

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Nurmianto (2008) mengungkapkan ergonomi merupakan bahasa latin dengan perpaduan kata “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti hukum alam dan didefinisikan sebagai pembelajaran mengenai aspek-aspek pada manusia di dalam lingkungan kerjanya yang meliputi anatomi, psikologi, fisiologi, perancangan, manajemen dan *engineering*. Ergonomi merupakan keilmuan yang mempelajari ilmu-ilmu kehayatan (kedokteran, biologi, ilmu kejiwaan, dan kemasyarakatan) terhadap manusia pada jenjang mikro maupun makro (Ginting, 2010).

Bridger (2018) mengungkapkan, ergonomi merupakan suatu ilmu interaksi antara manusia dengan mesin yang dipengaruhi berbagai faktor-faktor kegiatannya. Tujuan dari ergonomi yaitu meningkatkan kinerja sistem antara manusia dan mesin. Kinerja sistem antara manusia dan mesin dapat diperoleh dengan mendesain antarmuka lebih baik dengan faktor-faktor pada lingkungan kerja, atau organisasi kerja yang menurunkan kinerja antara manusia dan mesin.

Santoso (2004) mengungkapkan tujuan ergonomi adalah meningkatkan kinerja atau produktivitas pekerja dalam suatu perusahaan atau suatu organisasi. Peningkatan kinerja agar tercapainya keharmonisan antara pekerja dengan pekerjaannya, sehingga tercapainya hal tersebut dapat memperhatikan empat tujuan utama ergonomi, yaitu (Santoso, 2004):

- Memaksimalkan efisiensi pekerja;
- Memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja;
- Mendorong agar bekerja dengan nyaman (*convenience*), aman (*comfort*), serta bersemangat; dan
- Memaksimalkan performa kerja yang baik.

2.2 Kuesioner *Nordic Body Map*

Tarwaka (2015) mengungkapkan *Nordic Body Map* menjadi salah satu metode untuk menilai tingkat keparahan atas gangguan pada sistem muskuloskeletal. Kuesioner ini berisikan gambar 28 bagian otot sistem muskuloskeletal pada manusia,

observer akan menandai kuesioner pada kolom skoring bagian tubuh yang terasa mengalami keluhan oleh operator. Skoring pada kuesioner ini terbagi menjadi 4 skala, yaitu:

- Skor 0, tidak sakit atau tidak memiliki keluhan.
- Skor 1, agak sakit atau dirasakan sedikit keluhan namun tidak mengganggu aktifitas.
- Skor 2, sakit atau dirasakan keluhan serta mengganggu pekerjaan namun akan hilang setelah beristirahat.
- Skor 3, sangat sakit atau sangat dirasakan keluhan serta mengganggu pekerjaan namun tidak hilang walaupun beristirahat dalam waktu yang lama.

Berikut merupakan gambaran kuesioner secara lengkap pada Gambar 2.1 dan tabel klasifikasi total skor *Nordic Body Map* pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Skor *Nordic Body Map*

Total Skor Keluhan Individu	Tingkat Risiko	Kategori Risiko	Tindakan Perbaikan
0-20	0	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
21-42	1	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
42-52	2	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
63-84	3	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber : Tarwaka (2015)

2.3 *Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA)*

Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA) merupakan hasil modifikasi dari metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*, dengan kegunaan untuk menilai serta menganalisa postur kerja terkhusus tubuh bagian atas manusia. Metode NERPA dan RULA merupakan metode yang serupa sehingga perbedaan pada kedua metode ini yaitu bagian penilaian batang tubuh, leher dan telapak tangan, kemudian terdapat beberapa penambahan skor dan sudut pada NERPA agar lebih jelas dan tepat. Oleh karena itu, metode ini lebih baik dibandingkan metode RULA karena pendeteksian risiko ergonomis dilakukan lebih sensitif (Sanchez et al., 2013). NERPA dan RULA memiliki hubungan korelasi dan koefisien yang signifikan sehingga metode NERPA dapat menggantikan metode RULA (Khandan et al., 2018). NERPA adalah versi

Sistem Muskuloskeletal	Skoring				NBM	Sistem Muskuloskeletal	Skoring				
	0	1	2	3			0	1	2	3	
0. Leher Atas						1. Tenguk					
2. Bahu Kiri						3. Bahu 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. Tangan Kiri						17. Tangan Kanan					
18. Paha Kiri						19. Paha Kanan					
20. Lutut Kiri						21. Lutut Kanan					
22. Betis Kiri						23. Betis Kanan					
24. Pergelangan Kaki Kiri						25. Pergelangan Kaki Kanan					
26. Kaki Kiri						27. Kaki Kanan					
Total Skor Kanan						Total Skor Kiri					
Total Skor Individu MSDs = Total Skor Kanan + Total Skor Kiri											

Gambar 2.1 Kuesioner *Nordic Body Map* (Tarwaka,2015)

modifikasi dari RULA dan memiliki struktur yang sama. Namun, NERPA memiliki perubahan besar dibandingkan RULA.

