketahui bagian – bagian otot mana

saja yang mengalami gangguan kenyamanan atau keluhan dari tingkat rendah (tidak ada keluhan/cedera) sampai dengan keluhan tingkat tinggi (keluhan sangat sakit).

Pengukuran gangguan otot skeletal dengan kuesioner *Nordic Body Map* digunakan untuk menilai tingkat keparahan gangguan otot skeletal individu dalam kelompok kerja yang cukup banyak atau kelompok sampel yang merepresentasikan populasi secara keseluruhan. Penilaian dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilakukan dengan berbagai cara; misalnya dengan menggunakan 2 jawaban sederhana yaitu Ya (adanya keluhan atau rasa sakit pada otot skeletal) dan Tidak (tidak ada keluhan atau tidak ada rasa sakit pada otot skeletal). Tetapi lebih utama untuk menggunakan desain penelitian dengan skoring (misalnya; 4 skala Likert). Apabila menggunakan skala Likert maka setiap skor atau nilai haruslah mempunyai definisi operasional yang jelas dan mudah dipahami oleh responden (Tarwaka, 2010 dikutip oleh Agnez, 2015).

Selanjutnya setelah selesai melakukan wawancara dan pengisian kuesioner maka langkah berikutnya adalah menghitung total skor individu dari seluruh otot skeletal (28 bagian otot *skeletal*) yang diobservasi. Pada desain 4 skala Likert akan diperoleh skor individu terendah adalah sebesar 28 dan skor tertinggi adalah 112. Langkah terakhir dari metode ini adalah melakukan upaya perbaikan pada pekerjaan maupun sikap kerja, jika diperoleh hasil tingkat keparahan pada otot skeletal yang tinggi. Tindakan perbaikan yang harus dilakukan tentunya sangat bergantung dari resiko otot skeletal mana yang mengalami adanya gangguan. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat presentase jumlah skor pada setiap bagian otot skeletal dan kategori tingkat resiko. Tabel di bawah ini merupakan pedoman sederhana yang dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi tingkat resiko otot skeletal.

Tabel 2.2 Rating MSDs NBM

Total Skor Individu	Tingkat Resiko MSDs
28-49	Rendah
50-70	Sedang
71-91	Tinggi
92-112	Sangat Tinggi

(Sumber :Tarwaka dikutip Oleh Pajow, 2016)