

**PERANCANGAN METODE PENELITIAN PEMBUATAN  
DATABASE ANTROPOMETRI 3D: STUDI KASUS  
DATABASE ANTROPOMETRI NASIONAL INDONESIA**

**SKRIPSI**

**HERBERT NALLE  
0606077176**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2010**

**PERANCANGAN METODE PENELITIAN PEMBUATAN  
DATABASE ANTROPOMETRI 3D: STUDI KASUS  
DATABASE ANTROPOMETRI NASIONAL INDONESIA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**

**HERBERT NALLE  
0606077176**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Herbert Nalle**

**NPM : 0606077176**

**Tanda tangan :**

**Tanggal : Juni 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Herbert Nalle  
NPM : 0606077176  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Perancangan Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D: Studi Kasus Database Antropometri Nasional Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE

Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si

Penguji : Ir. Dendi P. Ishak, MSIE

Penguji : Ir. Rahmat Nurcahyo, M.Eng.Sc

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 30 Juni 2010

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, sumber segala himat dan inspirasi, atas anugerah dan kasih karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terwujud tanpa bimbingan, bantuan, dan sumbangan pikiran dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE, yang telah memberikan kesempatan untuk mengerjakan penelitian yang sangat luar biasa ini. Beliau juga telah banyak memberikan dukungan berupa bimbingan, motivasi, dan masukan untuk masalah-masalah yang dialami oleh Penulis dalam pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Akhmad Hidayatno, MBT, yang telah banyak memberikan masukan dan inspirasi bagi Penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Erlinda Muslim, MEE dan Ibu Arian Dhini ST., MT, selaku pembimbing Ergonomi, yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan banyak petunjuk kepada Penulis.
4. Bapak Prof. Teuku Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc., Bapak Armand Omar Moeis, ST., MSc., dan Ibu Ir. Fauzia Dianawati, M.Si yang telah turut menyumbangkan ide-ide berharganya pada pembuatan skripsi ini.
5. Prof. Amri Marzali dan Dr. Budi Hartono dari FISIP UI, yang dengan sabarnya telah memberikan bimbingan mengenai antropologi, suatu bidang ilmu yang benar-benar baru bagi Penulis.
6. Seluruh staf pengajar Departemen Teknik Industri yang telah membimbing dan memberikan wawasan yang sangat berharga kepada penulis.
7. Orang tua, khususnya mama tercinta, atas kasih sayang dan dukungan yang telah banyak dicurahkan selama Penulis mengerjakan skripsi ini.
8. Bapak Ulah Tri Wibowo dari Badan Pusat Statistik, atas penjelasan mengenai sistem survei yang sering dilakukan oleh BPS dan masukan mengenai penelitian skripsi ini.

9. Karyawan Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia yang telah memberikan bantuan dalam menyediakan waktu menggunakan laboratorium dan mengurus surat-surat yang berhubungan dengan skripsi ini.
10. Rekan seperjuangan di Ergonomics Centre Universitas Indonesia: Arya Abbyasa, Feronika Santosa, Jennifer, Herman Adrian, Herian Atma, Budi NK, IGA Kusumawardhani, Venita Anugrani, Yunika HP, Amalia O Paera, Sanny Salim, M Aldi Witjaksono, Novianti, dan Sarah Damai.. Terima kasih atas kesediaannya berbagi laboratorium ergonomi terlengkap di Asia Tenggara ini.
11. Asisten Ergonomi: Chandra, Regina, Melissa, Florence, dan Bayu, atas kerja samanya yang luar biasa dalam mengelola Ergonomics Centre.
12. Para sahabat terbaik yang selalu memberikan dukungan kepada Penulis. Terima kasih atas waktu yang kalian sisihkan untuk bisa bersenang-senang bersama Penulis di saat skripsi.
13. Seluruh pihak lain yang telah membantu penulis dari awal penelitian sampai selesainya skripsi ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.
14. Keluarga mahasiswa Teknik Industri angkatan 2006, yang telah menjalani banyak kegiatan secara bersama dan tampaknya juga akan lulus bersama-sama. Terima kasih atas berbagai suka yang kalian bagi selama 4 tahun ini. Benar-benar sebuah keluarga besar yang sangat hangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dikarenakan oleh keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat secara utuh. Semoga tulisan di dalam skripsi ini bisa memberikan tambahan pengetahuan maupun menjadi sumber informasi yang berguna bagi setiap pembaca.

Depok, Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herbert Nalle  
NPM : 0606077176  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Perancangan Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D:  
Studi Kasus Database Antropometri Nasional Indonesia**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : Juni 2010  
Yang Menyatakan

Herbert Nalle

## ABSTRAK

Nama : Herbert Nalle  
Departemen : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Perancangan Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D: Studi Kasus Database Antropometri Nasional Indonesia

Disain berbasis antropometri merupakan konsep modern dalam penciptaan berbagai perangkat yang digunakan oleh manusia. Mesin, peralatan, stasiun kerja, dan lingkungan kerja yang mengintegrasikan antropometri ke dalam disainnya akan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas manusia. Kebutuhan yang semakin besar akan data antropometri yang juga ditunjang oleh perkembangan teknologi pemindaian digital menyebabkan banyak dilakukannya penelitian pembuatan database antropometri populasi di seluruh dunia.

Pada *paper* ini, penulis merancang metode penelitian untuk membuat database antropometri 3D. Pembuatan metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi perbandingan dari penelitian-penelitian yang telah berlangsung serta pengintegrasian berbagai standar yang sesuai. Rancangan metode penelitian ini kemudian digunakan sebagai panduan dalam studi kasus pembuatan database antropometri populasi Indonesia.

Kata Kunci:  
Antropometri, Metode Penelitian, Database

## ABSTRACT

Name : Herbert Nalle  
Department : Industrial Engineering  
Title : Development of Research Methodology Design of Building 3D  
Anthropometric Database: Case Study of National  
Anthropometric Database of Indonesia

Anthropometry-based-design is a modern concept of creating things for human. Machines, equipments, work stations, and work environments implementing anthropometry into its design will contribute to improve quality of human life. Bigger needs of anthropometric data, supported by the development of digital scanning technology, affect many countries around the world in building their national anthropometric database.

In this paper, the author developed a research methodology for building 3D anthropometric database. The development of this research methodology was made by creating a comparison study from all anthropometric researches and integrating all appropriate standards. The research methodology then used as a guideline in case study of Indonesian anthropometric database.

Key words:

Anthropometry, Research Methodology, Database

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah .....	4
1.3. Rumusan Permasalahan .....	5
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Pembatasan Masalah .....	6
1.6. Metodologi Penelitian .....	7
1.6.1. Diagram Alir Metode Penelitian .....	7
1.6.2. Penjelasan Diagram Alir Metode Penelitian .....	7
1.7. Sistematika Penulisan .....	10
<b>2. DASAR TEORI</b> .....	12
2.1. Desain Penelitian .....	12
2.2. Ergonomi .....	13
2.3. Antropometri .....	15
2.3.1. Antropometri: Sebuah Perspektif Sejarah .....	15
2.3.2. Data Antropometri .....	16
2.3.3. Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan .....	18
2.4.4. Antropometri, Disain, dan Populasi .....	20
2.4. Ergodesain .....	21
2.5. Dasar Penelitian Antropometri .....	24
2.5.1. Variasi Manusia Sebagai Dasar Pengklasifikasian Sampel .....	24
2.5.1.1. Klasifikasi Berdasarkan Jenis Kelamin .....	24
2.5.1.2. Klasifikasi Berdasarkan Perbedaan Etnis .....	24
2.5.1.3. Klasifikasi Berdasarkan Pertumbuhan .....	25
2.5.1.4. Klasifikasi Berdasarkan Pertambahan Umur .....	28

2.5.1.5. Klasifikasi Berdasarkan Kecenderungan Sekuler .....	28
2.5.1.6. Klasifikasi Berdasarkan Kelas Sosial dan Pekerjaan .....	32
2.5.2. Standardisasi Pengukuran Antropometri .....	35
2.5.3. Kontrol Kualitas dalam Pembuatan Database Antropometri.....	37
<b>3. PERANCANGAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1. Pengumpulan Informasi Mengenai Pembuatan Database Antropometri.....	40
3.1.1. Proyek CAESAR (Civilian American and European Surface Anthropometry Resource).....	41
3.1.1.1. Strategi Pengambilan Sampel .....	42
3.1.1.2. Lokasi Pengambilan Data .....	44
3.1.1.3. Variabel Demografis yang Digunakan .....	45
3.1.1.4. Pemindai Tubuh 3D yang Digunakan .....	46
3.1.1.5. Postur yang Digunakan Pada Pemindaian .....	46
3.1.1.6. Penggunaan Landmark .....	48
3.1.1.7. Stasiun Kerja Antropometri .....	49
3.1.2. Size Germany .....	50
3.1.2.1. Strategi Pengambilan Sampel .....	51
3.1.2.2. Lokasi Pengambilan Data .....	52
3.1.2.3. Pemindai Tubuh 3D yang Digunakan .....	52
3.1.2.4. Postur yang Digunakan pada Pemindaian .....	54
3.1.2.5. Portal Database Size Germany.....	54
3.1.3. Size China .....	55
3.1.3.1. Strategi Pengambilan Sampel .....	56
3.1.3.2. Lokasi Pengambilan Data .....	56
3.1.3.3. Pemindai 3D yang Digunakan .....	57
3.1.3.4. Stasiun Kerja Antropometri .....	58
3.2. Standar sebagai Dasar dari Pembuatan Metodologi .....	60
3.3. Penggunaan Diagram Alir untuk Menggambarkan Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	60
3.3.1. Pendefinisian Tujuan Penelitian .....	62
3.3.1.1. Menentukan Desain Produk yang Akan Dibuat dengan Menggunakan Data Antropometri .....	63
3.3.1.2. Menentukan Pengguna dari Produk (Segmentasi Produk).....	64
3.3.1.3. Menentukan Ukuran Antropometri yang Dibutuhkan dalam Proses Desain Produk .....	64
3.3.2. Pengembangan Rencana Penelitian.....	65
3.3.2.1. Menentukan Rencana Pengambilan Sampel.....	66

3.3.2.2. Membuat Kebutuhan Pengambilan Data Antropometri Berdasarkan Alat Pemindai yang Digunakan.....	68
3.3.2.3. Membuat Deskripsi Teknis Kegiatan Penelitian.....	70
3.3.2.4. Membuat Kuesioner .....	73
3.3.3. Melakukan Pengujian Rencana Penelitian .....	74
3.3.3.1. Melakukan Test Awal Penggunaan Kuesioner .....	74
3.3.3.2. Melakukan Pengujian Kesiapan Personil .....	75
3.3.3.3. Menentukan Prakiraan Waktu yang Diperlukan.....	76
3.3.4. Melakukan Pengambilan Data Antropometri .....	77
3.3.5. Menganalisis Data Antropometri yang Diperoleh dan Melakukan Penyajian Analisa .....	77
3.3.5.1. Melakukan Pengolahan Data Antropometri yang Diperoleh.....	78
3.3.5.2. Melakukan Penyajian Hasil Analisa .....	78
3.4. Penggunaan IDEF0 untuk Menggambarkan Detail Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D.....	79
3.4.1. Penjelasan Mengenai IDEF0 .....	79
3.4.2. IDEF0 Sebagai Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D.....	82
3.4.2.1. Masukan pada IDEF0 Utama.....	83
3.4.2.2. Kontrol pada IDEF0 Utama.....	84
3.4.2.3. Mekanisme pada IDEF0 Utama.....	85
3.4.2.4. Keluaran pada IDEF0 Utama.....	86
<b>4. PEMBAHASAN .....</b>	<b>92</b>
4.1. Pendefinisian Tujuan Penelitian .....	92
4.1.1. Menentukan Desain Produk yang Akan Dibuat dengan Menggunakan Data Antropometri .....	92
4.1.2. Menentukan Pengguna dari Produk (Segmentasi Produk) .....	93
4.1.3. Menentukan Ukuran Antropometri yang Dibutuhkan dalam Proses Desain Produk .....	93
4.2. Pengembangan Rencana Penelitian.....	93
4.2.1. Menentukan Rencana Pengambilan Sampel.....	94
4.2.1.1. Membuat Deskripsi Populasi yang Dituju.....	94
4.2.1.2. Menentukan Prosedur Pengambilan Sampel .....	94
4.2.1.3. Menentukan Ukuran Sampel .....	102
4.2.1.4. Menentukan Lokasi Pengambilan Sampel .....	103
4.2.2. Membuat Kebutuhan Pengambilan Data Antropometri Berdasarkan Alat Pemindai yang Digunakan.....	104
4.2.2.1. Menentukan Postur yang Dibutuhkan untuk Memperoleh Data Antropometri .....	107

4.2.2.2. Menentukan Kebutuhan Penggunaan Alat Bantu Pemindai.....	107
4.2.3. Membuat Deskripsi Teknis Kegiatan Penelitian.....	114
4.2.3.1. Menentukan Kebutuhan Manusia, Perlengkapan, Dan Fasilitas .....	114
4.2.3.2. Menentukan Layout Dan Alur Pergerakan Sampel Di Ruang Penelitian.....	124
4.2.3.3. Menentukan Alur Kegiatan.....	126
4.2.4. Membuat Kuesioner .....	129
4.3. Melakukan Pengujian Rencana Penelitian .....	130
4.3.1. Pemilihan Subyek Penelitian .....	130
4.3.2. Penggunaan Kuesioner Demografis Versi 1.0 .....	131
4.3.3. Hasil Pengukuran Antropometri 3D .....	132
4.3.4. Kontrol Kualitas pada Data Antropometri.....	141
4.3.5. Pengembangan Kuesioner Demografis.....	143
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>146</b>
5.1. Kesimpulan .....	146
5.2. Saran.....	147
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>149</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Registrar-General's Classification .....	32
Tabel 2.2	Daftar Variabel Antropometri ISO.....	35
Tabel 3.1	Kelompok Sampel CAESAR.....	42
Tabel 3.2	Target Jumlah Subyek Penelitian di Amerika Utara.....	44
Tabel 3.3	Target Jumlah Subyek Penelitian di Belanda dan Italia .....	44
Tabel 3.4	Variabel Demografis CAESAR .....	45
Tabel 3.5	Kelompok Sampel Size Germany .....	51
Tabel 3.6	Jumlah Subyek Penelitian Size China di Setiap Lokasi .....	56
Tabel 3.7	Perbandingan Tipe Pemindai 3D.....	68
Tabel 3.8	Daftar Pemindai yang Digunakan pada Penelitian Antropometri....	69
Tabel 3.9	Metode IDEF.....	79
Tabel 3.10	Elemen-Elemen pada IDEF0 Metode Penelitian .....	83
Tabel 4.1	Kelompok Jenis Kelamin.....	95
Tabel 4.2	Kelompok Umur.....	97
Tabel 4.3	Klasifikasi Ras Modern .....	99
Tabel 4.4	Ras Lokal.....	100
Tabel 4.5	Kelompok Ras Indonesia.....	100
Tabel 4.6	Lokasi Utama Penelitian di Indonesia.....	103
Tabel 4.7	Lokasi Minimum Penelitian di Indonesia.....	103
Tabel 4.8	Detail dan Atribut Pekerjaan.....	114
Tabel 4.9	Kegiatan Operasional Penelitian.....	126
Tabel 4.10	Alokasi Waktu Kegiatan Penelitian.....	128
Tabel 4.11	Data Antropometri Subyek Penelitian.....	133
Tabel 4.12	Nilai Presisi dari Data Antropometri.....	137
Tabel 4.13	Rata-rata Data Antropometri dari Penduduk Asia Dewasa .....	143

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	8
Gambar 2.1	Simbol Kesempurnaan Proporsi Tubuh oleh Leonardo Da Vinci .....	16
Gambar 2.2	Sistematika Ergodesain.....	23
Gambar 2.3	Grafik Pertumbuhan Dari Anak Laki-Laki Dan Perempuan .....	26
Gambar 2.4	Efek Perubahan Umur Terhadap Proporsi Tubuh yang Diekspresikan Sebagai Ukuran Relatif dari Berbagai Dimensi ....	27
Gambar 2.5	Tinggi dan Berat Rata-rata dari Orang Dewasa dengan Berbagai Umur .....	28
Gambar 2.6	Kecenderungan Sekuler pada Proporsi Tubuh Anak-anak Jepang (JA) Dibandingkan dengan Anak-anak Amerika (US) .....	30
Gambar 2.7	Kecenderungan Sekuler Pada Tinggi Rata-Rata Anak-Anak Di Area London.....	31
Gambar 2.8	Peristiwa Kehidupan yang Berkontribusi Terhadap Variasi Manusia.....	33
Gambar 2.9	Pertumbuhan Anak Berdasarkan Kelas Sosial di Inggris .....	34
Gambar 2.10	Hubungan Antara Status Sosial-Ekonomi dan Variasi Manusia .....	34
Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Data di Amerika Utara .....	45
Gambar 3.2	Postur A pada Penelitian CAESAR.....	47
Gambar 3.3	Postur B pada Penelitian CAESAR.....	47
Gambar 3.4	Postur C pada Penelitian CAESAR.....	48
Gambar 3.5	Tampilan Landmark pada Penelitian CAESAR.....	48
Gambar 3.6	Alur Proses CAESAR.....	49
Gambar 3.7	Logo Size Germany .....	50
Gambar 3.8	Lokasi Pengambilan Data Size Germany .....	53
Gambar 3.9	Pemindai Size Germany: Vitus Smart XXL .....	53
Gambar 3.10	Postur yang Dibutuhkan pada Size Germany .....	54
Gambar 3.11	Tampilan Portal Size Germany .....	55

Gambar 3.12 Lokasi Pengambilan Data Size China .....	57
Gambar 3.13 Diagram Alir Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D.....	61
Gambar 3.14 Diagram Perancangan Produk Berbasis Data Antropometri .....	62
Gambar 3.15 Diagram Dasar pada IDEF0.....	81
Gambar 3.16 Contoh Konstruksi Model IDEF0 .....	81
Gambar 3.17 Tampilan Hirarkis dari IDEF0 .....	82
Gambar 3.18 Diagram A-0 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	87
Gambar 3.19 Diagram A0 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	88
Gambar 3.20 Diagram A1 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	89
Gambar 3.21 Diagram A2 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	90
Gambar 3.22 Diagram A3 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D .....	91
Gambar 4.1 Tampilan VITUS XXL Body Scanner (Tampak 1) .....	105
Gambar 4.2 Tampilan VITUS XXL Body Scanner (Tampak 2) .....	105
Gambar 4.3 Tampilan VITUS XXL Body Scanner (Tampak 3) .....	106
Gambar 4.4 Tampilan VITUS XXL Body Scanner (Tampak 4) .....	106
Gambar 4.5 Postur Subyek Penelitian .....	107
Gambar 4.6 Penggunaan 37 buah Landmark .....	108
Gambar 4.7 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Depan.....	109
Gambar 4.8 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Depan .....	109
Gambar 4.9 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Kiri.....	110
Gambar 4.10 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Kiri .....	110

Gambar 4.11 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Kanan.....	111
Gambar 4.12 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Kanan.....	111
Gambar 4.13 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Belakang .....	112
Gambar 4.14 Tampilan Landmark CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Belakang .....	112
Gambar 4.15 Tampilan Landmark CAESAR, Pose B, Tubuh Atas, Tampak Kanan.....	113
Gambar 4.16 Tampilan Landmark CAESAR, Pose B, Tubuh Atas, Tampak Kiri .....	113
Gambar 4.17 Tampilan Kuesioner Demografis Versi 1.0.....	132
Gambar 4.18 Tampilan Kuesioner Demografis Versi 2.0 (Depan) .....	143
Gambar 4.19 Tampilan Kuesioner Demografis Versi 2.0 (Isi) .....	143

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Kuesioner Demografis versi 1.0
Lampiran 2 :	Kuesioner Demografis versi 2.0
Lampiran 3 :	Rancangan Struktur Organisasi
Lampiran 4 :	Rancangan <i>Layout</i> Ruang Penelitian



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Dalam perkembangannya, dunia industri kini semakin menyadari pentingnya desain yang berbasis kepada manusia. Telah begitu banyak produk yang digunakan manusia, dan sebagian besar di antaranya mungkin tidak ditujukan untuk digunakan oleh sejumlah populasi tertentu. Dengan demikian, banyak manusia yang tidak sesuai dengan produk yang digunakannya. Ukuran yang tidak sesuai, berat yang melebihi batasan kekuatan populasi tertentu, jarak jangkauan yang terlalu lebar atau sempit, seringkali menjadi permasalahan desain yang terus-menerus terjadi.