2.3.1 Langkah-Langkah Metode NERPA

Penggunaan metode NERPA untuk mengetahui risiko kerja dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Sanchez et al., 2013):

1. Tentukan sudut postur kerja untuk dua grup yaitu grup A ditujukan pada bagian tubuh lengan bawah, lengan atas serta telapak tangan dan grup B ditujukan pada bagian batang tubuh, leher dan kaki.
2. Tentukan berat beban dan penggunaan otot dalam kegiatan kerja. Berat beban digunakan untuk mendapatkan skor sesuai dengan pekerjaannya. Skor dalam penggunaan otot ditentukan dari lama waktu pengerjaan serta melakukan pengulangan dalam waktu 1 menit.
3. Tentukan pengelompokan skor agar dapat menentukan skor pada grup A dan grup B. Hasil skor tersebut digunakan untuk tabel selanjutnya, tabel A agar mendapat skor tabel A dan begitu juga tabel B agar mendapat skor tabel B. Selanjutnya, skor pada tabel A dan skor pada tabel B dimasukkan ke tabel C agar mendapatkan skor akhir.
4. Tentukan tingkat tindakan berdasarkan dengan hasil akhir skor dari tabel C sesuai keterangan tingkat level risiko. Tingkat risiko terbagi 4 (empat) level yaitu, level 1 pekerjaan yang dilakukan aman, level 2 pekerjaan yang dilakukan diperlukan penyelidikan lebih lanjut, level 3 pekerjaan yang dilakukan memerlukan penyelidikan lebih lanjut dan dilakukan perubahan serta level 4 pekerjaan harus dilakukan penyelidikan dan segera dilakukan perubahan.

2.3.2 Lembar Pengamatan NERPA

Sanchez et al. (2013) menyajikan lembar pengamatan untuk menjelaskan metode NERPA dengan sangat rinci dengan menunjukkan setiap langkah untuk menyelesaikan penilaian tugas yang ergonomis. Lembar pengamatan dan penilaian NERPA (*worksheet*) terdapat pada Gambar 2.2. Lembar pengamatan NERPA terbagi menjadi dua grup yakni grup A terdiri dari bagian tubuh lengan atas, lengan bawah serta pergelangan tangan dan grup B terdiri dari bagian leher, punggung dan kaki. Berikut merupakan penjelasan dari setiap penilaian (Sanchez et al., 2013):

a. Grup A (Lengan Atas, Lengan Bawah dan Pergelangan Tangan)

- **Lengan Atas** : Pemberian skor 1 dalam metode NERPA sama seperti metode RULA yaitu 0° - 20° . Sedangkan untuk skor 2 memiliki dua batasan yaitu sudut lengan atas lebih dari 20° ekstensi untuk mencapai fleksibilitas yang lebih besar dan sudut 20° - 60° . Skor 3 diberikan jika lengan atas membentuk sudut lebih dari 60° . Ketiga rentang ini digunakan dalam metode baru untuk segmen ini. Jangkauan gerakan diperluas dengan cara ini dan tidak membatasi posisi kerja umum. Adapun penambahan skor 1 jika bahu naik lebih dari 25° atau bahu bergerak ke belakang. Selain itu skor 1 juga ditambahkan jika lengan atas menjauhi tubuh lebih dari 60° dan lebih dari 4 kali per menit melakukan pergerakan dan jika lengan atas menjauhi tubuh lebih dari 20° dan posisinya diam atau bergerak lebih dari 4 kali per menit.
- **Lengan Bawah** : Skor 1 diberikan jika sudut lengan bawah sebesar 60° - 100° , skor 2 jika memiliki sudut yang kurang dari 60° atau melebihi 100° . Kemudian penambahan skor 1 jika lengan bawah bergerak ke samping tubuh atau bergerak menyilang di depan tubuh..
- **Pergelangan Tangan** : Skor 1 diberikan jika pergelangan tangan menekuk keatas dan kebawah sebesar 15° , skor 2 diberikan jika menekuk keatas dan kebawah dengan jarak 45° . Kemudian skor 3 diberikan jika menekuk keatas dan kebawah lebih dari 45° . Adapun penambahan skor 1 jika pergelangan tangan bengkok dari garis tengah lebih dari 10° .
- **Perputaran Pergelangan Tangan** : Skor 1 diberikan jika pergelangan tangan berputar di pertengahan lebih kecil dari 70° dan skor 2 diberikan jika pergelangan tangan pada atau dekat ujung rentang memutar dengan sudut lebih dari 70° .

b. Grup B (Leher, Punggung dan Kaki)

- **Leher** : Skor 1 diberikan jika leher memiliki sudut 0° - 10° dan skor 2 diberikan jika memiliki sudut 10° - 20° . Sedangkan skor 3 diberikan jika menghadap kebawah dengan sudut lebih dari 20° dan skor 4 diberikan jika mendongak ke belakang lebih dari 5° . Adapun penambahan skor 1 jika leher bergerak berputar lebih dari 10° dan leher bergerak miring ke samping lebih dari 10° .

- **Punggung** : Skor 1 diberikan jika punggung memiliki sudut 0° - 20° , skor 2 diberikan jika punggung memiliki sudut 20° - 40° . Sedangkan skor 3 diberikan jika punggung memiliki sudut 40° - 60° . Skor 4 diberikan jika punggung memiliki sudut lebih dari 60° . Selain itu penambahan skor 1 jika punggung mengalami perputaran lebih dari 10° atau punggung miring ke samping lebih dari 10° .
- **Kaki** : Skor 1 diberikan jika kedua kaki menopang dan seimbang. Sedangkan skor 2 diberikan jika salah satu kaki menopang dan tidak seimbang.

c. Skor Penggunaan Otot

Skor 1 jika posisi tubuh diam (misalnya: memegang sesuatu lebih dari 1 (satu) menit) dan penambahan skor 1 juga diberikan jika operator bergerak berulang-ulang 4 kali setiap menit atau lebih.

d. Force/Load Score

Skor 0 diberikan jika beban kurang dari 2 kg (yang dilakukan sebentar). Jika beban seberat 2kg-10kg dan dilakukan sebentar maka skor 1. Namun jika berat beban 2kg-10kg dan gerakannya diam atau berulang-ulang skor yang diberikan adalah 2. Sedangkan jika beban lebih besar dari 10 kg atau berulang-ulang maka skor yang diberikan adalah 3.

e. Skor Akhir

Ada 4 tingkatan level risiko dari NERPA. Level 1 yaitu skor akhir 1-2 menunjukkan pekerjaan tersebut dapat diterima atau tidak berisiko sehingga tidak diperlukan perbaikan. Level 2 dengan skor akhir 3-4 menunjukkan bahwa penyelidikan lebih lanjut karena adanya risiko. Level 3 dengan skor akhir 5-6 menunjukkan penyelidikan lebih lanjut dan dilakukan perubahan dengan segera. Sedangkan level 4 dengan skor akhir 7 menunjukkan harus dilakukan penyelidikan dan perbaikan sesegera mungkin.

NERPA Assessment Worksheet

Step 1 : Upper Arm Position Assessment

Adjusted scores: +1, +2, +3

Adjust: Raised shoulder > 25° or shoulder extension: +1
 If upper arm is abducted > 60° and action > 4/minute or more: +1
 If upper arm is abducted > 20° and posture static or action > 4/minute: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score =

Step 2 : Lower Arm Position Assessment

Adjusted scores: +1, +2

Adjust: If arm is working across midline of the body: +1
 If arm out to side of body > 15°: +1

Final Lower Arm Score =

Step 3 : Wrist Position Assessment

Adjusted scores: +1, +2, +3

Adjust: If wrist is bent from the midline > 10°: +1

Final Wrist Score =

Step 4 : Wrist Twist

If wrist is twisted mainly in mid-range < 70° = 1;
 If twist at or near end of twisting range > 70° = 2

Wrist Twist Score =

Step 5 : Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Step 6 : Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute)
 If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score =

Step 7 : Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/Load Score =

Step 8 : Find Row in Table C

Row =

		TABLE A							
		Upper Arm				Lower Arm			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		1		2		3		4	
		Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist	Wrist twist
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	2	3	3	3	4	4
	2	3	3	3	3	3	3	4	4
	3	3	3	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8

Arm and Wrist	TABLE C (FINAL SCORE)						
	Neck, Trunk And Legs						
	1	2	3	4	5	6	+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	6	6	6	6	7	7	7
8	6	6	6	7	7	7	7

Final Score =

FINAL SCORE
 1 or 2 = Acceptable
 3 or 4 investigate further
 5 or 6 investigate further and change soon
 7 investigate and change immediately

Step 9: Neck Position Assessment

Adjusted scores: +1, +2, +3, +4

Adjust: If neck is twisted > 10°: +1
 If neck is side-bending > 10°: +1

Final Neck Score =

Step 10: Trunk Position Assessment

Adjusted scores: +1, +2, +3, +4

Adjust: If trunk is twisted > 10°: +1;
 If trunk is side-bending > 10°: +1

Final Trunk Score =

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1
 If not: +2

Legs Score =

Neck	TABLE B											
	Trunk						Legs					
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
3	2	3	2	3	4	5	5	6	6	7	7	7
4	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
5	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8
6	5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
7	6	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9,10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Posture Score =

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or;
 If action 4/minute or more: +1

Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/Load Score =

Step 15: Find Column in Table C

Column =

Gambar 2.2 Lembar Pengamatan NERPA (Sanchez et al., 2013)