Pertanyaannya adalah, mengapa kesalahan desain tersebut masih sering terjadi? Apakah perancang atau desainer produk tidak cukup peduli terhadap kenyamanan dan keselamatan manusia dalam menggunakan produk tertentu? Dalam beberapa kasus, kesalahan persepsi – termasuk di dalamnya kurangnya pengetahuan mengenai hubungan antara manusia dan produk – seringkali menyebabkan perancang kurang memperhatikan permasalahan ini. Tuntutan untuk menciptakan produk yang akan digunakan secara massal, dalam batasan biaya dan waktu yang rendah, juga menjadi salah satu dorongan bagi industri untuk lebih memperhatikan faktor ekonomi dari produk, dan mengesampingkan faktor ergonomi.

Dampak dari produk yang dihasilkan tanpa menggunakan pertimbangan ergonomi tentunya telah dirasakan oleh banyak manusia di dunia. Area jangkauan yang tidak sesuai dengan standar manusia umumnya pada stasiun kerja, serta ukuran perlengkapan yang tidak pas, akan berujung pada ketidaknyamanan manusia. Pada banyak kasus lainnya, tidak hanya kenyamanan yang dipertaruhkan, tetapi juga keamanan dan keselamatan pengguna produk. Ketidaksesuaian ukuran dapat saja menyebabkan permasalahan tulang belakang pada pengguna, atau permasalahan fisiologis lainnya. Stress yang berlebihan di mana struktur tubuh tertentu dipaksa untuk beradaptasi dengan posisi kerja yang tidak nyaman, akan berakibat terjadinya kecelakaan kerja (Pheasant, 1997).

Bahkan di beberapa bagian dunia, terjadinya kecelakaan kerja telah mencapai sebuah skala epidemik tertentu.

Pada kondisi yang terjadi di kehidupan nyata, biasanya manusialah yang harus beradaptasi dengan lingkungan kerja atau produk yang hendak digunakan. Konsep seperti ini yang menyebabkan banyak terjadinya ketidaknyamanan yang berujung kepada ketidakamanan.

Selanjutnya bagaimanakah sebuah desain seharusnya dibuat? Tentu saja dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip ergonomi. Ergonomi sendiri merupakan sebuah ilmu yang mempelajari perilaku manusia dan hubungannya dengan pekerjaan, dengan mesin yang dioperasikannya, dan dengan lingkungan kerjanya. Jika prinsip ergonomi diaplikasikan terhadap proses desain, maka hasilnya akan menjadi sebuah produk yang ramah untuk digunakan. Grandjean pada tahun 1984 mengatakan bahwa mesin, peralatan, stasiun kerja, dan lingkungan kerja yang mengintegrasikan ergonomi ke dalam desainnya akan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas manusia.

Spesifiknya, dalam perancangan berbagai kondisi atau peralatan yang berhubungan dengan manusia, desainer harus mendasarkan konsepnya pada apa yang dikenal sebagai antropometri. Antropometri adalah ilmu pengukuran tubuh manusia. Antropometri sendiri merupakan dasar yang sangat penting dalam ergonomi. Antropometri membahas mengenai dimensi-dimensi tubuh yang sangat penting untuk digunakan dalam perancangan. Dengan demikian, sistem yang dihasilkan merupakan sistem yang benar-benar pas dengan manusia sesungguhnya (*fit to real human*).

Masih dikaitkan dengan antropometri, desain yang baik sangat memperhatikan variabilitas dari populasi pengguna. Dalam ergonomi, kata “populasi” digunakan dalam pendekatan statistik dan mengacu pada sekelompok manusia yang memiliki kesamaan karakteristik tertentu (seperti kesamaan profesi kerja, kesamaan letak geografis tempat tinggal, dll.). Untuk kepentingan pembuatan desain, kriteria yang digunakan untuk menentukan kelompok mana yang dapat disebut “populasi” menjadi sangat berguna dan berkaitan langsung dengan masalah-masalah yang nantinya muncul dalam proses perancangan. Variasi alami dari populasi manusia memiliki implikasi terhadap hampir seluruh

rancangan produk yang ada di dunia. Fakta yang tidak boleh diabaikan oleh perancang ketika membuat desain untuk pasar internasional adalah ukuran dan proporsi tubuh manusia yang bervariasi pada populasi yang berbeda.

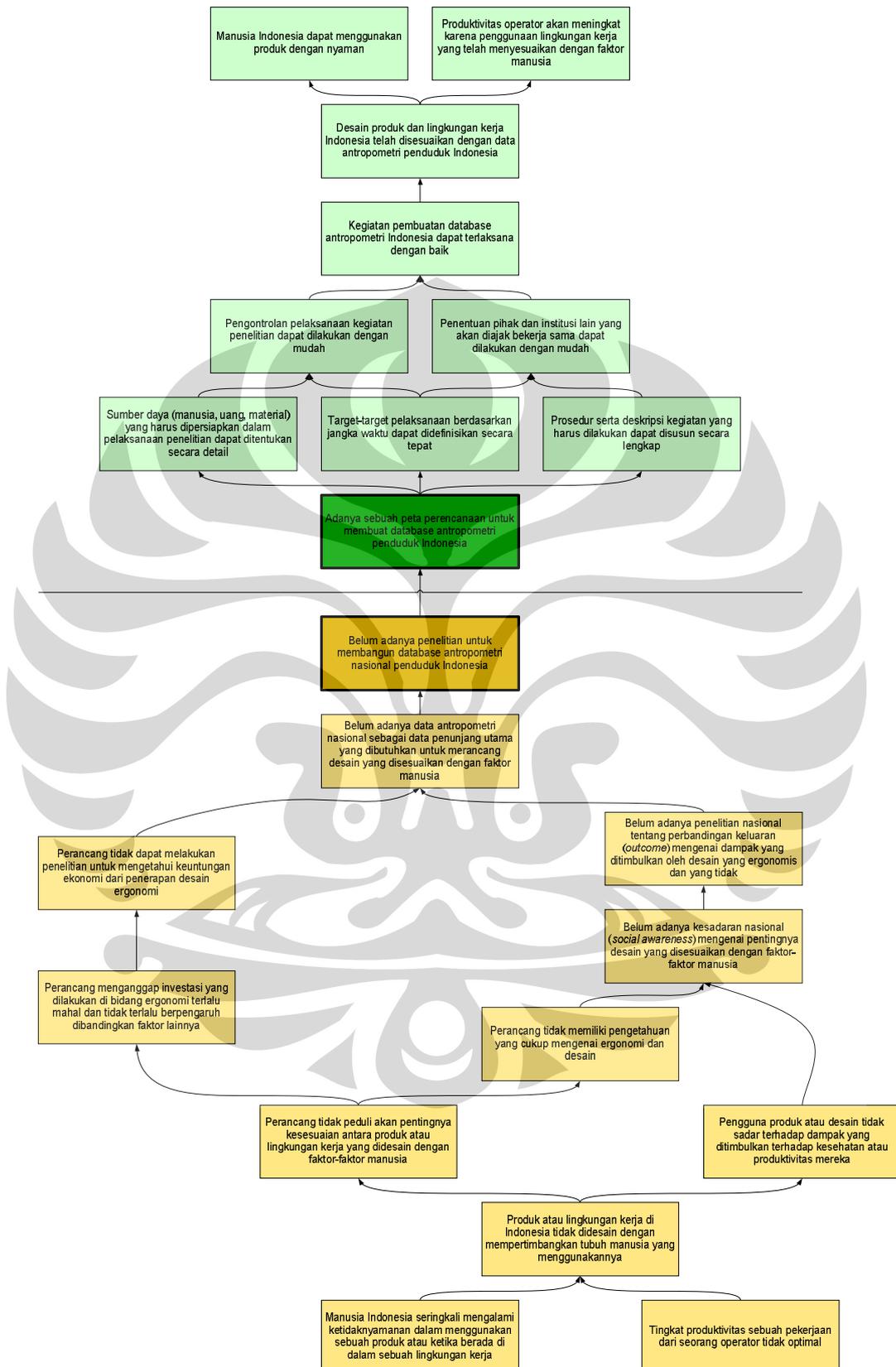
Kenyataan bahwa manusia memiliki berbagai variasi yang akan membedakan ukuran tubuhnya menghasilkan kebutuhan untuk membuat database antropometri yang valid terhadap kelompok populasi tertentu. Hal ini tentunya didasarkan pada pemahaman bahwa data antropometri dari satu populasi mungkin tidak akan cocok untuk digunakan oleh populasi lainnya.

Kebutuhan untuk membuat database antropometri ini selanjutnya menjadi dasar bagi beberapa penelitian yang telah berlangsung di seluruh dunia. Sebut saja, penelitian CAESAR, untuk mendokumentasikan database antropometri populasi Amerika Utara, Belanda, dan Italia, penelitian Size Germany untuk membuat database antropometri penduduk Jerman, penelitian Size China untuk membuat database antropometri kepala dari penduduk China, dan lain sebagainya. Semua penelitian tersebut dimaksudkan untuk mengumpulkan data antropometri yang dapat digunakan dalam proses perancangan produk untuk populasi yang bersangkutan.

Kenyataan ini mendorong penulis untuk merancang sebuah metode penelitian dalam membuat database antropometri 3D. Hal ini didasari pada pertimbangan belum adanya sebuah metode penelitian baku yang menggambarkan alur pembuatan database secara lengkap, dari penentuan tujuan penelitian, hingga publikasi data antropometri, yang memiliki dasar ilmu ergonomi yang kuat. Melalui penelitiannya, penulis berharap metode penelitian ini dapat dijadikan sebagai panduan bagi setiap peneliti yang ingin membuat database antropometri, baik berupa database antropometri populasi negara, populasi industri, dan lain-lain.

Kebutuhan untuk menciptakan produk yang benar-benar sesuai dengan ukuran manusia Indonesia mendorong penulis untuk membuat perancangan penelitian pembuatan database antropometri nasional Indonesia berdasarkan metode penelitian yang telah dibuat. Pembuatan database antropometri nasional khusus Indonesia diperlukan karena semua produk atau perlengkapan yang dibuat untuk penduduk Indonesia belum didasarkan pada ukuran yang tepat.

## 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

### 1.3. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, pokok permasalahan yang akan dibahas adalah perancangan sebuah metode penelitian dalam pembuatan database antropometri digital. Hal ini disebabkan karena tidak terdapatnya sebuah metode penelitian yang dapat digunakan secara umum dalam pembuatan database antropometri.

Selama ini, penelitian pembuatan database antropometri hanya dilakukan dengan melakukan studi perbandingan. Studi perbandingan tersebut merupakan pembelajaran dari bagaimana sebuah penelitian telah dilakukan. Meskipun penelitiannya sendiri telah banyak dilakukan, tidak terdapat panduan (*guideline*) mengenai langkah-langkah kerja yang harus dipenuhi dalam membuat sebuah database antropometri. Panduan dalam membuat database antropometri yang dikeluarkan oleh ISO pun hanya membahas mengenai teknis pengumpulan dan pengolahan data. Dengan demikian, masih belum terdapat metode penelitian yang secara lengkap menjelaskan mengenai alur pembuatan database antropometri dan menghubungkannya secara langsung dengan konsep ergonomi dan desain.

Adapun perancangan metode penelitian pembuatan database antropometri akan didasarkan secara langsung kepada berbagai ilmu yang berhubungan, seperti ergonomi. Metode penelitian yang dirancang juga dispesialisasikan untuk mendapatkan data antropometri 3D. Spesialisasi ini dibuat atas dasar pertimbangan bahwa penelitian dengan menggunakan ukuran antropometri manual sudah tidak banyak digunakan pada masa sekarang, dikarenakan oleh besarnya biaya serta banyaknya waktu yang digunakan. Pengukuran antropometri 3D sendiri telah dikembangkan sejak tahun 1990 dan telah banyak digunakan dalam aplikasi pembuatan database antropometri.

Dengan melakukan studi perbandingan serta studi literatur dari berbagai disiplin ilmu, penulis akan merancang sebuah metodologi penelitian pembuatan database antropometri 3D dengan mengambil sebuah studi kasus pada pembuatan database antropometri Indonesia. Studi kasus pembuatan database Indonesia dilakukan atas dasar pertimbangan belum adanya database antropometri nasional yang dapat digunakan untuk mengakomodasi berbagai permasalahan desain di Indonesia.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah untuk merancang sebuah penelitian (*research design*) berbasis antropometri yang mudah untuk diaplikasikan, tepat guna, dan tepat sasaran. Secara khusus, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah panduan bagi penelitian pembuatan database antropometri nasional Indonesia yang akan dilakukan oleh Ergonomics Centre Universitas Indonesia.

Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang tertarik dalam penelitian di bidang ergonomi, khususnya antropometri. Manfaat yang ada juga diharapkan dapat dirasakan oleh perusahaan, perancang produk atau stasiun kerja, atau produsen dalam menjawab beberapa pertanyaan berikut.

1. Peran antropometri dalam proses perancangan dan hubungannya secara langsung terhadap manusia yang menggunakan.
2. Kebutuhan penelitian pengambilan data antropometri dalam merancang berbagai produk atau stasiun kerja.

#### **1.5. Pembatasan Masalah**

Agar pelaksanaan dan hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian, maka penulis melakukan pembatasan masalah sebagai berikut.

1. Studi perbandingan penelitian pembuatan database antropometri hanya dilakukan pada penelitian yang telah menggunakan pemindai antropometri digital (3D) dan telah melakukan publikasi hasil penelitiannya secara terbuka.
2. Studi perbandingan hanya dilakukan terhadap penelitian antropometri populasi untuk mendapatkan data antropometri secara umum. Dengan demikian, penelitian antropometri dengan tujuan yang lebih spesifik, misalnya untuk mengetahui kondisi nutrisi anak-anak tidak dijadikan sebagai perbandingan.
3. Metode penelitian yang dirancang merupakan metode pengumpulan data antropometri yang datanya akan digunakan untuk melakukan perancangan produk berbasis ergonomi. Dengan demikian, mungkin akan terdapat

ketidaksesuaian pada studi antropometri yang spesifik, misalnya untuk mengetahui kondisi nutrisi berdasarkan antropometri.

4. Studi kasus yang dilakukan dibatasi hanya sejauh perancangan pembuatan penelitian, yang terdiri dari pendefinisian tujuan penelitian dan pengembangan rencana penelitian. Pengujian dan pelaksanaan penelitian tidak dibahas pada studi kasus ini.
5. Pengujian penelitian yang dilakukan hanya sebatas untuk menunjukkan dimensi antropometri yang dapat dihasilkan oleh alat pemindai dan menguji kelayakan kuesioner.
6. Alat yang akan digunakan sebagai alat pemindai pada studi kasus penelitian pembuatan database Indonesia adalah Vitronic VITUS XXL *Body Smart* yang terdapat di Ergonomics Centre Universitas Indonesia.

## 1.6. Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penelitian, maka keseluruhan kegiatan penelitian dirancang untuk mengikuti sebuah metodologi yang utuh.

### 1.6.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.2.

### 1.6.2. Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian

Adapun penelitian perancangan metode pembuatan database antropometri 3D ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut:

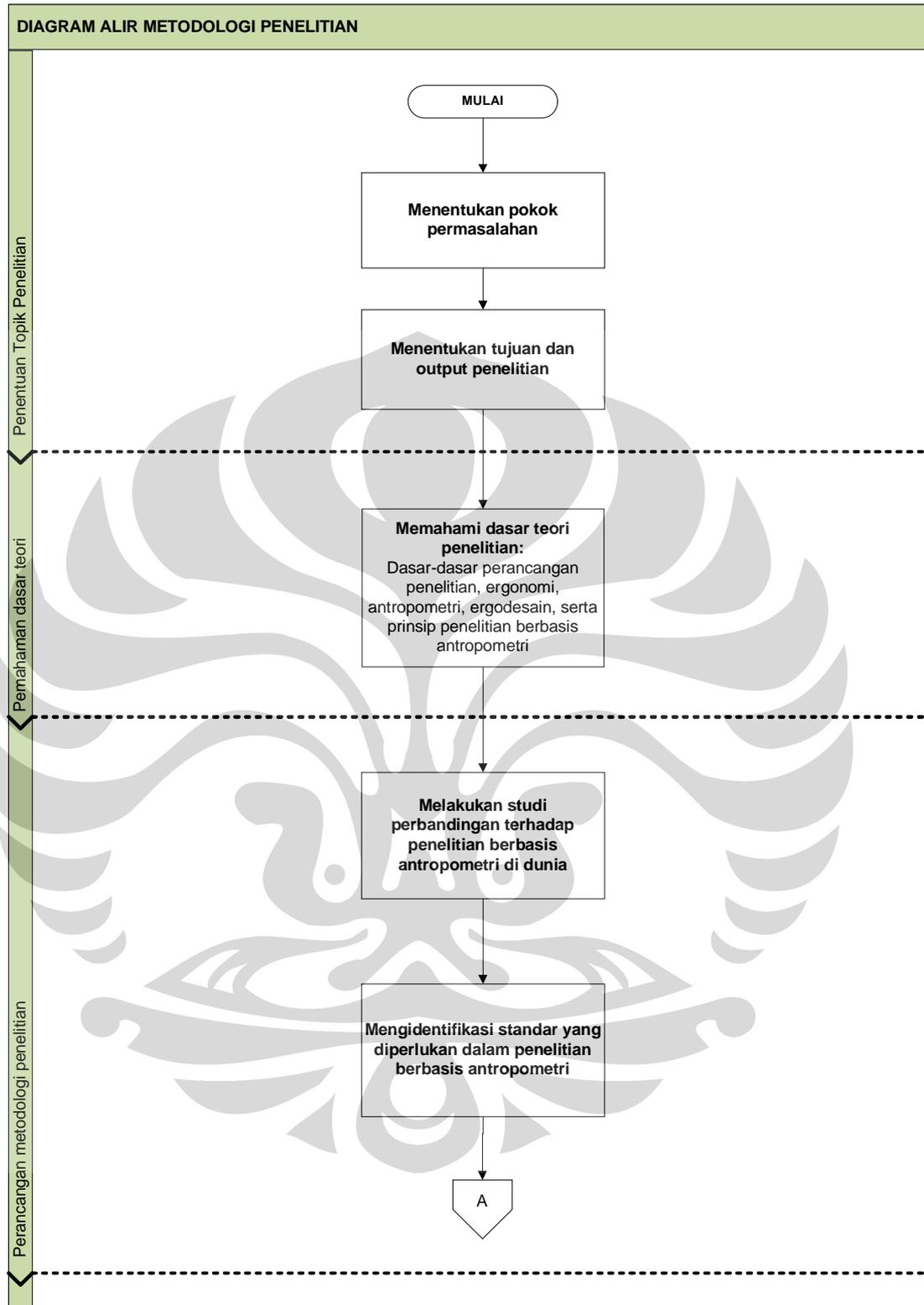
#### 1. Penentuan topik penelitian

Adapun topik penelitian ini adalah mengembangkan rancangan penelitian pembuatan database antropometri 3D.