2.4 Antropometri

Antropometri memiliki arti pengukuran pada tubuh manusia. Kata “*Anthropos*” memiliki arti manusia dan “*Metron*” memiliki arti pengukuran tubuh manusia untuk menentukan dimensi fisik berbagai benda agar sesuai dengan populasi sasaran (Bridger, 2018). Nurmianto (2008) mengungkapkan antropometri yaitu suatu kumpulan dari data numerik yang memiliki hubungan dengan fisik manusia, seperti bentuk, ukuran dan kekuatan yang digunakan untuk penyelesaian masalah perancangan agar mengetahui hubungan antara manusia, peralatan, bahan, mesin serta lingkungan pekerjaannya. Antropometri memiliki faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam suatu posisi, yaitu (Nurmianto, 2008):

1. Antropometri Statis, merupakan dimensi yang diukur dan diambil pada kondisi tubuh saat diam dengan memiliki hal-hal yang dapat menunjang dimensi tubuh manusia, yaitu jenis kelamin, umur, pekerjaan, suku bangsa.
2. Antropometri Dinamis, merupakan dimensi yang diukur dan diambil pada kondisi tubuh bergerak sehingga pengukuran ini lebih sulit dilakukan. Manusia memiliki perbedaan dalam setiap halnya seperti ukuran dimensi tubuh. Seorang perancang harus memperhatikan hal-hal yang berpengaruh pada ukuran tersebut, yaitu (Nurmianto, 2008):
 - a. **Keacakan (*Random*)**. Jenis kelamin, satu golongan serta pekerjaan yang sama memiliki perbedaan antara satu dan lainnya.
 - b. **Jenis Kelamin**. Secara distribusi statistik antara dimensi tubuh pria dan dimensi tubuh wanita terdapat perbedaan terhadap nilai rata-rata dan tidak dapat dihiraukan.
 - c. **Suku bangsa (*Ethnic*)**. Suku bangsa yang ada didunia ini memiliki karakteristik atau karakter yang berbeda satu dengan lainnya. Keberagaman dimensi ini pengaruh etnis.
 - d. **Usia**. Dibagi menjadi beberapa golongan usia, yakni golongan balita, golongan anak-anak, golongan remaja, golongan dewasa, dan golongan lanjut usia. Hal ini akan berdampak pada rancangan yang diterapkan terkhusus pada antropometri anak-anak karena perubahan tubuh terus menerus meningkat sampai waktu tertentu. Namun, ketika sudah memasuki dewasa, beberapa bagian tubuh tidak berkembang lagi.
 - e. **Jenis Pekerjaan**. Beberapa jenis pekerjaan terdapat tuntutan dalam menyeleksi karyawannya. Contohnya, seorang model wanita dikenal

memiliki proporsi badan lebih tinggi dan kurus dari pada wanita pada umumnya.

- f. **Pakaian.** Faktor ini disebabkan oleh beberapa negara memiliki perbedaan iklim atau musim, terutama yang memiliki empat musim harus memiliki pakaian sesuai dengan musim terkait.
- g. **Faktor Kehamilan pada Wanita.** Hal ini merupakan yang sangat berpengaruh, karena memiliki perbedaan yang besar terhadap wanita yang dalam kondisi tidak hamil terutama yang berkaitan dengan perancangan.
- h. **Cacat Tubuh Secara Fisik.** Diberikannya kesempatan untuk ‘orang istimewa’ ini dalam menghadapi kehidupan normal bekerja sangatlah baik karena disediakan fasilitas untuk mereka. Beberapa masalah yang timbul seperti keterbatasan alat-alat atau mesin yang tidak dapat dijangkau atau digunakan oleh ‘orang istimewa’.

2.4.1 Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan Fasilitas Kerja

Data antropometri mengemukakan ukuran dari berbagai bagian tubuh manusia dengan persentil tertentu dan amat berpengaruh pada suatu rancangan. Rancangan dengan ukuran yang sesuai dapat menerapkan beberapa prinsip seperti (Wignjosoebroto, 2008):

1. Prinsip perancangan produk untuk individu dengan ukuran yang ekstrim

Prinsip perancangan produk dilakukan agar menyempurnakan dua tujuan produk, yakni:

- a) Dapat menyesuaikan dengan berbagai ukuran tubuh pada manusia yaitu kategori sangat besar atau sangat kecil dari nilai rata-rata.
- b) Manusia yang memiliki ukuran tubuh yang lain dapat menggunakan (sebagian besar dari populasi).

Tujuan utama dapat terpenuhi dengan mengaplikasikan dengan ukuran sebagai berikut:

- a) Suatu rancangan produk harus menetapkan nilai dimensi minimum, umumnya didasari dengan nilai persentil terbesar, seperti 90 (P₉₀) , 95 (P₉₅), 99 (P₉₉). Contohnya pada penentuan ukuran pintu darurat.
- b) Nilai persentil yang paling rendah menetapkan dimensi maksimum (persentil 1, 5, 10) berdasarkan data antropometri yang ada. Contohnya pada penentuan jarak jangkauan pada suatu aktifitas.

Secara umum ditetapkan nilai persentil sebesar 95 untuk dimensi minimum dan 5 untuk dimensi maksimum.

2. Prinsip perancangan/produk yang dapat dioperasikan antara rentang ukuran tertentu.

Ukuran dari rancangan dapat berubah-ubah, sehingga cukup fleksibel jika diaplikasikan pada berbagai macam ukuran tubuh. Nilai persentil 5 (P_5) – 95 (P_{95}) merupakan data antropometri yang lebih umum diaplikasikan bagi rancangan yang fleksibel.

3. Prinsip/perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

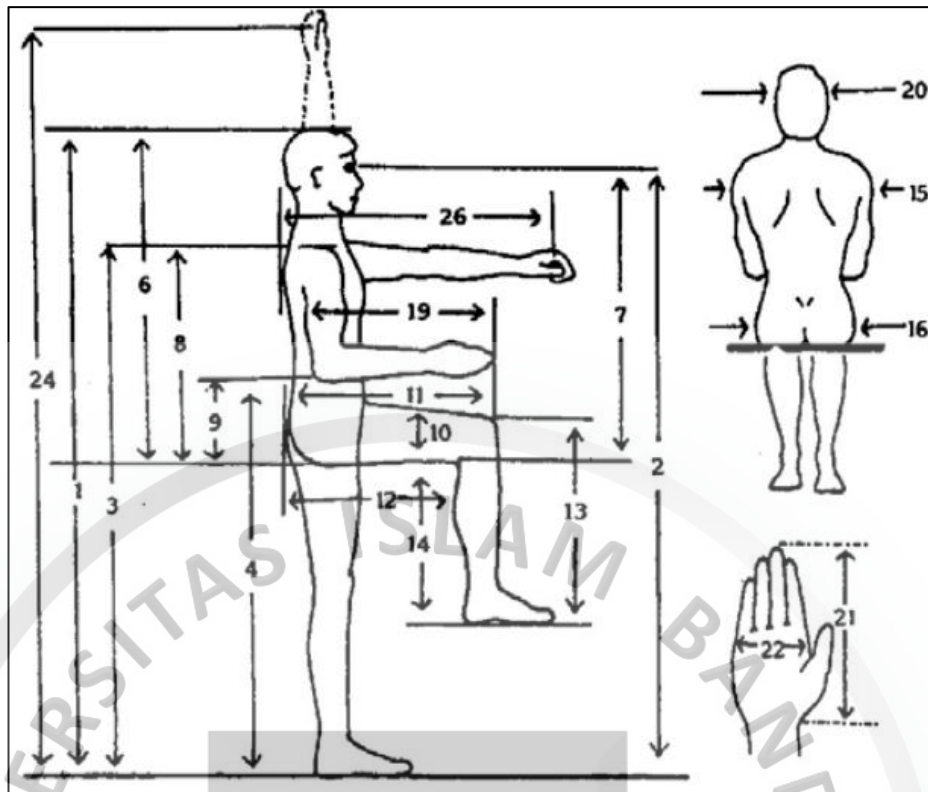
Rata-rata ukuran manusia (P_{50}) akan berpengaruh pada rancangan produk. Produk yang akan dirancang untuk manusia memiliki ukuran rata-rata, maka manusia yang berukuran ekstrim akan dirancang dengan rancangan tersendiri. Data antropometri yang digunakan pada perancangan produk atau fasilitas kerja memiliki keterkaitan, berikut merupakan saran yang dapat disesuaikan dengan langkah-langkah:

- a) Menentukan bagian tubuh yang akan digunakan untuk mengaplikasikan suatu rancangan.
- b) Dalam proses perancangan tentukan dimensi tubuh yang dianggap penting.
- c) Menentukan populasi terbanyak yang akan diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi sasaran utama bagi pengguna rancangan tersebut.
- d) Menetapkan prinsip ukuran tubuh manusia, agar dapat diketahui suatu rancangan untuk ukuran tubuh manusia fleksibel, rata-rata atau ekstrim.
- e) Memilih potensi populasi seperti 90 (P_{90}), 95 (P_{95}), 99 (P_{99}) atau nilai persentil sesuai keinginan.
- f) Pilih nilai ukuran dimensi tubuh manusia yang telah diteliti dari tabel antropometri. Penggunaan data dapat ditambahkan dengan faktor kelonggaran.

Data Antropometri dapat dikenal lebih jelas untuk diaplikasikan ke dalam suatu rancangan, berikut merupakan bagian tubuh manusia yang dihitung dimensinya untuk antropometri:

- **Antropometri Tubuh Manusia**

Berikut merupakan bagian tubuh dari manusia yang termasuk dalam antropometri terdapat pada Gambar 2.3 dan Tabel 2.2.