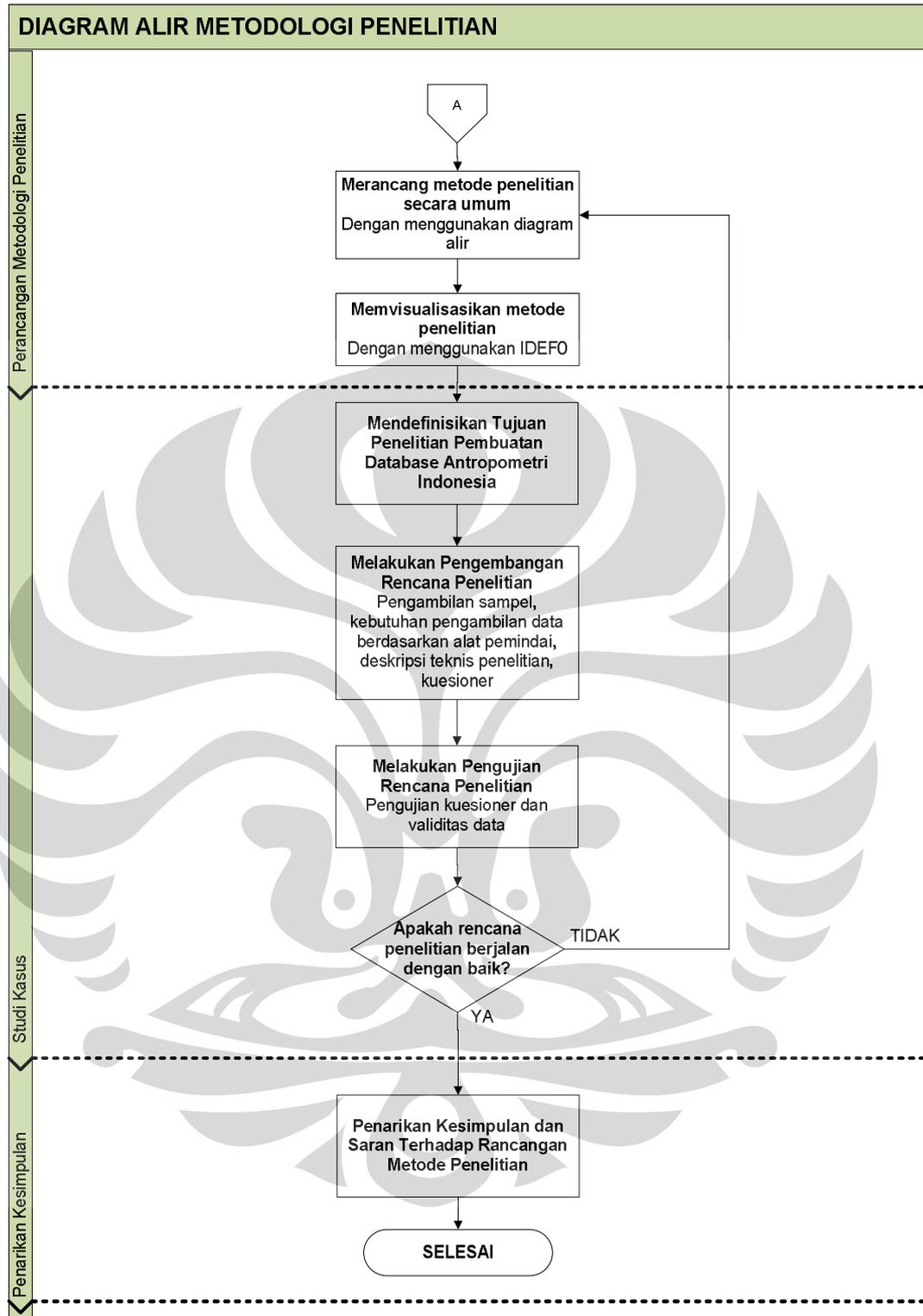
#### 2. Pemahaman dasar teori

Setelah menentukan topik penelitian, penulis mencari berbagai jurnal dan buku pegangan untuk memahami dasar teori sesuai dengan topik penelitian yang telah ditentukan. Dasar-dasar teori yang dipelajari adalah:

- Dasar-dasar perancangan penelitian
- Ergonomi
- Antropometri
- Ergodesain
- Prinsip Penelitian Berbasis Antropometri



**Gambar 1.2** Diagram Alir Metodologi Penelitian



**Gambar 1.2** Diagram Alir Metodologi Penelitian (Sambungan)

### 3. Perancangan metodologi penelitian

Pada tahap ini, penulis menentukan metode, peralatan, dan serangkaian prosedur penelitian sesuai dengan tujuan penelitian dan kebutuhan yang harus dipenuhi. Penentuan berbagai prosedur penelitian tersebut didasarkan pada studi perbandingan terhadap penelitian yang telah berlangsung dan standar yang tersedia.

### 4. Studi kasus pembuatan database antropometri 3D Indonesia

Perancangan prosedur penelitian yang telah ditentukan selanjutnya diujikan pada kasus pembuatan database antropometri Indonesia. Berbagai prosedur yang ada disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya terdapat di Indonesia.

### 5. Pengambilan kesimpulan

Pada tahap ini, penulis menarik kesimpulan dan mengajukan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan.

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti aturan sistematika penulisan yang baku sehingga memudahkan dalam proses penyusunannya. Laporan ini terdiri dari 5 bab dengan rincian sebagai berikut.

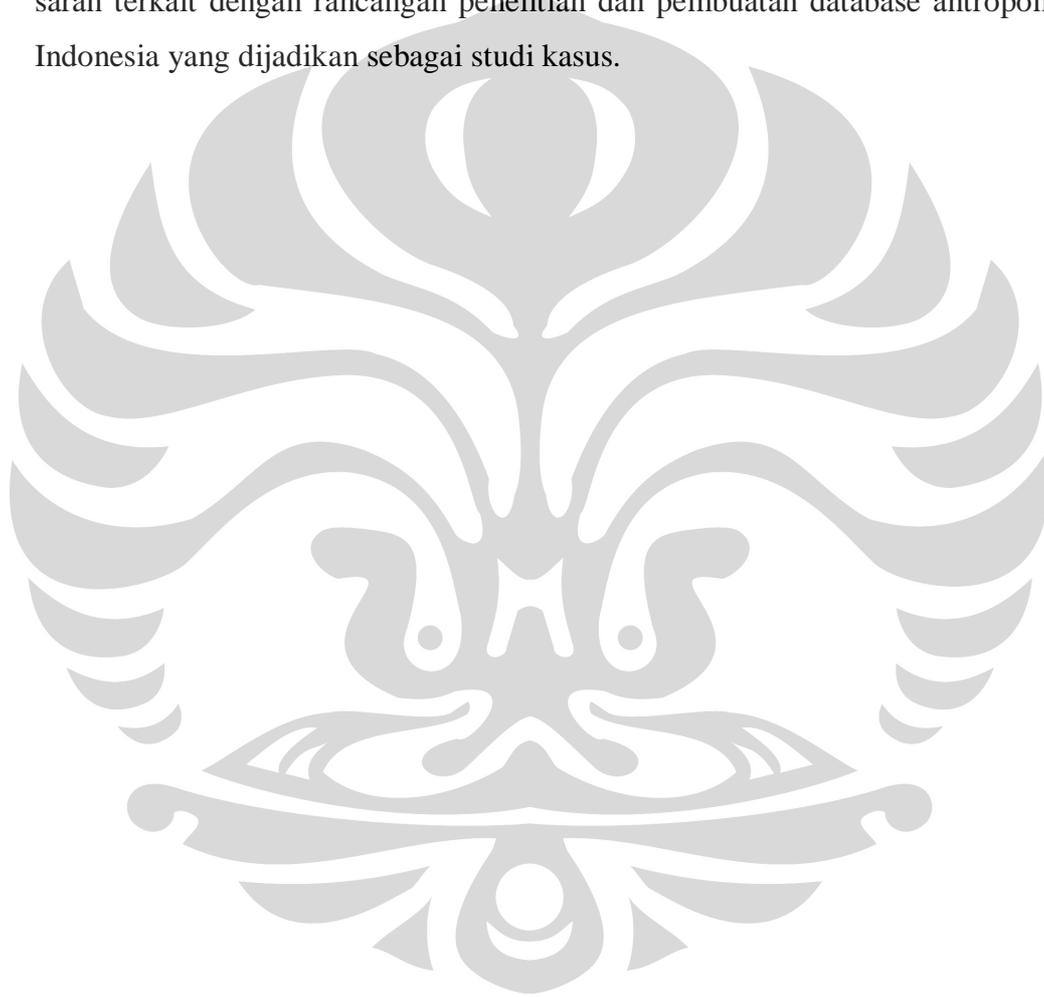
Bab 1 adalah bab pendahuluan. Bab ini berisikan tentang latar belakang, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 adalah bab dasar teori. Bab ini berisikan berbagai penjelasan dan konsep dari berbagai disiplin ilmu yang akan dijadikan sebagai dasar dari penelitian. Adapun bab ini berisikan penjelasan mengenai ergonomi sebagai payung dari disiplin ilmu yang mendasari penelitian ini dan antropometri sebagai fokus penelitian. Terdapat pula tambahan mengenai desain berbasis ergonomi dan prinsip-prinsip penelitian berbasis antropometri.

Bab 3 adalah bab perancangan metode penelitian. Pada bab ini dilakukan studi perbandingan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan. Melalui studi perbandingan dan referensi dari berbagai standar yang ada, dirancanglah sebuah metode penelitian dan divisualisasikan dengan menggunakan Diagram IDEF0.

Bab 4 adalah bab pembahasan. Bab ini berisikan studi kasus dari rancangan metode penelitian yang telah dibuat. Studi kasus tersebut dibuat untuk menguji kelayakan metode penelitian terhadap pembuatan database antropometri di Indonesia.

Bab 5 merupakan kesimpulan dan saran dari keseluruhan penelitian ini. Kesimpulan yang diambil meliputi rancangan penelitian secara garis besar dan hasil studi kasus sesuai dengan tujuan penelitian ini. Penulis juga mengajukan saran terkait dengan rancangan penelitian dan pembuatan database antropometri Indonesia yang dijadikan sebagai studi kasus.



## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Desain Penelitian**

Desain penelitian merupakan suatu bentuk perancangan yang memadukan berbagai kondisi dan informasi menjadi sebuah alur kegiatan atau sistem yang terpadu. Desain penelitian juga dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk membuktikan kebenaran sejumlah teori. Pembuktian teori yang dilakukan dengan menggunakan desain penelitian terdiri dari empat langkah (Cobb, 2001) yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Mengembangkan teori.
2. Menjabarkan prinsip-prinsip desain berdasarkan pengembangan teori.
3. Menerjemahkan prinsip-prinsip tersebut ke sebuah desain penelitian yang konkrit.
4. Mengevaluasi apakah desain penelitian tersebut dapat dijalankan sesuai yang diharapkan.

Berdasarkan strukturnya, desain penelitian merupakan perpaduan yang utuh dari analisa masalah, prosedur, dan solusi (Edelson, 2002).

Analisa masalah merupakan proses pendefinisian tujuan dari sebuah penelitian. Analisa masalah mengkararakteristikan tujuan yang harus dimiliki oleh sebuah penelitian dalam menjawab berbagai tantangan, batasan, dan peluang yang ada.

Prosedur penelitian menggambarkan keseluruhan proses dalam penelitian. Prosedur penelitian juga mengungkapkan kebutuhan manusia dan sumber daya lainnya yang digunakan pada penelitian. Proses-proses tersebut haruslah disesuaikan dengan tujuan dan batasan penelitian. Dengan demikian keseluruhan proses yang ada memiliki sinergi yang kuat dalam mendukung tujuan akhir dari penelitian.

Komponen yang terakhir adalah solusi. Solusi merupakan hasil dari desain, atau jawaban dari permasalahan yang diungkapkan di komponen analisa masalah. Terdapat berbagai macam solusi dalam desain penelitian, termasuk di dalamnya pembentukan sebuah panduan lengkap yang pada umumnya mencakup:

1. Pendahuluan, terdiri dari latar belakang, pernyataan tujuan, keterkaitan penelitian dengan berbagai teori, serta gambaran umum mengenai penelitian.
2. Langkah penelitian, terdiri dari alur penelitian, proses spesifik, dan kondisi sekitar yang memenuhi persyaratan penelitian, misalnya cahaya, suhu, dan lain sebagainya.
3. Kebutuhan peralatan dan sumber daya, terdiri dari jumlah operator penelitian, jumlah responden per percobaan, kondisi ruangan, serta jenis peralatan yang dibutuhkan.
4. Dokumentasi sistematis, berupa foto, *flowchart*, dan sebagainya.
5. Langkah penarikan hipotesa.
6. Langkah sistematis dalam rangka pembuktian hipotesa, yang dilakukan dengan pendekatan kualitatif dan/atau kuantitatif. Pendekatan kuantitatif yang banyak digunakan adalah metode statistik.
7. Langkah penarikan kesimpulan akhir.

Setelah ketiga komponen tersebut dipenuhi, maka penelitian harus melewati tahap pengujian untuk mendapatkan gambaran apakah hasil penelitian akurat. Tahap pengujian juga difungsikan untuk memverifikasi apakah penelitian tersebut telah mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Pada skripsi ini, Penulis akan menggunakan metode studi kasus dalam tahap pengujian.

## 2.2. Ergonomi

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis dalam 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, serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman. Secara khusus ergonomi mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan kerja beserta peralatan, produk, dan fasilitas yang mereka gunakan sehari-hari, dalam rangka menyesuaikan lingkungan kerja dan peralatan tersebut agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan batas kemampuan mereka (Sanders, McCormick, 1993). Ergonomi atau *Ergonomics* berasal dari kata Yunani yaitu *Ergon* yang

berarti kerja dan *Nomos* yang berarti hukum. Tujuan dari kajian ergonomi adalah untuk meningkatkan performa dari sistem dengan meningkatkan kualitas hubungan antara manusia dengan mesin yang digunakan. Ergonomi merupakan ilmu yang digunakan untuk mengimplementasikan dimensi-dimensi berikut (Pheasant, 1997):

- Efisiensi kerja (performa, produktivitas, dan sebagainya)
- Kesehatan dan keselamatan
- Kenyamanan dan kemudahan penggunaan

Dalam setiap pekerjaan yang dilakukan manusia, terdapat penggunaan peralatan. Ilmu ergonomi memperhatikan desain peralatan tersebut – juga desain lingkungan yang dipergunakan manusia secara umum.

Dalam pengaplikasiannya, disiplin ilmu ergonomi dapat dikelompokkan menjadi empat bidang penyelidikan (Sutalaksana, 1982), yaitu:

1. Penyelidikan mengenai tampilan (*display*).

Tampilan (*display*) adalah suatu perangkat antara (*interface*) yang menyajikan informasi tentang keadaan lingkungan, dan mengkomunikasikannya pada manusia dalam bentuk tanda-tanda, angka, lambang dan sebagainya. Ilmu ergonomi digunakan untuk menciptakan tampilan yang sesuai dengan indera manusia.

2. Penyelidikan mengenai kekuatan fisik manusia

Penyelidikan ini difokuskan pada aktivitas-aktivitas manusia ketika bekerja. Penyelidikan ini berkaitan dengan pengukuran kekuatan fisik manusia saat sedang menjalani berbagai aktivitas.

3. Penyelidikan mengenai ukuran tempat kerja.

Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mendapatkan rancangan tempat kerja yang sesuai dengan ukuran (dimensi) tubuh manusia. Dengan demikian akan diperoleh tempat kerja yang baik, sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia sehingga dapat memberikan kenyamanan yang optimal.

4. Penyelidikan mengenai lingkungan kerja (*work environment*).

Penyelidikan ini meliputi kondisi fisik lingkungan tempat kerja dan fasilitas kerja yang mempengaruhi kondisi fisik manusia seperti intensitas

cahaya, kebisingan, temperatur, getaran, kelembaban, dan sebagainya. Penyelidikan ini dilakukan untuk menyesuaikan kondisi lingkungan dengan manusia yang berada di dalamnya.