Gambar 2.3 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia (Nurmianto, 2008)

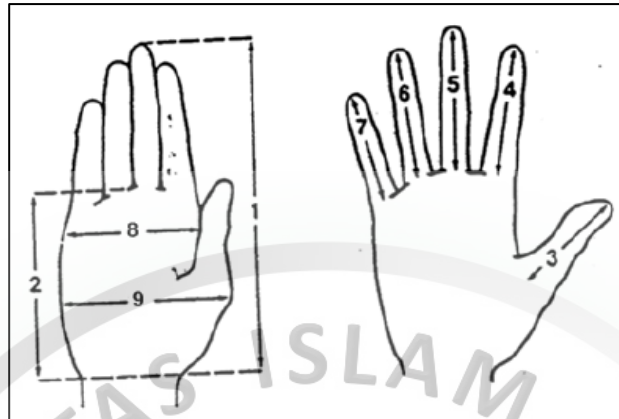
Tabel 2.2 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia

No	Dimensi Tubuh	Lambang	No	Dimesi Tubuh	Lambang
1	Tinggi Badan Tegak	TBT	19	Rentang Tangan	RT
2	Tinggi Mata Berdiri	TMB	20	Tinggi Jangkauan Tangan	TJT
3	Tinggi Bahu berdiri	TBB	21	Jangkauan Tangan ke Depan	JTD
4	Tinggi Siku Berdiri	TSB	22	Tangan Lantai	TL
5 1	Tinggi Duduk tegak	TDT	23	Lingkar Pinggul	LP
5 2	Tinggi Duduk Normal	TDN	24	Panjang Sandaran	PS
6	Tinggi Mata Duduk	TMD	25	Tinggi Pinggang Berdiri	TPB
7	Tinggi Bahu Duduk	TBD	26	Bahu ke Kepala	BK
8	Tinggi Siku Duduk	TSD	27	Bahu ke Pangkal Kaki	BPK
9	Tinggi Paha	TIP	28	Pangkal Kaki ke Lutut	PKL
10	Pantan ke Lutut	PL	29	Bahu ke Siku	BS
11	Pantat Popliteal	PPL	30	Siku ke Lantai	SL
12	Lutut ke Lantai	LL	31	Pantat ke Perut	PP
13	Tinggi Popliteal	TIP	32	Punggung ke Dada	PD
14	Lebar Bahu	LBH	33	Siku ke Siku	SS
15	Lebar Pinggul	LEP	34	Lebar Sandaran Duduk	LSD
16	Lingkar Pinggang	LPG	35	Tinggi Siku Istirahat	TSI
17	Lingkar Dada	LD	36	Tinggi Sandaran	TSI
18	Siku Tangan	ST	37	Tinggi Pinggang Duduk	TPD

Sumber: Nurmianto (2008)

- Antropometri Bagian Tangan

Berikut merupakan bagian tangan manusia yang termasuk dalam antropometri terdapat pada Gambar 2.4 dan Tabel 2.3.



Gambar 2.4 Antropometri Bagian Tangan (Nurmianto, 2008)

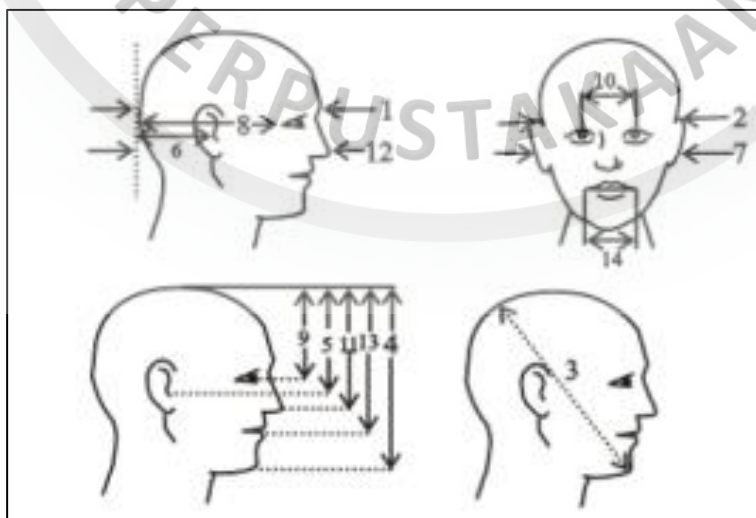
Tabel 2.3 Antropometri Bagian Tangan

No	Dimesi Tubuh	Lambang	No	Dimesi Tubuh	Lambang
1	Panjang Tangan	PT	6	Panjang Jari Manis	PJM
2	Panjang Telapak Tangan	PTT	7	Panjang Jari Kelingking	PJK
3	Panjang Ibu Jari	PIJ	8	Lebar Telapak Tangan (Metacarpal)	LTT
4	Panjang Jari Telunjuk	PJT	9	Lebar Telapak Tangan (Sampai Ibu Jari)	LTTIJ
5	Panjang Jari Tengah	PJTH	10	Lingkar Pergelangan Tangan	LPT

Sumber: Nurmianto (2008)

- Antropometri Bagian Kepala

Berikut merupakan bagian kepala manusia yang termasuk dalam antropometri terdapat pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.4.