### 2.3. Antropometri

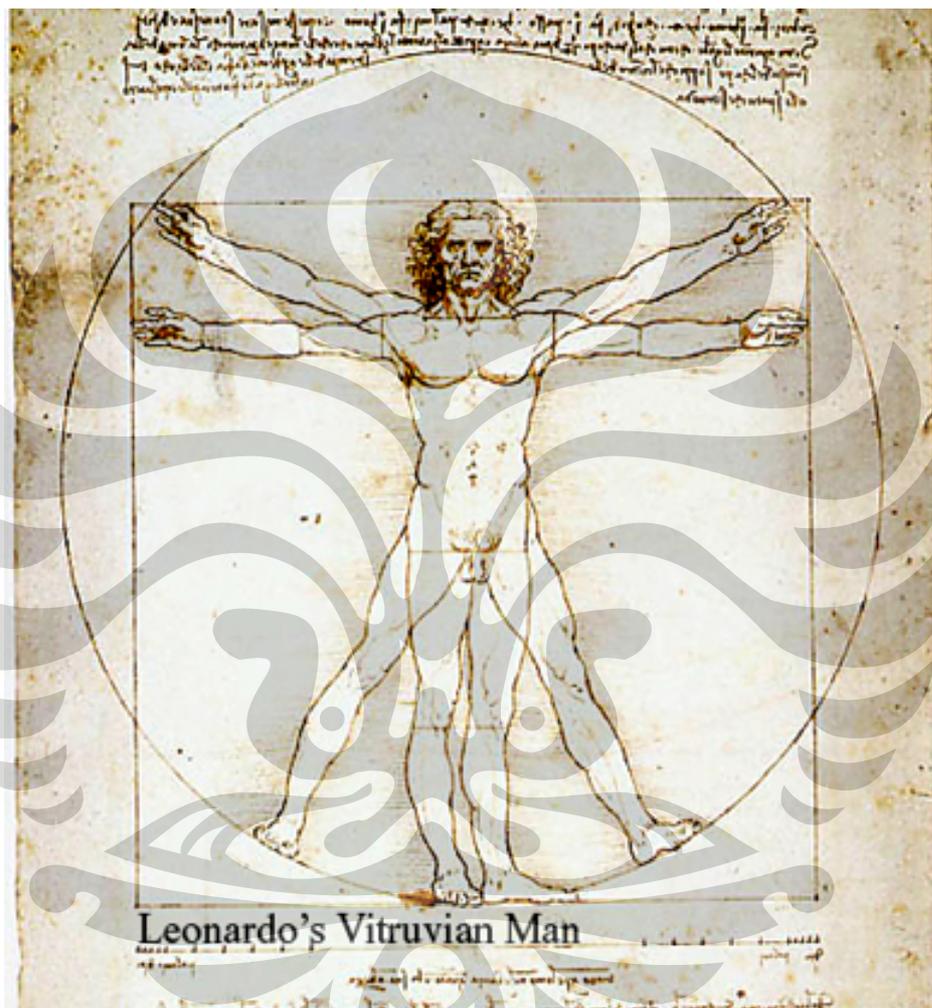
Antropometri merupakan bagian dari ilmu pengetahuan yang berkaitan langsung dengan pengukuran tubuh manusia. Antropometri sendiri merupakan cabang ergonomi yang sangat penting. Kata antropometri berasal dari bahasa Yunani (*Greek*), yaitu *anthropos* (*human*) yang berarti manusia dan *metrein* (*to measure*) yang berarti ukuran. Secara umum definisi antropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia. Fungsi utama penggunaan data antropometri adalah untuk mengoptimalkan dimensi dari benda – benda kerja yang digunakan oleh manusia yang memiliki karakteristik yang berbeda – beda.

#### 2.3.1. Antropometri: Sebuah Perspektif Sejarah

Dalam mendiskusikan gaya klasik dari arsitektur, seringkali digunakan istilah “didesain berdasarkan skala manusia”. Hal ini dikarenakan banyak terdapat bangunan arsitektur yang memiliki proporsi baik sehingga menghasilkan harmoni yang tepat. Pada masa itu, teori mengenai proporsi tubuh manusia mulai banyak mempengaruhi pemikiran banyak orang. Tubuh manusia dianggap terdiri dari banyak dimensi dan komponen yang membentuk sebuah kesatuan yang “harmonis”, dan menjadi sebuah kemuliaan tersendiri. Pendapat tersebut sering dianalogikan dengan harmoni yang dihasilkan oleh musik.

Salah satu sistem yang paling lengkap dari proporsi tubuh manusia ditunjukkan oleh seorang arsitektur asal Roma yang bernama Vitruvius (15 BC). Tinggi dari seorang “laki-laki yang sempurna” dianggap sama dengan panjang keseluruhan tangan yang direntangkan, atau empat kali panjang siku – jari tangan, enam kali panjang kaki, dan seterusnya. Vitruvius menjadikan ilmu proporsi tubuh manusia ini sebagai prinsip dasar dalam pembangunan.

Gambar “Vitruvian Man” yang diciptakan oleh Leonardo Da Vinci mengungkapkan teori proporsi tubuh manusia (Gambar 2.1). “Vitruvian Man” sendiri melukiskan seorang laki-laki yang dilingkupi dengan sebuah kotak dan sebuah lingkaran. Leonardo menyatakan proporsi tubuh manusia sebagai “*golden proportion*” atau “*golden ratio*”, karena kesempurnaannya.



**Gambar 2.1** Simbol Kesempurnaan Proporsi Tubuh oleh Leonardo Da Vinci

Sumber: Pheasant, 1997

### 2.3.2. Data Antropometri

Data antropometri yang dapat digunakan sebagai landasan dalam perancangan suatu sistem kerja umumnya dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu data struktural, data fungsional, dan data Newtonian (Bridger, 2003).

- Data struktural

Data struktural merupakan suatu ukuran dimensi tubuh dari subjek yang sedang berada dalam posisi statis. Pengukuran dilakukan dari satu titik pengukuran ke titik pengukuran lainnya, misalnya pengukuran tinggi badan dari lantai hingga ukuran kepala, atau pengukuran dimensi-dimensi tubuh tertentu, misalnya panjang lengan kanan.

- Data fungsional

Data fungsional merupakan data antropometri yang dikumpulkan untuk menjelaskan pergerakan bagian tubuh dari suatu titik yang telah ditetapkan. Data jangkauan maksimum tangan ke arah depan ditinjau dari posisi berdiri subyek yang diukur merupakan salah satu contoh data antropometri fungsional. Berbeda dengan data antropometri struktural yang diukur dalam keadaan statis, data antropometri fungsional diukur ketika subjek melakukan gerakan – gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus dilakukan.

- Data Newtonian

Data Newtonian merupakan data antropometri sebagai hasil pengukuran dari tanggungan beban yang dialami oleh sebuah segmen tubuh manusia. Perbedaan panjang dan massa segmen pada tubuh manusia tentunya akan berhubungan dengan beban yang diterima oleh masing-masing segmen.

Dalam pelaksanaannya, data antropometri yang umum digunakan adalah data struktural dan data fungsional. Hal ini disebabkan karena data struktural dan data fungsional merupakan data antropometri yang paling banyak mempengaruhi proses desain. Penggunaan yang tepat dari data antropometri akan menghasilkan stasiun kerja dan produk yang sesuai dengan manusia sebenarnya. Dengan demikian solusi desain yang dihasilkan akan menjadi lebih aman dan lebih nyaman.

Data antropometri biasanya mencakup ukuran dan bentuk tubuh. Jika data dihasilkan dari berbagai postur yang berbeda, maka berbagai kemampuan tambahan, seperti kemampuan menggapai manusia juga dapat diketahui. Data antropometri juga dapat menggambarkan kemampuan lainnya dari manusia, seperti kekuatan dan kecepatan.

### 2.3.3. Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan

Data antropometri untuk berbagai ukuran anggota tubuh, baik yang diukur dalam posisi tetap (*structural body dimension*) ataupun posisi dinamis (*functional body dimension*), tentunya akan sangat bermanfaat untuk menentukan ukuran-ukuran yang harus diakomodasikan pada saat perancangan sebuah produk, fasilitas kerja maupun stasiun kerja. Persoalan yang paling mendasar dalam mengaplikasikan data antropometri dalam proses perancangan adalah bagaimana bisa menemukan dimensi ukuran yang paling tepat untuk rancangan yang ingin dibuat agar bisa mengakomodasikan mayoritas dan potensial populasi yang akan menggunakan/mengoperasikan hasil rancangan tersebut. Untuk itu terdapat dua buah rancangan dimensi yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan ukuran, yaitu:

- Dimensi jarak ruangan (*clearance dimensions*), yaitu dimensi yang diperlukan untuk menentukan minimum ruang (*space*) agar manusia dapat dengan leluasa melaksanakan aktivitasnya. Jarak ruangan (*clearance*) dapat dirancang dengan menetapkan dimensi ukuran tubuh yang terbesar (*upper percentile*) dari populasi pemakai yang diharapkan.
- Dimensi jarak jangkauan (*reach dimension*), yaitu dimensi maksimum ukuran yang harus ditetapkan agar mayoritas populasi mampu menggunakannya secara wajar. Jarak jangkauan ini ditetapkan berdasarkan ukuran tubuh terkecil (*lower percentile*) dari populasi pemakai yang diharapkan.

Berdasarkan kebutuhan untuk menciptakan produk yang pas atau sesuai dengan penggunaannya, maka terdapat tiga filosofi dasar perancangan yang bisa diikuti (Tayyari dan Smith, 1997), yaitu:

- Rancangan untuk ukuran ekstrim (*design for extreme individuals*)

Rancangan seperti ini digunakan untuk mengakomodasi ukuran terkecil atau terbesar dari sebuah populasi. Dalam beberapa kondisi, dimensi rancangan yang spesifik menjadi faktor yang membatasi penggunaan suatu fasilitas oleh manusia. Namun hal ini biasanya dapat diatasi dengan mengambil nilai maksimum atau minimum suatu populasi, sehingga rancangan dapat digunakan oleh mayoritas populasi. Strategi perancangan

dengan nilai maksimum biasanya digunakan untuk merancang pintu, pesawat militer atau kursi kerja. Sedangkan, strategi perancangan dengan nilai minimum dapat dilihat contohnya dalam menentukan jarak tombol pengatur suatu mesin terhadap operator sehingga memudahkan pencapaian dan juga mengurangi gaya yang dibutuhkan dalam menoperasikan tombol tersebut. Parameter pengukuran yang digunakan dalam membuat rancangan maksimum dan minimum adalah persentil 95 dari data ukuran tubuh laki-laki dan persentil 5 dari data ukuran tubuh perempuan. kedua persentil ini ditetapkan agar mampu mendistribusi secara merata data populasi akan karakteristik tubuh yang dimiliki.

- Rancangan untuk nilai ukuran yang dapat disesuaikan (*design for adjustable range*)

Pada kehidupan sehari-hari, dapat ditemukan beberapa peralatan atau fasilitas yang dirancang dengan ukuran yang dapat disesuaikan terhadap setiap penggunanya, diantaranya kursi kantor, ketinggian meja kerja dan sandaran kaki. Rancangan untuk peralatan berjenis ini menggunakan ukuran persentil diantara persentil 5 dari data ukuran tubuh perempuan dan persentil 95 dari data ukuran tubuh laki-laki. Pada umumnya, rancangan dengan menggunakan persentil ini dapat mengakomodasi kasus-kasus yang terkadang membutuhkan kombinasi pengukuran beberapa dimensi, sehingga dianggap cukup efektif untuk digunakan dalam menetapkan ukuran rancangan. Namun hal ini tidak selalu berhasil, dikarenakan tidak semua benda dapat dirancang dengan ukuran yang diubah-ubah sesuai yang dibutuhkan pengguna.

- Rancangan untuk nilai ukuran rata-rata (*design for average*)

Pada dasarnya, tidak data ukuran rata-rata dalam manusia karena tidak adanya korelasi yang sempurna antara dimensi-dimensi pada tubuh manusia. Banyak perancang yang memilih untuk menggunakan ukuran rata-rata hanya karena mengatasi kesulitan akan kompleksitas data anthropometri. Ukuran rata-rata masih dapat diterima jika rancangan benda tersebut tidak dapat menggunakan ukuran ekstrim ataupun ukuran yang dapat diubah sesuai kebutuhan. Merancang dengan ukuran rata-rata

hanya dapat dilakukan setelah mempertimbangkan dengan matang situasi yang ada dan untuk diingat, penggunaan ukuran rata-rata bukan jalan keluar terbaik.

#### 2.3.4. Antropometri, Desain, dan Populasi

Pembuatan desain yang mengaplikasikan disiplin ilmu antropometri berkaitan langsung dengan populasi yang menggunakan desain tersebut. Populasi sendiri merupakan sekelompok manusia yang memiliki persamaan dalam karakteristik tertentu, baik berupa wilayah geografis tempat tinggal, kebutuhan, pekerjaan, pendidikan, ukuran dimensi tubuh, dan lain sebagainya. Pertimbangan populasi dimaksudkan agar desain yang dihasilkan dapat mengakomodasi sebanyak mungkin rentang populasi yang dituju. Dengan demikian, penentuan kelompok populasi yang sesuai akan sangat mempengaruhi ketepatan dari proses perancangan desain yang dilakukan. Desain yang baik juga harus memperhatikan variasi dari populasi penggunaannya.

Informasi populasi yang dibutuhkan dalam proses desain juga harus mencakup berbagai kondisi yang terjadi secara nyata dalam kehidupan populasi. Sebagai contoh, dalam perkembangannya, terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan ukuran tubuh dalam populasi. Banyak pendapat yang mengasosiasikan kondisi kehidupan dengan ukuran tubuh. Ukuran tubuh yang lebih besar merupakan hasil dari kondisi kehidupan yang baik. Sedangkan ukuran tubuh yang lebih kecil sering dikaitkan dengan berbagai kondisi kehidupan yang buruk, kemiskinan, tingkat stress yang tinggi, dan sebagainya. Terdapat pula peningkatan ukuran tubuh yang berlangsung secara berkesinambungan. Peningkatan ukuran tubuh ini disebabkan oleh kondisi kehidupan yang semakin baik: sanitasi yang lebih bersih, publikasi dan pengadaan imunisasi bagi anak-anak, tersedianya makanan dengan kandungan gizi yang lebih tinggi, dan sebagainya. Peningkatan ukuran tubuh tersebut merupakan sebuah fenomena yang terjadi di seluruh dunia dan tidak terbatas pada tinggi orang dewasa saja (Konig et al, 1980). Konig juga menyatakan bahwa peningkatan ukuran tersebut tidak berlangsung seragam. Pada jangka waktu 1830 – 1930, tinggi rata-rata anak mengalami peningkatan sekitar 0,5 cm setiap dekadenya,

sedangkan sejak tahun 1930 hingga sekarang peningkatan yang terjadi adalah sebesar 5 cm (Bridger, 2003).

Hasil penelitian tersebut berdampak besar pada ahli ergonomi yang berusaha untuk membuat desain yang universal, dan dapat mengakomodasi kebutuhan sebagian besar populasi. Dengan ini maka konsep desain berdasarkan rata-rata menjadi tidak valid, dikarenakan sesungguhnya tidak terdapat ukuran rata-rata dari manusia. Selain itu, struktur populasi dan kondisi kehidupan telah mengalami banyak perubahan di berbagai bagian di dunia. Dengan demikian data antropometri yang diperoleh di masa lalu menjadi kurang valid untuk digunakan di masa sekarang.

Variasi alami dari populasi manusia memiliki implikasi terhadap hampir hampir seluruh rancangan produk yang ada di dunia. Fakta yang tidak boleh diabaikan oleh perancang ketika membuat desain untuk pasar internasional adalah ukuran dan proporsi tubuh manusia yang bervariasi pada populasi yang berbeda. Ashby pada tahun 1979 mengatakan tentang betapa pentingnya memperhatikan sisi ergonomi dalam desain:

“Jika sebuah benda didesain agar sesuai dengan 90% dari populasi penduduk Amerika Serikat, maka benda tersebut akan cocok dengan 90% penduduk Jerman, 80% penduduk Perancis, 65% penduduk Italia, 45% penduduk Jepang 25% penduduk Thailand, dan 10% penduduk Vietnam”

Akan menjadi sangat tidak praktis dan mahal untuk merancang sebuah produk individu yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan semua pengguna. Oleh karena itu, desain sebuah produk sebaiknya dispesialisasikan untuk digunakan oleh kelompok populasi tertentu.

#### **2.4. Ergodesain**

Ergonomi merupakan sebuah ilmu yang mempelajari perilaku manusia dan hubungannya dengan pekerjaan, dengan mesin yang dioperasikannya, dan dengan lingkungan kerjanya.

Jika prinsip ergonomi diaplikasikan terhadap proses desain, maka hasilnya akan menjadi sebuah produk yang menarik sekaligus ramah untuk digunakan. Mesin, peralatan, stasiun kerja, dan lingkungan kerja yang mengintegrasikan

ergonomi ke dalam desainnya akan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup manusia (Grandjean, 1984).

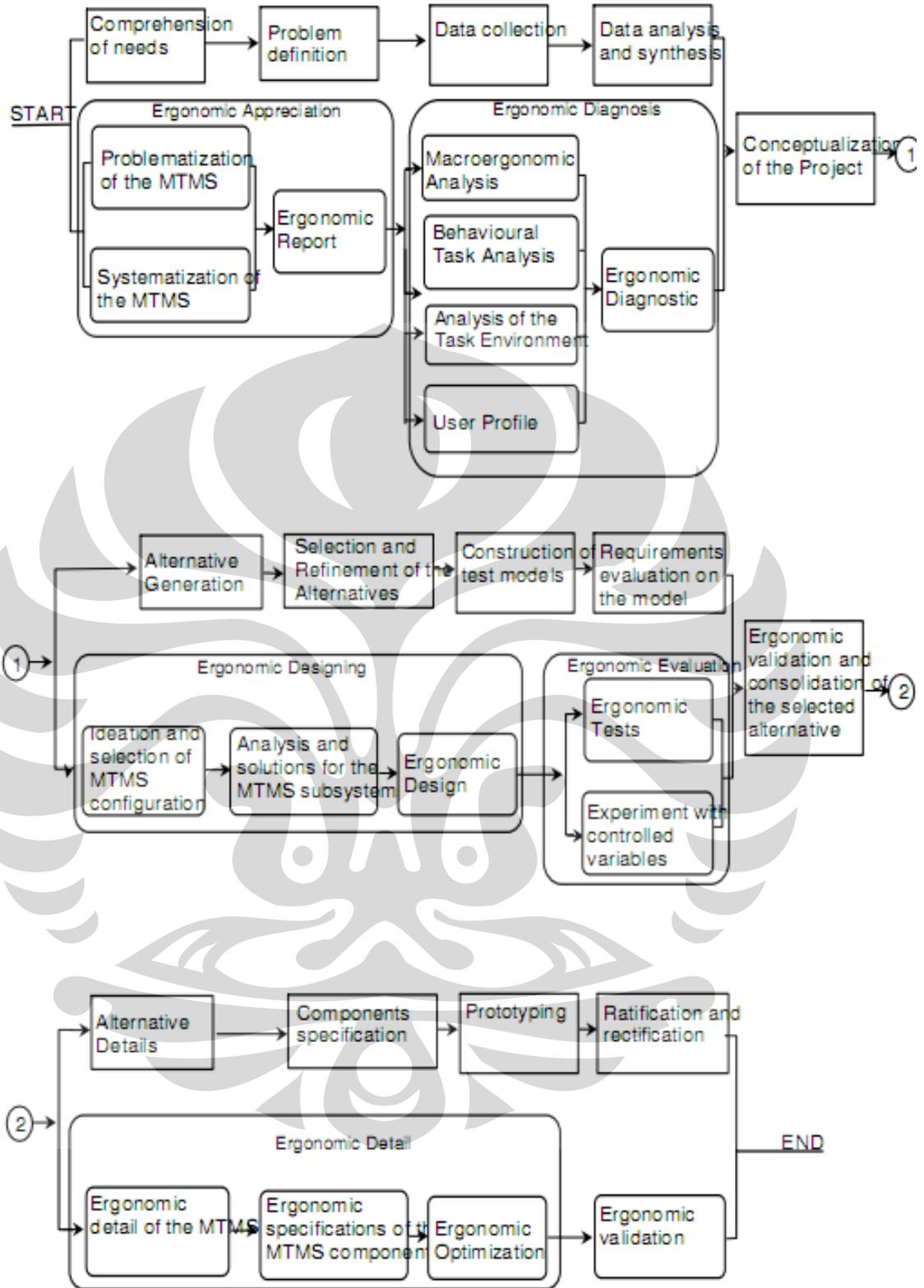
Ergodesain sendiri merupakan gabungan fokus teoritis dan praktikal dari dua disiplin ilmu: Ergonomi dan Desain. Ergodesain menjelaskan mengenai optimasi ergonomi dan perkembangan desain dalam sebuah proses yang kreatif (Yap et al, 1997). Pada tahun 1987, Blaich menyatakan ergodesain sebagai sebuah strategi korporasi.

Dalam sejarah, ilmu mengenai faktor manusia atau ergonomi memiliki pengertian yang berbeda bagi desainer industri dan ahli ergonomi. Bagi desainer, ergonomi menekankan pada kebutuhan fisik dan kognitif sebagai bagian dari proses desain, namun tidak perlu didasarkan pada sebuah metodologi formal tertentu. Namun segala sesuatunya telah berubah sejalan dengan waktu. Sekarang, mayoritas dari desainer industri setidaknya mengetahui kehadiran dari prinsip ergonomi sehingga masalah desain menjadi semakin rumit. Demikian pula halnya dengan metodologi yang menjadi semakin rumit dengan masuknya elemen ergonomi. Hal ini menyebabkan seorang desainer profesional harus bekerja bersama-sama dengan ahli ergonomi dalam proses pengembangan produk.

Pendekatan ergodesain merupakan sebuah pendekatan makro ergonomi yang memiliki tujuan untuk menyelaraskan fungsi manusia dan sistem secara simultan bersama-sama dengan konseptualisasi desain dan pengembangannya. Ergodesain merupakan sebuah pendekatan yang penting dalam menunjang implementasi ergonomi dalam proses desain dan pengembangan produk, perlengkapan, dan sistem (Yap et al, 1997).

Banyak ahli ergonomi yang berpikir bahwa tugas mereka selesai ketika mereka telah memberikan panduan umum kepada insinyur dan desainer untuk diimplementasikan. Seharusnya, ketika seorang ahli ergonomi terlibat dalam pengembangan produk, sudah menjadi tanggung jawabnya untuk menerjemahkan panduan umum ke dalam rekomendasi spesifik desain agar dapat diikuti dengan mudah oleh pembuat produk (Chapanis, 1994).

Dalam pendekatan ergodesain, terdapat sistematika alur yang dapat diikuti secara bersama-sama oleh desainer dan ahli ergonomi (Moraes, 1996), seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Keterangan: MTMS = Man – Task – Machine System

**Gambar 2.2** Sistematika Ergodesain

Sumber: Moraes, 1996

## 2.5. Dasar Penelitian Antropometri

### 2.5.1. Variasi Manusia sebagai Dasar Pengklasifikasian Sampel

Sampel dan populasi dari manusia sangat berbeda apabila ditinjau dari ukuran antropometrinya. Ukuran, bentuk, dan kekuatan dari manusia seringkali dibedakan berdasarkan umur dan jenis kelamin. Padahal, dalam mendefinisikan target populasi untuk tujuan antropometri, perlu juga dipertimbangkan mengenai masalah etnisitas, kelas sosial, dan pekerjaan (Pheasant, 1997).

#### 2.5.1.1. Klasifikasi Berdasarkan Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin akan menggambarkan perbedaan ukuran tubuh secara biologis. Hal ini terlihat dengan jelas pada populasi manusia yang ada di dunia. Perbedaan tinggi badan dan dimensi tubuh lainnya yang terkait dari jenis kelamin yang berbeda sangat dipengaruhi oleh perbedaan biologis (genetis), meskipun terdapat juga sedikit pengaruh dari gaya hidup dan lingkungan (Pheasant, 1997).

Cara terbaik untuk mengetahui perbedaan signifikan dimensi tubuh berdasarkan jenis kelaminnya adalah dengan melakukan studi perbandingan secara statistik. Secara rata-rata, wanita memiliki tinggi tubuh lebih rendah 7% dari pria (Pheasant, 1997).

#### 2.5.1.2. Klasifikasi Berdasarkan Perbedaan Etnis

Sebuah kelompok etnis adalah bentuk populasi dari individu yang menempati wilayah geografis tertentu dan memiliki karakteristik fisik tertentu yang umum, untuk membedakan mereka dari kelompok individu lainnya.

Sebuah kelompok etnis dapat dihubungkan menurut batasan bahasa maupun batasan nasional lainnya, meskipun konsep ini tidak berlaku secara utuh. Adapun kelompok etnis dapat digabungkan ke dalam kelompok populasi yang lebih besar, yang dikenal sebagai 'divisi' Negroid, Caucasoid, dan Mongoloid. Divisi tersebut merupakan 'kelompok besar' dari manusia.

Divisi Negroid melingkupi sebagian besar penduduk berkulit hitam di Afrika dan sejumlah kecil kelompok etnis di Asia dan kepulauan Pasifik. Divisi

Caucasoid melingkupi kelompok berkulit terang maupun gelap yang bertempat tinggal di Eropa, Afrika Utara, Asia Kecil, Asia Tengah, India, dan Polynesia (termasuk di antaranya populasi Australia). Divisi Mongoloid terdiri dari sejumlah besar kelompok etnis yang terdistribusi di Asia bagian tengah, timur, dan tenggara, bersama-sama dengan sejumlah populasi di Amerika.

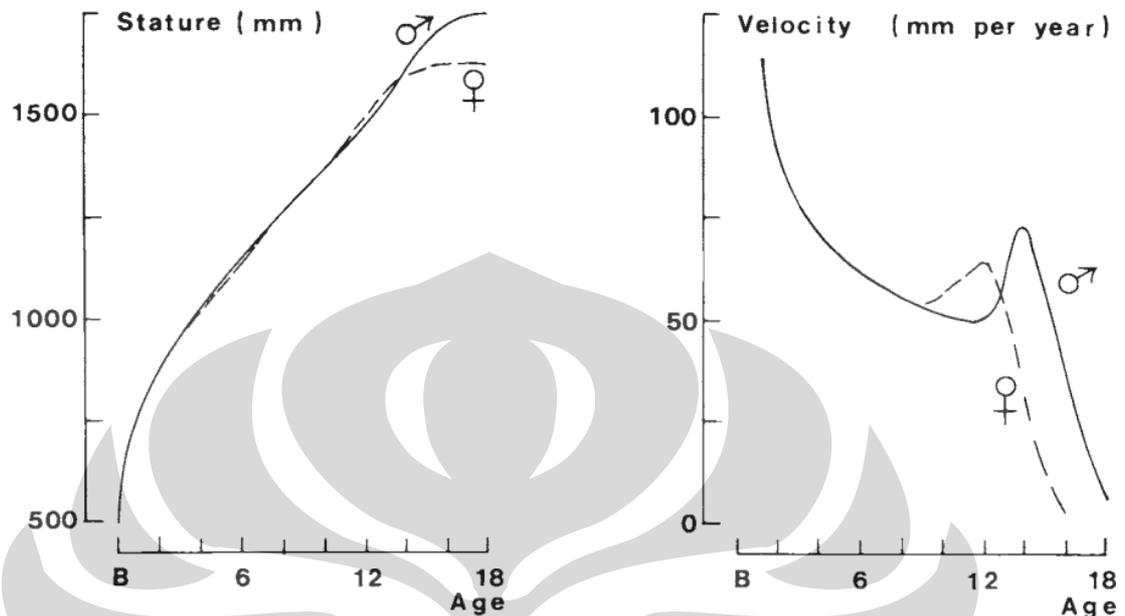
Orang Afrika memiliki anggota tubuh bagian bawah yang lebih panjang dibandingkan dengan orang Eropa. Sampel yang diambil di negara-negara timur memiliki anggota tubuh bagian bawah yang bahkan lebih pendek lagi. Panjang relatif dari bagian tubuh atas juga menunjukkan pola yang sama berdasarkan perbedaan etnis.

Namun merupakan sebuah kesalahan apabila terdapat anggapan bahwa perbedaan dalam ukuran tubuh tersebut merupakan sesuatu yang tetap dan menjadi karakteristik yang abadi bagi sebuah kelompok etnis. Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap sampel pendatang menunjukkan perbedaan yang signifikan dari pola pertumbuhan dimensi orang dewasa yang lahir di lingkungan baru dan yang lahir di 'negara asal'. Boas (1912) dan Shapiro (1939) merupakan peneliti klasik yang mempelajari permasalahan tersebut, diikuti oleh Kaplan (1954), Greulich (1957), dan Koblanski dan Arensburg (1977). Shapiro (1939) mempelajari orang Jepang yang datang dan berdiam di Hawaii. Ia menunjukkan bahwa meskipun generasi Jepang yang lahir di Hawaii memiliki dimensi tubuh yang lebih besar dari para pendahulunya, tapi rasio dari dimensi tubuh utama (seperti tinggi relatif pada saat duduk, dan lebar relatif dari biacromial) tidak terlalu berbeda. Ketetapan relatif dari proporsi ini juga dikonfirmasi oleh Miller (1961). Penelitian ini menjadi dasar bagi Robert (1975) untuk menyimpulkan bahwa 'komponen genetik memiliki hubungan yang erat terhadap proporsi tubuh, dan semakin bervariasi ukuran secara keseluruhan'.

#### 2.5.1.3. Klasifikasi Berdasarkan Pertumbuhan

Faktor genetik dan lingkungan yang mengontrol pertumbuhan manusia telah didokumentasikan secara lengkap oleh Tanner (1962, 1978). Tanner juga telah mempublikasikan standar bagi tinggi dan berat dari anak-anak di Inggris yang telah diadopsi secara luas dalam dunia kesehatan (Tanner et al. 1966, Tanner

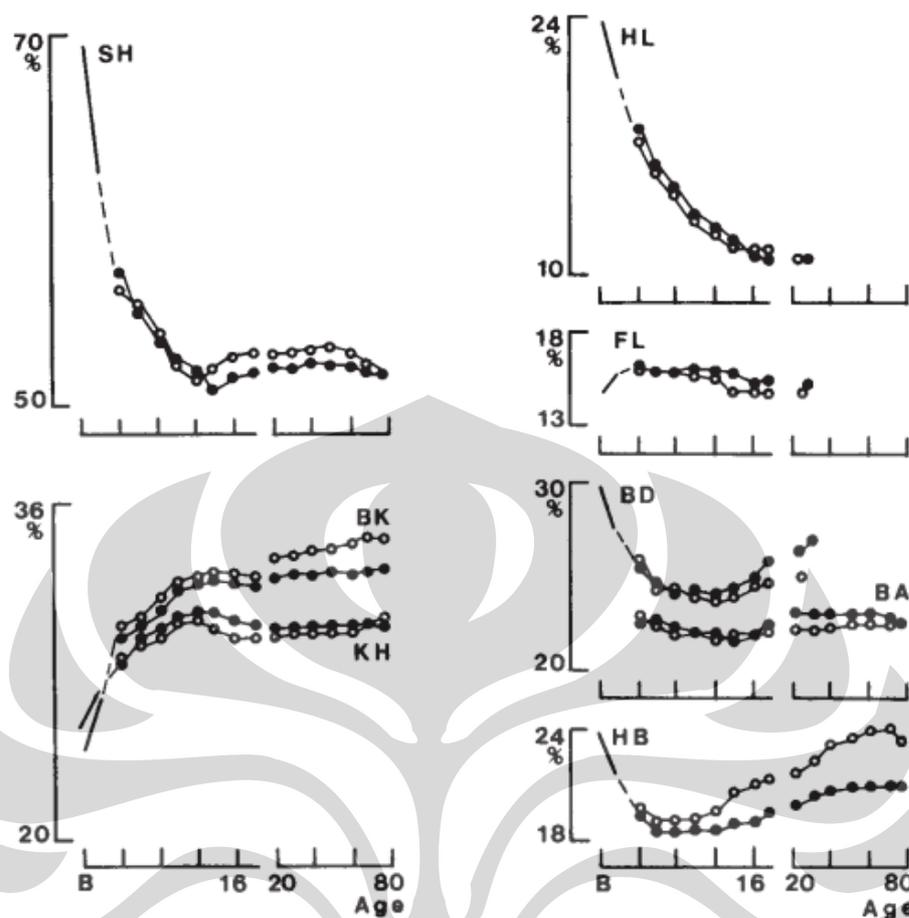
and Whitehouse 1976). Pola pertumbuhan dari anak laki-laki dan anak perempuan berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Grafik Pertumbuhan Dari Anak Laki-Laki Dan Perempuan: Tinggi (Kiri) Dan Kecepatan Pertumbuhan Berdasarkan Tinggi (Kanan)

Sumber: Pheasant, 1997

Tingkat pertumbuhan anak laki-laki sangat tinggi selama masa kecilnya, lalu berkurang secara konstan hingga mencapai minimum pada umur 11,5 tahun. Pertumbuhannya kemudian bertambah cepat sebelum akhirnya mengalami penurunan ketika telah mencapai kedewasaan. Kecepatan pertumbuhan itu mencapai puncaknya pada umur sekitar 14 tahun, yang juga dikenal sebagai 'lonjakan pertumbuhan remaja'. Pertambahan kecepatan yang luar biasa itu berhubungan dengan masa pubertas yang dialami pada waktu remaja. Anak perempuan sedikit lebih pendek daripada anak laki-laki pada saat lahir hingga mengalami pubertas. Meskipun demikian, anak perempuan mengalami 'lonjakan pertumbuhan' di umur yang lebih muda dibandingkan anak laki-laki, yaitu pada umur 9 tahun yang kemudian akan mencapai puncaknya di sekitar umur 12 tahun.



**Gambar 2.4** Efek Perubahan Umur Terhadap Proporsi Tubuh yang Diekspresikan Sebagai Ukuran Relatif dari Berbagai Dimensi (% Tinggi Tubuh). SH = Sitting Height; BK = Buttock – Knee Length; KH = Knee Height; HL = Head Length; FL = Foot Length; BO = Bideltoid Breadth; BA = Biacromial Breadth; HB = Hip Breadth; ● = laki-laki; ○ = perempuan

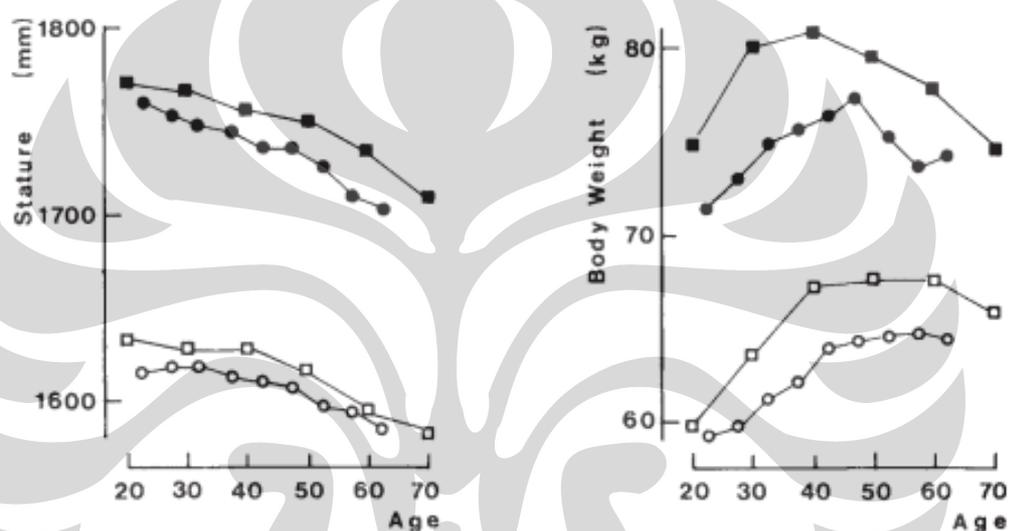
Sumber: Pheasant, 1997

Data pada Gambar 2.4 menunjukkan perbedaan proporsi tubuh berdasarkan jenis kelamin dan kelompok umur. Pada kasus tinggi badan pada posisi duduk (sitting height), perbedaan panjang kaki terutama disebabkan karena terjadinya pubertas.

Pertumbuhan biasanya mengalami kemunduran percepatan atau bahkan berhenti di umur 16 tahun pada anak perempuan dan 18 tahun pada anak laki-laki. Meskipun demikian, beberapa bagian tulang terus mengalami penambahan panjang hingga umur dua puluhan. Andersson et al. (1965) mendemonstrasikan pertumbuhan tinggi posisi duduk pada sejumlah besar anak laki-laki di Amerika setelah umur 18 tahun dan anak perempuan setelah 17 tahun. Sejumlah sampel

penelitian dari penduduk Amerika yang dipelajari oleh Roche dan Davilla (1972) menunjukkan bahwa anak laki-laki akan mencapai postur dewasanya pada rata-rata umur 21,2 tahun, sedangkan anak perempuan pada umur 17,3 tahun. Meskipun demikian 10% anak laki-laki mengalami pertumbuhan kembali setelah umur 23,5 tahun sedangkan 10% perempuan setelah umur 21,1 tahun. Menurut Roche dan Davilla (1972), kejadian ini disebabkan oleh pertumbuhan yang terlambat dari tubuh bagian bawah.

#### 2.5.1.4. Klasifikasi Berdasarkan Pertambahan Umur



**Gambar 2.5** Tinggi dan Berat Rata-rata dari Orang Dewasa dengan Berbagai Umur. □ = Laki-laki, USA; ○ = Laki-laki, Inggris; ■ = Perempuan, USA; ● = Perempuan, Inggris

Sumber: Pheasant, 1997

Gambar 2.5 menyajikan hubungan antara tinggi rata-rata dan berat dari populasi penduduk dewasa Inggris Raya dan Amerika Serikat terhadap pertambahan umur. Terdapat penurunan yang tetap pada tinggi badan, sedangkan berat akan terus bertambah sebelum mengalami penurunan di sekitar umur 50 tahun pada laki-laki dan 60 tahun pada perempuan.

#### 2.5.1.5. Klasifikasi Berdasarkan Kecenderungan Sekuler

Kecenderungan sekuler merupakan sebuah proses yang mengakibatkan terjadinya perubahan ukuran rata-rata suatu populasi dari satu generasi ke generasi

berikutnya pada periode waktu tertentu. Bukti-bukti statistik yang menunjang kecenderungan sekuler tersebut telah dibahas oleh Tanner (1962, 1978), Meredith (1976) dan Roche (1979).