Gambar 2.5 Antropometri Bagian Kepala (Nurmianto, 2008)

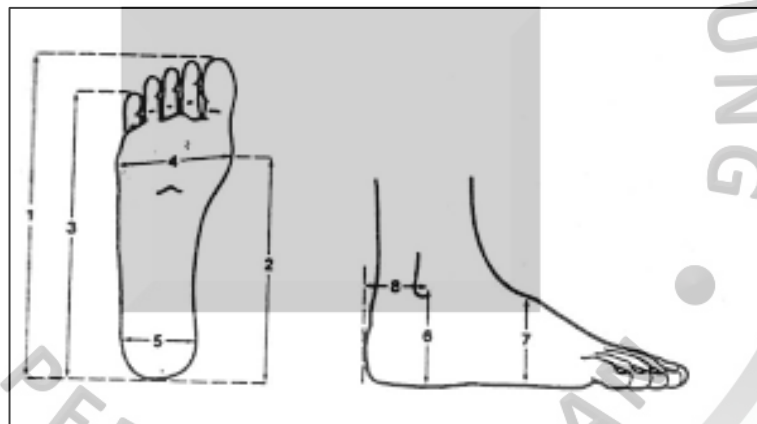
Tabel 2.4 Antropometri Bagian Kepala

No	Dimesi Tubuh	Lambang
1	Lebar Kepala	LK
2	Diameter Maximum dari Daggu	DMD
3	Daggu ke Puncak kepala	DPK
4	Telinga ke Belakang Kepala	TP
5	Telinga ke Belakang Kepala	TBK
6	Antara Dua Telinga	ADT
7	Mata ke Puncak kepala	MPK
8	Mata ke Belakang Kepala	MBK
9	Antara Dua Pupil Mata	ADPM
10	Hidung ke Puncak Kepala	HPK
11	Hidung ke Belakang Kepala	HBK
12	Mulut ke Puncak Kepala	MUPK
13	Lebar Mulut	LM
14	Lingkar Kepala	LK

Sumber: Nurmianto (2008)

- Antropometri Bagian Kaki

Berikut merupakan bagian kaki manusia yang termasuk dalam antropometri terdapat pada Gambar 2.6 dan Tabel 2.5.



Gambar 2.6 Antropometri Bagian Kaki (Nurmianto, 2008)

Tabel 2.5 Antropometri Bagian Kaki

No	Dimesi Tubuh	Lambang
1	Panjang Telapak Kaki	PTK
2	Panjang Telapak Lengan Kaki	PTLK
3	Panjang Kaki Sampai Jari Kelingking	PKSJK
4	Lebar Kaki	LEK
5	Lebar Tangkai Kaki	LTK
6	Mata Kaki ke Lantai	MKL
7	Tinggi Bagian Tengah Telapak Kaki	TBTTK
8	Jarak Horizontal Tangkai Kaki	JHTTK

Sumber: Nurmianto (2008)

Tahapan-tahapan dalam perancangan menggunakan antropometri (Iridiastadi dan Yassierli, 2014) :

1. Menentukan populasi yang akan menggunakan rancangan;
2. Menentukan dimensi tubuh pada populasi sesuai dengan rancangan;
3. Melihat basis data antropometri yang tersedia;
4. Jika tidak tersedia, lakukan pengukuran pada objek;
5. Menentukan presentase dari jumlah populasi yang akan diakomodasikan;
6. Menentukan kategori objek (individu ekstrim, rata-rata atau fleksibel);
7. Menentukan nilai persentil pada dimensi tubuh yang digunakan;
8. Menambahkan besar kelonggaran;
9. Jika memungkinkan dapat memvisualisasikan rancangan;
10. Mengevaluasi hasil dari rancangan.

Perhitungan pada antropometri dilakukan dengan beberapa pengujian dan pengolahan data sebagai berikut:

a. Uji kenormalan data

Walpole et al. (2011) mengungkapkan uji kenormalan data dilakukan untuk mengetahui suatu data telah berdistribusi normal atau tidak terutama pada penelitian ilmiah dengan digambarkan dalam suatu kurva. Nurmianto (2008), Wignjosoebroto (2008) serta Iridiastadi dan Yassierli (2014) mengungkapkan dalam menetapkan data antropometri digunakan distribusi normal dengan adanya nilai *mean* (rata-rata) dan standar deviasi, dari nilai tersebut maka persentil dapat ditetapkan.