Tanner (1962, 1978) mengumpulkan berbagai data dari tahun 1880 hingga tahun 1960, yang berasal dari negara-negara Eropa (termasuk di dalamnya Swedia, Finlandia, Norwegia, Perancis, Inggris Raya, Italia, Jerman, Republik Ceko, Polandia, Hungaria, Rusia, Belanda, Belgia, Swiss, dan Austria) serta Amerika Serikat, Kanada, dan Australia. Tingkat perubahannya sendiri adalah sebagai berikut:

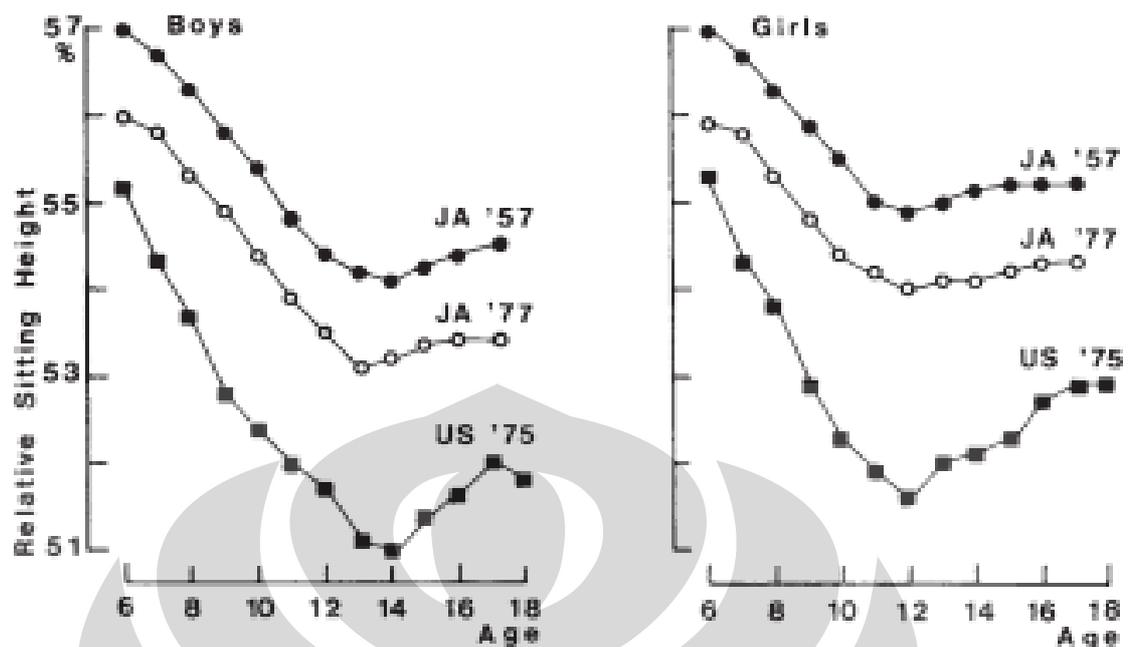
- Pada kelompok umur 5 – 7 tahun, perubahan tinggi yang terjadi adalah sebesar 15 mm per dekade sedangkan perubahan beratnya sekitar 0,5 kg per dekade
- Pada masa remaja, perubahan tinggi yang terjadi adalah sebesar 25 mm per dekade sedangkan perubahan beratnya sekitar 2 kg per dekade
- Pada saat dewasa, perubahan tinggi yang terjadi adalah sebesar 10 mm per dekade

Meskipun tingkat perubahan yang terjadi di Eropa dan Amerika Utara dapat diterima secara luas, namun kondisi tersebut tidak berlaku secara menyeluruh. Perbedaan tingkat perubahan ukuran tubuh dapat secara jelas ditemukan di negara Jepang. Data dari Tanner et al. (1982) menunjukkan bahwa tinggi badan dari anak laki-laki Jepang mengalami penambahan pada periode 1957 hingga 1967, yaitu sebesar:

- 31 mm pada umur 6 tahun
- 62 mm pada umur 14 tahun
- 33 mm pada umur 17 tahun

Meskipun demikian, tinggi badan anak laki-laki Jepang mengalami penyusutan pada periode 1967 hingga 1977, yaitu sebesar:

- 17 mm pada umur 6 tahun
- 35 mm pada umur 14 tahun
- 19 mm pada umur 17 tahun



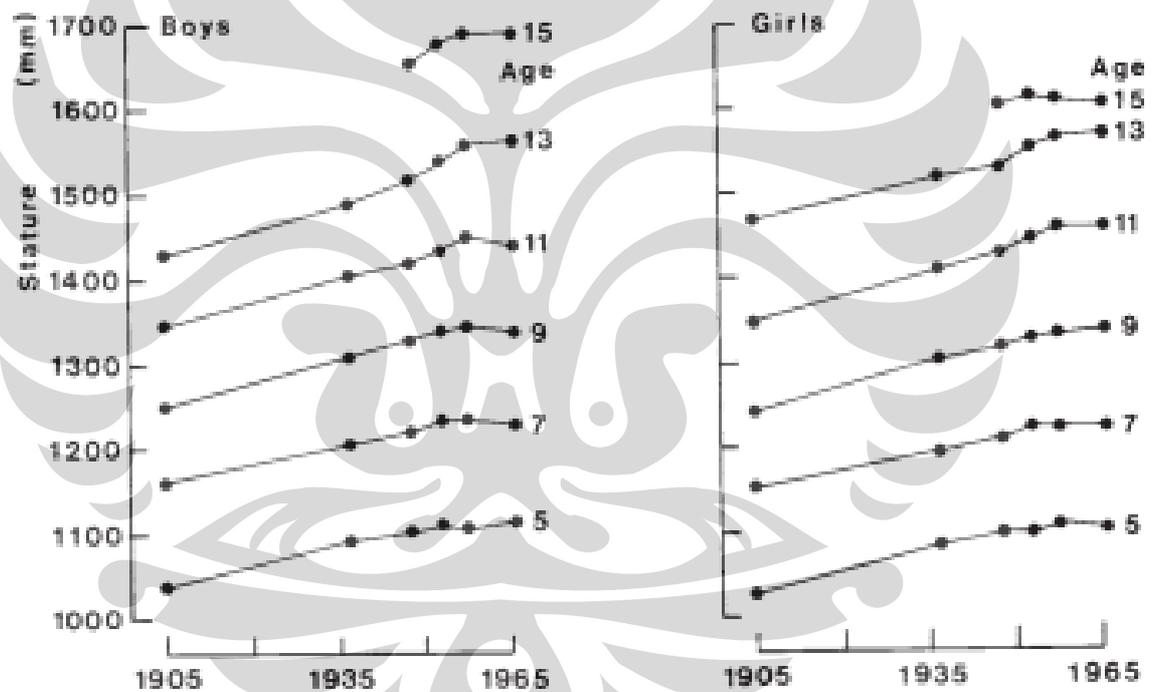
**Gambar 2.6** Kecenderungan Sekuler pada Proporsi Tubuh Anak-anak Jepang (JA) Dibandingkan dengan Anak-anak Amerika (US)

Sumber: Pheasant, 1997

Terjadinya kecenderungan sekuler pada ukuran antropometri antara lain disebabkan karena adanya peningkatan pada kualitas nutrisi makanan, kebersihan, dan pusat kesehatan. Faktor lain yang juga berpengaruh adalah faktor genetik (misalnya heterosis) yang disebabkan oleh perkawinan di luar etnis. Perkawinan antar etnis menyebabkan terbukanya isolasi genetik dan memungkinkan terjadinya perubahan dimensi tubuh. Meskipun demikian, terdapat sebuah pemahaman umum yang menyatakan bahwa perubahan sekuler dimensi tubuh lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan daripada oleh faktor genetik. Faktor genetik hanya akan menentukan batasan tertinggi bagi pertumbuhan seseorang. Sedangkan, faktor lingkungan menentukan sejauh mana seseorang dapat bertumbuh untuk mencapai batasan tertingginya itu.

Kecenderungan sekuler pertama kali diidentifikasi sebagai dampak jangka pendek dari perubahan lingkungan yang terjadi di awal abad ke-19 di negara-negara Barat sebagai perwujudan dari industrialisasi. Kecenderungan ini sangat mungkin disebabkan oleh peningkatan ekonomi yang secara tidak langsung disebabkan oleh Revolusi Industri. Sebagai contoh, Daw (1970) menemukan

kecenderungan sekuler selama pertengahan abad ke-18 di mana perubahan suara anak laki-laki (sebagai tanda pubertas) terjadi pada umur 17 atau 18 tahun. Sedangkan pada abad ke-20, perubahan suara tersebut umumnya terjadi pada umur yang lebih muda, yaitu pada umur 13,3 tahun. Floud et al. (1990) menggunakan data tinggi badan pekerja laki-laki Inggris yang direkrut dari dua sumber berbeda, Marine Society dan Royal Military Academy. Berdasarkan data dari tahun 1750 hingga 1950, diketahui bahwa laki-laki berumur 15 tahun yang direkrut dari kelas biasa memiliki pertumbuhan sekitar 30 cm selama kurun waktu 200 tahun, sedangkan laki-laki dari kelas yang lebih tinggi hanya mengalami peningkatan sebesar 10 cm.



**Gambar 2.7** Kecenderungan Sekuler Pada Tinggi Rata-Rata Anak-Anak Di Area London

Sumber: Pheasant, 1997

#### 2.5.1.6. Klasifikasi Berdasarkan Kelas Sosial dan Pekerjaan

Perbedaan kelas sosial akan juga membedakan dimensi tubuh yang dimiliki. Sistem pembeda kelas sosial yang paling sering digunakan adalah

'Registrar-General's Classification' yang membagi pekerjaan ke dalam enam kategori, yaitu:

**Tabel 2.1** Registrar-General's Classification

I	Professional
II	Intermediate
III A	Skilled Non- Manual
III B	Skilled Manual
IV	Semi-Skilled Manual
V	Unskilled Manual

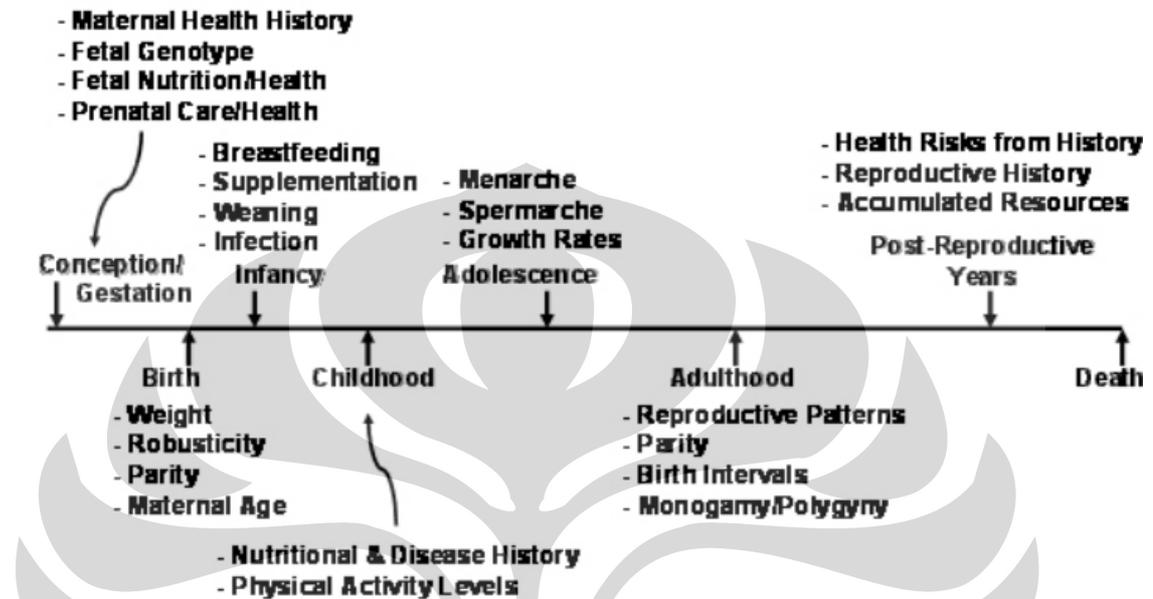
Sumber: Pheasant, 1997

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Knight (1984) di Inggris Raya, dapat diketahui bahwa laki-laki yang berasal dari kelas sosial I dan II memiliki tinggi rata-rata 1755 mm, sedangkan laki-laki dari kelas sosial IV dan V hanya memiliki tinggi rata-rata 1723 mm. Hal ini juga berlaku untuk perempuan. Perempuan dari kelas sosial I dan II memiliki tinggi rata-rata 1625 mm, sedangkan perempuan dari kelas IV dan V hanya memiliki tinggi rata-rata 1596 mm.

Beberapa penelitian terdahulu untuk mengetahui dampak dari kondisi sosial-ekonomi terhadap variasi manusia dilakukan oleh Franz Boas. Dalam penelitiannya, Boas mengamati pertumbuhan dari anak-anak dan pendatang di Amerika Serikat yang berasal dari Eropa (Boas 1940). Beberapa hasil penelitiannya meliputi:

- Terdapat peningkatan dalam ukuran tinggi dari penduduk yang bermigrasi jika dibandingkan dengan penduduk asli atau penduduk yang telah bermukim dengan jangka waktu sangat lama (Boas 1912)
- Terdapat hubungan terbalik antara ukuran keluarga dan tinggi rata-rata anak pada kelompok umur tertentu (Boas 1940)
- Anak-anak dari Horace Mann School of Columbia University memiliki ukuran yang lebih besar di antara tahun 1909 dan 1935 (hal ini kemudian dikenal sebagai kecenderungan sekuler pertumbuhan) (Boas 1935)

Franz Boas merupakan seorang pelopor dalam menemukan dan mendokumentasikan konsep mengenai kapasitas manusia untuk beradaptasi pada berbagai jenis lingkungan melalui pertumbuhan atau proses pengembangan diri.

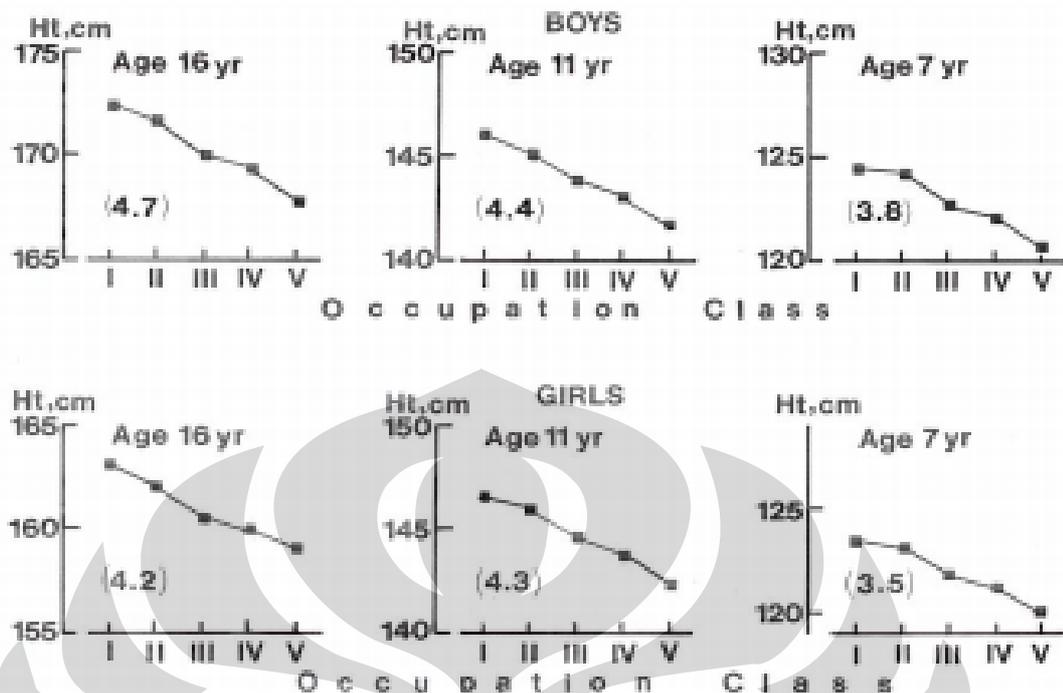


**Gambar 2.8** Peristiwa Kehidupan yang Berkontribusi Terhadap Variasi Manusia

Sumber: Little, 2008

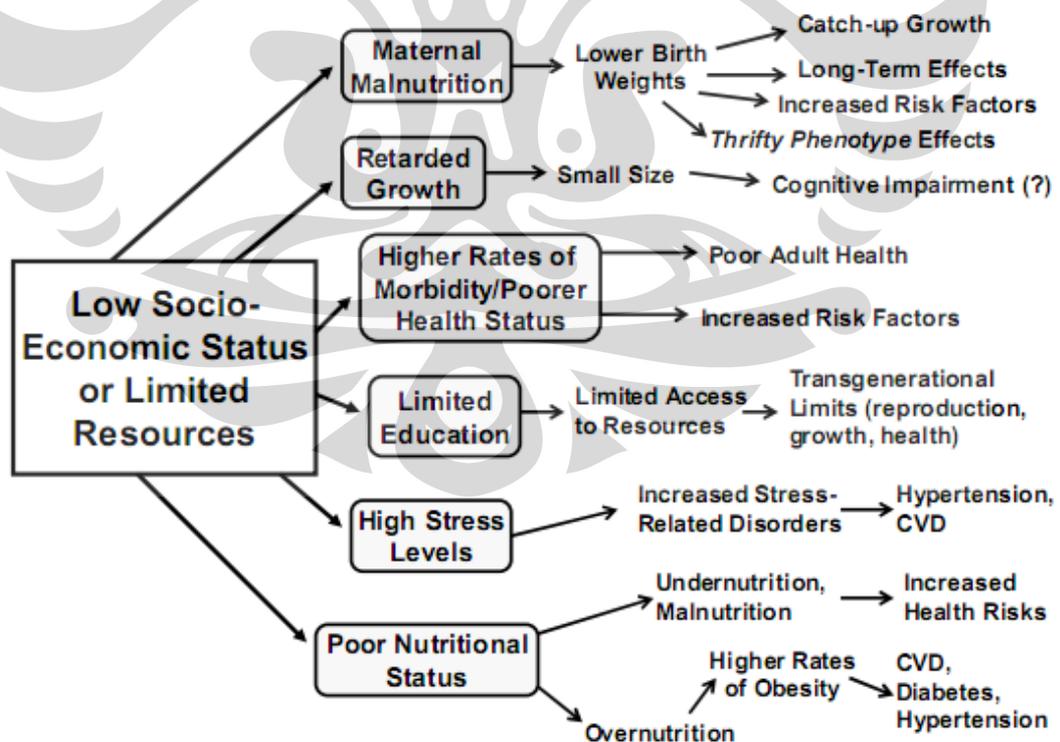
Gambar 2.8 menunjukkan beberapa peristiwa kehidupan yang memiliki pengaruh terhadap variasi manusia sepanjang waktu. Seiring dengan pertambahan umur seorang individu dari lahir hingga memasuki masa kanak-kanak, kesempatannya untuk melakukan adaptasi menjadi berkurang. Seiring bertambahnya umur, ia menjadi semakin fokus untuk berada pada sebuah jalur kehidupan tertentu (Little, 1995). Beberapa contoh pengaruh lingkungan pada pertumbuhan fisik seseorang adalah nutrisi, kebutuhan pekerjaan, higienitas, paparan penyakit, dan sebagainya.