- Menentukan jumlah kelas interval (k)

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

- Menentukan rentang kelas (R)

$$R = \text{data maksimum} - \text{data minimum} \dots \dots \dots (II.2)$$

- Menentukan panjang kelas interval (I)

$$I = \frac{R}{k} \dots \dots \dots (II.3)$$

- Menentukan menentukan kelas interval dan kelas boundaris

- Menghitung Nilai Z_1 dan Z_2

$$Z_1 = \frac{\text{Batas bawah kelas boundaris} - \bar{X}}{\text{standar deviasi}} \dots \dots \dots (II.4)$$

$$Z_2 = \frac{\text{Batas atas kelas boundaris} - \bar{X}}{\text{standar deviasi}} \dots\dots\dots(\text{II.5})$$

- Tentukan luas kurva

$$P(Z_1 < Z < Z_2) \dots\dots\dots(\text{II.6})$$

- Tentukan Nilai ei

$$ei = N \times \text{Luas Kurva} \dots\dots\dots(\text{II.7})$$

- Menghitung χ^2_{hitung}

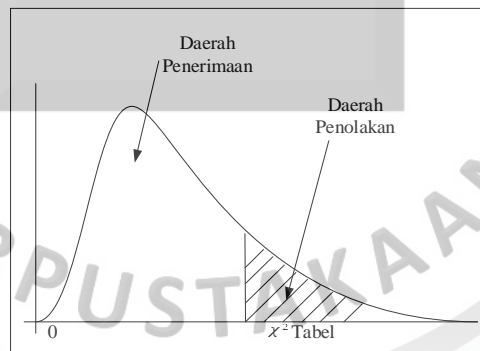
Hipotesis:

1. $H_0 : \chi^2_{\text{tabel}} > \chi^2_{\text{hitung}}$ (Data berdistribusi normal)
2. $H_1 : \chi^2_{\text{tabel}} \leq \chi^2_{\text{hitung}}$ (Data tidak berdistribusi normal)
3. $\alpha : 0,05$ (Batas toleransi dalam menerima kesalahan hasil hipotesis (dalam % yaitu 5%) atau sebagai nilai distribusi dalam suatu pengujian)

4. Daerah kritis : $\chi^2_{\text{tabel}} \geq \chi^2_{\text{hitung}}$
 Nilai χ^2_{tabel} terdapat pada tabel chi kuadrat.

5. Perhitungan :

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{(f_i \cdot e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(\text{II.8})$$



Gambar 2.7 Kurva Distribusi Normal

6. Jika $\chi^2_{\text{tabel}} \leq \chi^2_{\text{hitung}}$ maka dinyatakan tidak berdistribusi normal, sebaliknya jika $\chi^2_{\text{tabel}} > \chi^2_{\text{hitung}}$ maka dinyatakan berdistribusi normal.

b. Uji Kecukupan

Wignjosoebroto (2008) mengungkapkan uji kecukupan (N') dilakukan untuk menghitung jumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan atau mengetahui data telah cukup untuk dilakukan penelitian.

$$N' = \left[\frac{(Z/\alpha) \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \dots\dots\dots (II.9)$$

Keterangan: N : Jumlah pengamatan yang dilakukan

Jumlah data dikatakan cukup apabila nilai $N' < N$ dan sebaliknya jumlah data dinyatakan tidak cukup apabila nilai $N' > N$. Jika $N' > N$, maka pengamatan harus ditambah lagi.

c. Uji Keseragaman

Sutalaksana et al. (2006) mengungkapkan uji keseragaman sebagai perkiraan statistik dari banyaknya suatu pengukuran yang harus dilakukan dengan tingkat ketelitian dan keyakinan, data dikatakan seragam bila berada dalam batas kontrol atau dalam sistem sebab yang sama. Tahapan uji keseragaman sebagai berikut:

- Mengelompokkan data ke dalam subgrup secara berurutan dan menghitung rata-ratanya.
- Menghitung rata-rata dari jumlah subgrup.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum xi}{k} \dots\dots\dots (II.10)$$

Ket: xi : rata-rata subgrup
k : banyak subgrup

- Menghitung standar deviasi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (II.11)$$

Ket: N : Jumlah data
xj : Data

- Menghitung standar deviasi dari rata-rata subgrup.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (II.12)$$

Ket: n : Besar grup

- Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB).

$$BKA = \bar{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}} \dots\dots\dots (II.13)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}} \dots\dots\dots (II.14)$$

d. Perhitungan nilai persentil

- Rumus persentil

$$X = \bar{X} + (k \times s) \dots \dots \dots (II.15)$$

- Keterangan:
- X : Nilai persentil
 - \bar{X} : Nilai rata-rata
 - k : Faktor pengkali
 - s : Standar deviasi

Besar nilai persentil dapat ditentukan dari tabel pobabilitas distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Pengkali Persentil

Persentil	Faktor Pengkali (Z)
P ₁	- 2,326
P ₅	- 1,645
P ₁₀	- 1,282
P ₂₅	- 0,674
P ₅₀	0
P ₇₅	+ 0,674
P ₉₀	+ 1,282
P ₉₅	+ 1,645

Sumber: Iridiastadi dan Yassierli (2014)