Pengaruh kelas sosial-ekonomi terhadap ukuran tubuh dibuktikan pada penelitian yang dilakukan di awal tahun 1950 dan melibatkan anak-anak Skotlandia berumur 11 tahun (Tanner, 1962). Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui bahwa anak-anak dari ayah yang berkelas profesional lebih tinggi 3 cm dan lebih berat 1 – 2 kg daripada anak-anak dari ayah yang berprofesi sebagai pekerja biasa.



Gambar 2.9 Pertumbuhan Anak Berdasarkan Kelas Sosial di Inggris

Sumber: Lasker and Mascle-Taylor, 1989



Gambar 2.10 Hubungan Antara Status Sosial-Ekonomi dan Variasi Manusia

Sumber: Little, 2008

Gambar 2.10 merepresentasikan beberapa variabel yang mempengaruhi kesehatan serta meningkatkan risiko kesehatan bagi individu dengan kelas sosial-ekonomi yang rendah.

### 2.5.2. Standardisasi Pengukuran Antropometri

Dalam pelaksanaannya, terdapat berbagai standar yang dapat diikuti dalam pelaksanaan penelitian berbasis antropometri. Standar tersebut ada yang berlaku secara lokal atau hanya di suatu wilayah dan negara tertentu, serta berlaku internasional. *The International Standards Organization* (ISO) telah membuat standarisasi yang diperlukan, antara lain:

- ISO 15535:2006 (*General requirements for establishing anthropometric database*)
- ISO 7250:1996 (*Basic human body measurements for technological design*)
- ISO 8559:1989 (*Garment construction and anthropometric surveys – body dimensions*)

Contoh standar yang terdapat dalam ISO dapat dilihat pada ISO DIS 7250, Technical Committee 159. Variabel antropometri yang terdapat pada ISO tersaji pada Tabel 2.2 di bawah.

**Tabel 2.2** Daftar Variabel Antropometri ISO

NO	VARIABLE	METHOD OF MEASUREMENT
1	Body weight	Subject stands on weighing scale
2	Stature	Vertical distance to highest part of head. Subject stands erect, with feet together with heels, buttocks, shoulders, back of head touching a vertical surface
3	Eye height	Vertical distance floor to inner corner of eye. Subject stands as above
4	Shoulder height	Vertical distance from floor to acromium. Subject stands as above
5	Elbow height	Vertical distance from floor to lowest bony point of elbow. Upper arm hangs freely and elbow is flexed 90 degrees
6	Spina iliaca height	Height of anterior superior iliac spine above floor
7	Tibial height	Height of anterior head of tibia above floor

**Tabel 2.2** Daftar Variabel Antropometri ISO (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>METHOD OF MEASUREMENT</b>
8	Sitting height (erect)	Distance of highest point of head to horizontal sitting surface. Subject sits against a vertical surface, thighs fully supported and lower legs hanging freely
9	Eye height (sitting)	As for standing but in the seated posture above
10	Shoulder height (sitting)	Vertical distance from horizontal sitting surface to acromion
11	Elbow height (sitting)	As for standing, but in the sitting position above.
12	Cervical height (sitting)	Vertical distance from seat surface to skin overlying tip of 7th cervical vertebra
13	Shoulder breadth	Distance between the acromions
14	Lower leg length	Vertical distance from floor to lowest part of thigh behind knee (90 degrees of knee flexion)
15	Knee height	Vertical distance from floor to upper surface of thigh (90 degrees of knee flexion)
16	Hand length	Distance from the tip of the middle finger to the most distal point of the styloid process of the radius with the hand outstretched
17	Hand breadth (at metacarpal)	Distance between the radial and ulnar metacarpals
18	Index finger length	Distance from tip of 2nd finger to the proximal skin furrow between the digits
19	Index finger breadth	Distance between the medial and lateral surfaces of the 2nd finger in the region of the joint between the proximal and medial phalanges (first knuckle)
20	Index finger breadth (distal)	As above but medial and distal phalanges
21	Foot length	Maximum distance from the back of the heel to the tip of the longest toe
22	Foot breadth	Maximum distance between the medial and lateral surfaces of the foot
23	Head length	Distance along a straight line from the glabella to the rearmost point of the skull
24	Head breadth	Maximum breadth of the head above the ears
25	Head circumference	Maximum circumference of the head over the glabella the rearmost point of the skull
26	Sagittal arc	The arc from the glabella to the inion (protrusion where the back of the head meets the neck in the mid-sagittal plane)
27	Bitragion arc	Arc from one tragion over the top of the head to the other
28	Face length	Distance between the sellion and the menton with the mouth closed

**Tabel 2.2** Daftar Variabel Antropometri ISO (Sambungan)

NO	VARIABLE	METHOD OF MEASUREMENT
29	Forward reach	Maximum distance from a wall against which the subject presses the shoulder blades to the grip axis of the hand
30	Forearm–hand length	Distance from the back of the upper arm at the elbow to the grip axis of the hand (90 degrees of elbow flexion)
31	Fist height	Vertical distance from the floor to the grip axis of the hand, with the arms hanging freely
32	Crotch height	Distance from the floor to the distal part of the pubis
33	Hip breadth (standing)	Maximum horizontal distance across the hips
34	Hip breadth (sitting)	As above
35	Elbow to elbow breadth	Maximum distance between the lateral surfaces of the elbows
36	Waist circumference	Trunk circumference in the region of the umbilicus
37	Body depth (sitting)	Horizontal distance from the rear of the knee to the back of the buttock
38	Buttock–knee length	Horizontal distance from the front of the kneecap to the rearmost part of the buttock
39	Wrist circumference	The circumference of the wrist between the styloid process and the hand, with the hand outstretched

Sumber: Bridger, 2003

### 2.5.3. Kontrol Kualitas dalam Pembuatan Database Antropometri

Telah terdapat berbagai database antropometri nasional yang dibuat oleh berbagai negara di dunia. Pelaksanaan pembuatan database tersebut mengikuti berbagai kaidah, yang tentunya akan mempengaruhi hasil akhir dari pembuatan database itu sendiri. Berbagai perbedaan yang terdapat dalam database yang ada meliputi tahun pengambilan data, jumlah pengukuran, jenis pengukuran, target populasi, dan sebagainya. Untuk menstandarkan metode pembuatan database antropometri tersebut, diperlukan adanya kontrol kualitas.

Kontrol kualitas dalam perancangan metode pembuatan database antropometri meliputi validitasi, komparasi, dan akurasi (Kouchi and Mochimaru, 2006). Penjelasan ketiga kontrol tersebut antara lain adalah:

#### 1. Validasi

Validasi digunakan untuk menjawab pertanyaan: “apakah subyek penelitian dalam pembuatan database antropometri ini dapat

menggambarkan populasi secara keseluruhan?”. Dalam pengontrolan validasi, terdapat beberapa hal yang dijadikan tinjauan utama, antara lain:

- a. Pengambilan sampel
  - Metode pengambilan sampel
- b. Deskripsi dari subyek populasi
  - Lokasi pengambilan data
  - Tahun pengambilan data
  - Jumlah subyek berdasarkan jenis kelamin dan kelompok umur
  - Spesifikasi lain yang diperlukan
- c. Perubahan sekuler
  - Tingkat perubahan ukuran berdasarkan waktu

## 2. Komparasi

Komparasi digunakan untuk menjawab pertanyaan: “apakah pengukuran dilakukan dengan cara yang sama seperti dalam pembuatan database antropometri lainnya?”. Kontrol ini dilakukan untuk memastikan bahwa database antropometri yang dihasilkan sesuai dengan standar dan dapat digunakan secara internasional. Dalam pengontrolan komparasi, terdapat beberapa hal yang dijadikan sebagai tinjauan, antara lain:

- a. Penggunaan *landmark*
- b. Penggunaan definisi untuk menjelaskan ukuran tertentu
- c. Postur yang digunakan
- d. Peralatan yang digunakan
- e. Pakaian yang digunakan

## 3. Akurasi

Akurasi digunakan untuk menjawab pertanyaan: “seberapa benar dan akurat pengukuran yang dilakukan?”. Akurasi ini dapat dibedakan ke dalam tiga proses, yaitu sebelum pengukuran, pada saat pengukuran, dan setelah pengukuran.

- a. Sebelum pengukuran
  - Pelatihan dari operator dan pihak yang terlibat

- Perbandingan dari data antropometri digital dan data manual
- b. Selama pengukuran
- Pengulangan pengukuran
- c. Setelah pengukuran
- Perubahan data untuk menghilangkan outlier yang disebabkan karena kesalahan



## **BAB 3**

### **PERANCANGAN METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Pengumpulan Informasi Mengenai Pembuatan Database Antropometri**

Langkah pertama yang dilakukan sebelum merancang metode penelitian untuk pembuatan database antropometri ini adalah mengumpulkan berbagai macam informasi mengenai penelitian-penelitian yang sebelumnya telah dilakukan di seluruh dunia. Pengumpulan berbagai macam informasi dan dokumentasi tersebut dimaksudkan untuk memberikan gambaran utuh mengenai bagaimana penelitian tersebut pernah dilakukan. Studi terhadap berbagai keadaan dan kondisi yang terjadi pada penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai parameter perancangan penelitian sehingga langkah-langkah penelitian yang ditentukan dapat merepresentasikan keadaan yang sebenarnya.

Pengumpulan informasi dari berbagai penelitian di dunia dimaksudkan agar nantinya perancangan penelitian yang dilakukan dapat berlaku secara internasional, dan dapat diterima secara luas. Untuk merealisasikan hal ini, dilakukan juga studi perbandingan terhadap berbagai standar internasional. Dengan demikian, metode penelitian yang dihasilkan akan memiliki berbagai dasar yang kuat untuk dapat dijadikan sebagai sebuah standar.

Dalam pelaksanaannya, telah terdapat banyak penelitian di dunia yang dilakukan untuk mengumpulkan data antropometri populasi. Hal ini tentunya disebabkan oleh kebutuhan untuk mendesain perlengkapan atau produk yang sesuai dengan dimensi tubuh manusia. Pada awalnya, pembuatan database antropometri dilakukan di bidang militer. Kebutuhan militer dalam mendesain perlengkapan perang, termasuk di dalamnya senjata, pakaian tentara, helm, kendaraan lapis baja, mengharuskan dibuatnya database antropometri khusus militer. Ketika itu, pengukuran antropometri dilakukan dengan menggunakan alat-alat tradisional seperti pita pengukur dan kaliper. Pengukuran yang dilakukan terhadap satu subyek penelitian membutuhkan waktu lebih dari satu jam.

Munculnya konsep untuk memindai ukuran tubuh dan menampilkannya dalam tampilan 3D disadari sebagai sebuah kemajuan yang sangat berguna di bidang ergonomi karena dapat menghemat waktu dan biaya dalam proses

pengumpulan data antropometri. Sebagai perwujudan nyata dari konsep ini, maka pemindai tubuh 3D dirancang dan diciptakan sekitar tahun 1990-an.

Perkembangan teknologi ini mempercepat penelitian antropometri yang hendak dilakukan sehingga membuka berbagai peluang-peluang baru yang sebelumnya tidak dapat dilakukan. Segera disadari bahwa data antropometri yang diperoleh melalui penelitian militer tidak dapat digunakan secara umum untuk memenuhi kebutuhan industri dikarenakan keterbatasannya untuk menggambarkan ukuran populasi secara tepat. Hal ini dikarenakan subyek penelitian yang diambil datanya di penelitian militer merupakan tentara atau pasukan yang telah dipilih berdasarkan kondisi fisiknya. Hampir semuanya adalah laki-laki, tidak mengalami masalah kelebihan berat badan, dan memiliki fisik yang lebih terjaga dibandingkan orang pada umumnya.

Kebutuhan yang semakin besar dari dunia industri akan data antropometri menghasilkan berbagai penelitian baru yang berfokus pada pengumpulan data antropometri nasional. Penelitian-penelitian yang dilakukan meliputi sejumlah subyek penelitian yang diyakini dapat memberikan gambaran mengenai kondisi populasi. Salah satu yang paling terkenal dan menjadi dasar bagi penelitian-penelitian berikutnya adalah CAESAR.

Semua informasi dari berbagai penelitian berbasis pengumpulan data antropometri dengan menggunakan alat pemindai tubuh 3D selanjutnya dikumpulkan untuk dijadikan sebagai dasar pembuatan metode penelitian yang dapat dijadikan sebagai standar penelitian berikutnya.

#### 3.1.1. Proyek CAESAR (*Civilian American and European Surface Anthropometry Resource*)

CAESAR merupakan proyek penelitian dari populasi penduduk sipil yang merepresentasikan negara-negara NATO (*North Atlantic Treaty Organization*), yaitu Amerika Serikat, Belanda, dan Italia (Robinette et al.1999, Robinette 2000). Salah satu lokasi penelitian di Ottawa, Kanada ditambahkan ke dalam lokasi penelitian Amerika Serikat dan digunakan untuk merepresentasikan data Amerika Utara. Penelitiannya sendiri dilakukan oleh U.S Air Force, dan melibatkan Sytronics Inc. sebagai kontraktor, TNO (*The Netherlands Organization for*

*Applied Scientific Research*) sebagai sub-kontraktor, D'Appolonia sebagai sub-kontraktor di Italia, dan konsorsium dari perusahaan-perusahaan yang bergabung di bawah *Society of Automotive Engineers* (SAE).

Pengembangan rencana dari penelitian ini diprakarsai oleh kelompok kerja NATO pada tahun 1993, AGARD (*Advisory Group for Aerospace Research and Development*), dan *Working Group 20: 3-D Surface Anthropometry*. Kelompok ini terdiri dari perwakilan enam negara dengan berbagai ahli, mulai dari ahli fisika hingga pengobatan, yang bersatu untuk mengembangkan teknologi baru dalam menunjang penelitian NATO. NATO sendiri memiliki sejarah yang panjang dalam melakukan penelitian antropometri bagi populasi militer (Hertzberg et al., 1963). Namun, tidak seperti penelitian-penelitian sebelumnya, CAESAR merupakan penelitian NATO pertama untuk penduduk sipil dan merupakan penelitian pertama untuk pengumpulan data antropometri seluruh tubuh secara 3D.

#### 3.1.1.1. Strategi Pengambilan Sampel

Populasi penduduk sipil yang digunakan pada penelitian CAESAR menggambarkan populasi NATO secara keseluruhan. Amerika Serikat diambil sebagai salah satu lokasi penelitian karena memiliki populasi yang paling beragam di antara negara-negara anggota NATO. Belanda dipilih karena memiliki populasi penduduk tertinggi di antara negara-negara anggota NATO. Sedangkan Italia dipilih karena memiliki populasi dengan tinggi terendah.

Populasinya sendiri diklasifikasikan berdasarkan umur, ras, dan jenis kelamin. Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah stratifikasi acak, berdasarkan rekomendasi ISO/DIS 15535. Kelompoknya sendiri terdiri atas:

**Tabel 3.1** Kelompok Sampel CAESAR

<b>Deskripsi Kelompok</b>	<b>Amerika Utara</b>	<b>Belanda</b>	<b>Italia</b>
Umur	18 – 29	18 – 29	18 – 29
	30 – 44	30 – 44	30 – 44
	45 – 65	45 – 65	45 – 65
Jenis Kelamin	Laki-laki	Laki-laki	Laki-laki
	Perempuan	Perempuan	Perempuan

**Tabel 3.1** Kelompok Sampel CAESAR (Sambungan)

<b>Deskripsi Kelompok</b>	<b>Amerika Utara</b>	<b>Belanda</b>	<b>Italia</b>
Ras	Kulit putih	Kulit putih	Kulit putih
	Kulit hitam	Lain-lain	Lain-lain
	Lain-lain	-	-

Sumber: Blackwell et al, 2002

Di Belanda dan Italia, kelompok kulit putih didefinisikan sebagai subyek yang kedua orang tuanya dilahirkan di negara tersebut. Sedangkan sisa subyek lainnya digolongkan ke kelompok lain-lain.

Jumlah minimum sampel untuk setiap kelompok dikalkulasikan dengan menggunakan formula:

$$n = \frac{(Z S)^2}{d^2} \quad (3.1)$$

di mana Z adalah koefisien reliabilitas, S adalah standar deviasi, d adalah nilai presisi, dan n adalah jumlah sampel minimum yang diperlukan dalam sebuah penelitian. Pengukuran antropometri yang digunakan untuk menghitung ukuran sampel adalah tinggi badan. Pengukuran tinggi badan pada kelompok umur tertentu yang dilakukan di seluruh dunia mengindikasikan bahwa 70 mm merupakan ukuran yang tepat untuk dijadikan sebagai standar deviasi tinggi badan. Tingkat akurasi yang diinginkan adalah 10 mm. Sedangkan koefisien reliabilitasnya adalah 1,96 (tingkat kepercayaan 95%).

$$n_i = \left( \frac{1.96 * 70}{10} \right)^2 = 188$$

Dengan demikian, jumlah sampel yang dibutuhkan untuk setiap kelompok (strata) adalah sebanyak 188 orang.

Terdapat juga pertimbangan bahwa mengambil subyek penelitian dari kelompok yang minoritas akan sangat sulit untuk dilakukan, karena jumlahnya yang sangat sedikit. Untuk itu, pada kelompok minoritas, pihak NATO menetapkan jumlah minimal yang harus dipenuhi, yaitu 30 orang per kelompok.

Dalam melaksanakan penelitian, proses pengawasan mengenai tinggi, berat, dan pendidikan dari subyek penelitian dilakukan berdasarkan data sensus yang telah dimiliki sebelumnya oleh ketiga negara tersebut. Data yang digunakan di Amerika Utara adalah data NHANES III (*National Health and Nutritional Examination Study III*). Referensi yang digunakan di Belanda adalah data dari statistik Belanda (*Statistics Netherlands*). Sedangkan Italia mengacu kepada ISTAT.

**Tabel 3.2** Target Jumlah Subyek Penelitian di Amerika Utara

	Perempuan				Laki-laki			
	Umur			Jumlah	Umur			Jumlah
	18 – 29	30 – 44	45 – 65		18 – 29	30 – 44	45 – 65	
Putih	188	188	188	564	188	188	188	564
Hitam	188	188	188	564	188	188	188	564
Lain-lain	188	188	188	564	188	188	188	564
Jumlah	564	564	564	<b>1692</b>	564	564	564	<b>1692</b>
Jumlah Total	<b>3384</b>							

Sumber: Blackwell et al, 2002

**Tabel 3.3** Target Jumlah Subyek Penelitian di Belanda dan Italia

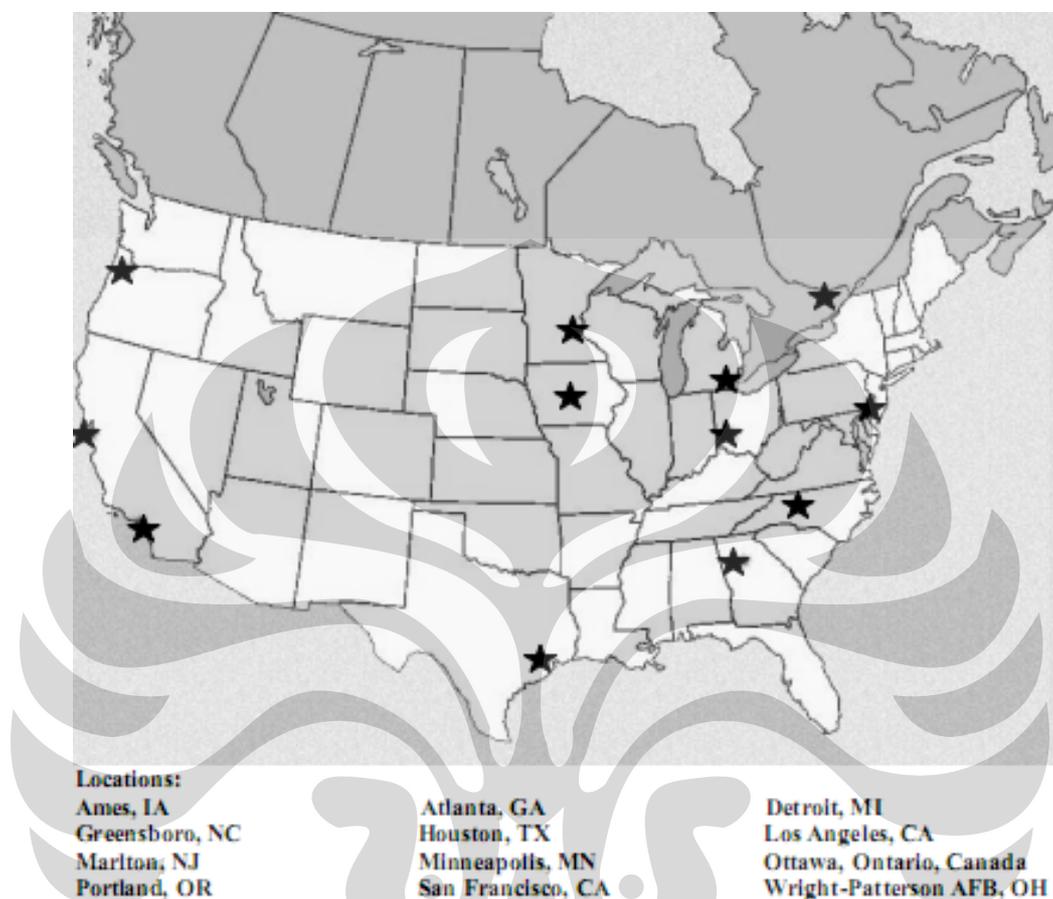
	Perempuan				Laki-laki			
	Umur			Jumlah	Umur			Jumlah
	18 – 29	30 – 44	45 – 65		18 – 29	30 – 44	45 – 65	
Putih	188	188	188	564	188	188	188	564
Lain-lain	188	188	188	564	188	188	188	564
Jumlah	376	376	376	<b>1128</b>	376	376	376	<b>1128</b>
Jumlah Total	<b>2256</b>							

Sumber: Blackwell et al, 2002

### 3.1.1.2. Lokasi Pengambilan Data

Di Amerika Utara, pengambilan data dilakukan di 12 lokasi penelitian yang berbeda. Pemilihan lokasi tersebut ditentukan berdasarkan proporsi populasi dari setiap 4 bagian berdasarkan US Census tahun 1990. Belanda dan Italia memiliki wilayah geografis yang lebih kecil, sehingga pengambilan datanya

hanya dilakukan di masing-masing satu lokasi, Soesterberg di Belanda dan Genova di Italia.



**Gambar 3.1** Lokasi Pengambilan Data di Amerika Utara

Sumber: Blackwell et al, 2002

### 3.1.1.3. Variabel Demografis yang Digunakan

Variabel demografis yang dikumpulkan pada penelitian CAESAR, terdiri dari format ASCII text dan format Excel®.

**Tabel 3.4** Variabel Demografis CAESAR

CAESAR Name	Data File Name
Country of Data Collection	Country
Site of Data Collection	Site
Date of Data Collection	Date
Time of Day of Data Collection	Time
Civilian or Military	Civilian
Date of Birth	Date of Birth

**Tabel 3.4** Variabel Demografis CAESAR (Sambungan)

<b>CAESAR Name</b>	<b>Data File Name</b>
Car Make	Car Make
Car Year	Car Year
Car Model	Car Model
Gender	Gender
Race	Race
Reported Height	Reported Height
Reported Weight	Reported Weight
Subgroup Number	Subgroup Number
Marital Status	Marital Status
Family Income	Family Income
Shoe Size	Shoe Size
Jacket Size	Jacket Size
Pants Size Waist	Pants Size Waist
Pants Size Inseam	Pants Size Inseam
Blouse Size	Blouse Size
Pants Size Woman	Pants Size Woman
Bra Size	Bra Size
Age in Years	Age (years)
Birth State	Birth State
Occupation	Occupation
Education Level	Education
Number of Children	Number of Children
Fitness Level	Fitness

Sumber: Blackwell et al, 2002

#### 3.1.1.4. Pemindai Tubuh 3D yang Digunakan

Dua pemindai 3D yang berbeda digunakan untuk mengumpulkan data antropometri 3D, yaitu WB4 yang dibuat oleh Cyberware dan pemindai yang dibuat oleh Vitronic. Pemindai Cyberware digunakan di Amerika Utara dan Italia, sedangkan pemindai Vitronic digunakan di Belanda.

#### 3.1.1.5. Postur yang Digunakan pada Pemindaian

Pada penelitian CAESAR, setiap subyek penelitian dipindai pada tiga postur yang berbeda. Postur A merupakan postur berdiri. Postur B merupakan postur duduk di mana subyek penelitian dianggap melakukan 'postur kerja yang nyaman'. Sedangkan Postur C merupakan postur duduk kedua, di mana subyek penelitian mengangkat tangan dan menengadahkan kepalanya untuk mendapatkan luas permukaan pindai yang paling luas.



**Gambar 3.2** Postur A pada Penelitian CAESAR

Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 3.3** Postur B pada Penelitian CAESAR

Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 3.4** Postur C pada Penelitian CAESAR

Sumber: Blackwell et al, 2002

#### 3.1.1.6. Penggunaan *Landmark*

Untuk kebutuhan pemindaian pada penelitian CAESAR, digunakan 72 buah *landmark* yang ditempelkan dengan menggunakan stiker. Dua belas dari keseluruhan stiker merupakan stiker 3D yang berbentuk piramid dengan puncak datar. Sisanya merupakan stiker putih biasa dengan diameter 12 mm.



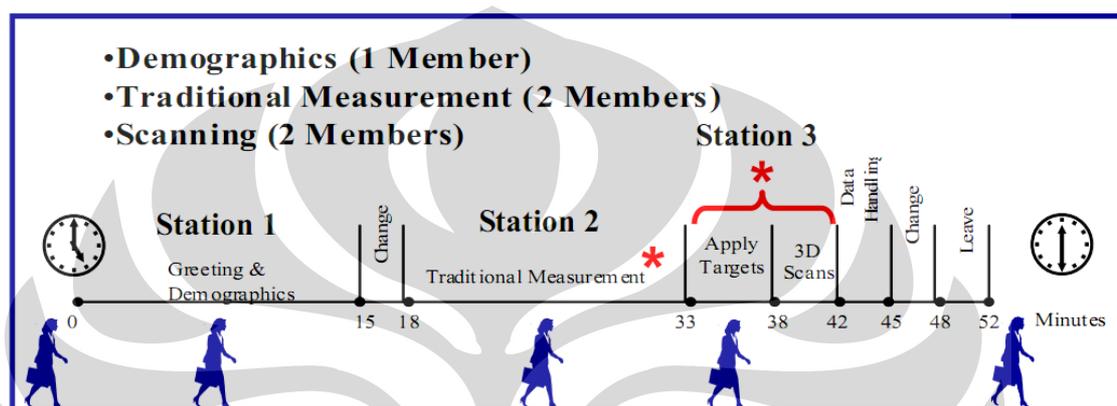
**Gambar 3.5** Tampilan *Landmark* pada Penelitian CAESAR

Sumber: Blackwell et al, 2002

### 3.1.1.7. Stasiun Kerja Antropometri

Pada proyek pembuatan database antropometri CAESAR, terdapat tiga buah stasiun kerja di setiap lokasi pengambilan data, yaitu:

- a. Demografis (1 orang operator)
- b. Pengukuran tradisional (2 orang operator)
- c. 3D-scanning (2 orang operator)



**Gambar 3.6** Alur Proses CAESAR

Sumber: Blackwell et al, 2002

Dalam proses pengambilan datanya, terdapat pula beberapa kegiatan yang tidak berkaitan langsung dengan pengukuran, misalnya ketika subyek penelitian mengganti pakaian. Keseluruhan kegiatan yang terdapat dalam proses CAESAR dapat digambarkan dengan alur sebagai pada Gambar 3.6.

1. Operator SK 1 melakukan penyambutan dan pengambilan data demografis (15 menit)
2. Subyek penelitian mengganti pakaian (3 menit)
3. Operator SK 2 melakukan pengukuran antropometri tradisional, sebanyak 40 pengukuran (15 menit)
4. Operator SK 3 mengkondisikan subyek penelitian di lokasi *Scanner*, dengan mengatur posisi dan memasang 72 buah *landmark* (5 menit)
5. Operator SK 3 menjalankan proses pemindaian 3D (4 menit)
6. Operator SK 3 melakukan pemeriksaan data antropometri yang diperoleh (3 menit)
7. Subyek penelitian mengganti pakaian (3 menit)

#### 8. Subyek penelitian meninggalkan lokasi pemindaian (4 menit)

Total waktu yang digunakan oleh satu subyek penelitian untuk menyelesaikan keseluruhan proses pengambilan data antropometri adalah sebanyak 52 menit.

#### 3.1.2. Size Germany

Size Germany merupakan proyek penelitian pembuatan database antropometri yang ditujukan untuk penduduk Jerman. Penelitian yang dilakukan pada rentang waktu Juli 2007 hingga Februari 2009 ini dilakukan untuk membuat database antropometri dari penduduk sipil Jerman.



**Gambar 3.7** Logo Size Germany

Sumber: Wirsching, 2009

Penelitian Size Germany memiliki tujuan untuk menghasilkan data ukuran tubuh yang representatif sehingga dapat digunakan pada industri pakaian maupun perlengkapan ergonomi lainnya. Sebagai salah satu penelitian yang paling baru dilakukan, Size Germany menampilkan berbagai macam keunggulan jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian antropometri terdahulu, antara lain:

- Penggunaan pemindai 3D terbaru, yang sesuai dengan ISO 20685, dan mampu menghasilkan analisa bentuk tubuh sebagai tambahan dari dimensi tubuh
- Analisa dimensi tubuh yang disesuaikan dengan ISO 7250 (ergonomi teknis), ISO 8559 (industri pakaian), dan ISO 15535 (database)
- Hasil data antropometri yang diperoleh dipublikasikan di portal website

Size Germany dikelola oleh Human Solutions yang bekerja sama dengan Hohensteiner Institute. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini bekerja sama dengan

industri pakaian (Adidas, BOSS, OTTO, H&M, C&A, Zara, QVC, Vaude, dan lain-lain) dan industri otomotif (BMW, Opel, Porsche, VW, Peugeot, dan lain-lain).

### 3.1.2.1. Strategi Pengambilan Sampel

Penentuan sampel pada penelitian Size Germany menggunakan metode stratifikasi acak, dengan pembagian kelompok (strata) berdasarkan umur, jenis kelamin dan wilayah. Jenis kelamin dibedakan menjadi dua kelompok (laki-laki dan perempuan), umur dibedakan menjadi sembilan kelompok, sedangkan wilayah dibedakan menjadi empat kelompok (Utara, Timur, Selatan, dan Barat).

**Tabel 3.5** Kelompok Sampel Size Germany

<b>Deskripsi</b>	<b>Kelompok Umur</b>
Anak Laki-Laki	6 – 10 tahun
	11 – 13 tahun
	14 – 17 tahun
Anak Perempuan	6 – 10 tahun
	11 – 13 tahun
	14 – 17 tahun
Laki-Laki Dewasa	18 – 25 tahun
	26 – 35 tahun
	36 – 45 tahun
	46 – 55 tahun
	56 – 65 tahun
	> 65 tahun
Perempuan Dewasa	18 – 25 tahun
	26 – 35 tahun
	36 – 45 tahun
	46 – 55 tahun
	56 – 65 tahun
	> 65 tahun

Sumber: Wirsching, 2009

Jumlah minimum sampel untuk setiap kelompok pada penelitian Size Germany dikalkulasikan dengan menggunakan formula:

$$n = \frac{(Z S)^2}{d^2}$$

di mana  $Z$  adalah koefisien reliabilitas,  $S$  adalah standar deviasi,  $d$  adalah nilai presisi, dan  $n$  adalah jumlah sampel minimum yang diperlukan dalam sebuah penelitian. Pengukuran antropometri yang digunakan untuk menghitung ukuran sampel adalah tinggi badan. Angka yang digunakan untuk mengisikan standar deviasi tinggi badan adalah 65 mm. Ukuran tinggi badan ini didasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di Jerman. Tingkat akurasi yang diinginkan adalah 10 mm. Sedangkan koefisien reliabilitasnya adalah 1,96 (tingkat kepercayaan 95%).

Apabila semua angka tersebut dimasukkan ke dalam formula, maka jumlah sampel yang dibutuhkan untuk setiap kelompok (strata) adalah sebanyak 165 orang. Sedangkan jumlah subyek penelitian yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan penelitian adalah sebanyak 11.880 partisipan (165 orang x 2 kelompok jenis kelamin x 9 kelompok umur x 4 kelompok wilayah).

#### 3.1.2.2. Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data antropometri pada penelitian Size Germany dilakukan di 31 lokasi wilayah yang berbeda, berdasarkan distribusi populasi di regional Jerman, seperti terlihat pada Gambar 3.8. Pemilihan lokasi tersebut juga didasarkan kepada klasifikasi sampel yang dibagi berdasarkan wilayah, yaitu Utara, Timur, Selatan, dan Barat. Dengan demikian, pemilihan lokasi pengambilan datanya dirancang sedemikian rupa agar dapat memenuhi kaidah-kaidah tersebut.

#### 3.1.2.3. Pemindai Tubuh 3D yang Digunakan

Pada penelitian Size Germany, pemindai 3D yang digunakan adalah VITUS Smart XXL (Gambar 3.9). Pemindai tubuh tersebut merupakan pemindai terbaru yang telah dikembangkan untuk melakukan pengambilan data dalam jumlah besar, namun tetap mempertahankan dimensi alat yang ringan dan tidak terlalu besar. Pemindaian ini juga telah digunakan pada berbagai pengukuran di Spanyol, Perancis, dan Swedia.



**Gambar 3.8** Lokasi Pengambilan Data Size Germany

Sumber: Wirsching, 2009



**Gambar 3.9** Pemindai Size Germany: Vitus Smart XXL

Sumber: Wirsching, 2009

#### 3.1.2.4. Postur yang Digunakan pada Pemindaian

Postur dan ukuran yang dipindai pada penelitian ini didasarkan pada ISO 7250 dan ISO 8559, antara lain 37 dimensi tubuh berdasarkan kebutuhan ergonomi, 43 dimensi tubuh berdasarkan kebutuhan industri pakaian, 15 dimensi tubuh khusus yang dibutuhkan oleh RAMSIS (model manusia 3D), dan berat badan. Sedangkan postur yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari 3 postur berdiri dan 1 postur duduk.



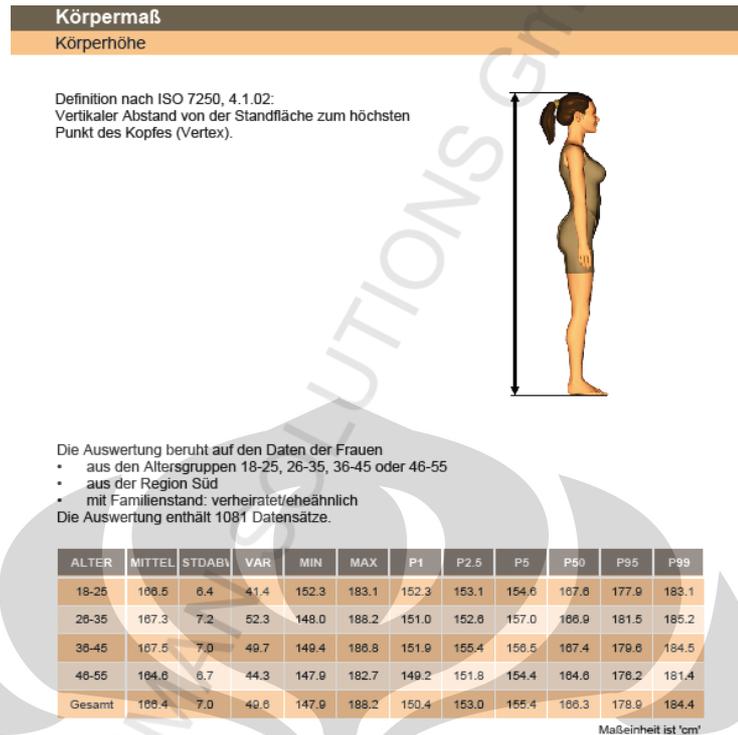
**Gambar 3.10** Postur yang Dibutuhkan pada Size Germany

Sumber: Wirsching, 2009

#### 3.1.2.5. Portal Database Size Germany

Penelitian ini menghasilkan sebuah portal internet yang berisikan keseluruhan data antropometri yang diperoleh. Portal tersebut dikembangkan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dengan mudah.

Melalui portal tersebut, pengguna dapat memilih subyek penelitian sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Kriteria tersebut dapat berupa pemilihan jenis kelamin, kelompok umur, wilayah, karakteristik sosial demografis, maupun range dimensi tubuh. Portal Size Germany juga menyediakan fungsi analisis, seperti distribusi, rata-rata, persentil, korelasi, dan sebagainya.



**Gambar 3.11** Tampilan Portal Size Germany

Sumber: Wirsching, 2009

### 3.1.3. Size China

Size China merupakan penelitian antropometri yang dilakukan di China dan merupakan salah satu penelitian terbaru yang berbasis antropometri. Penelitian Size China memiliki perbedaan dibandingkan dengan CAESAR atau Size Germany, karena hanya memindai bagian kepala saja. Penelitian ini dilakukan karena banyak terdapat perlengkapan kepala yang tidak benar-benar sesuai dengan ukuran dan bentuk geometri dari kepala manusia.

Sebelumnya, telah terdapat data mengenai ukuran antropometri kepala yang diukur dengan menggunakan alat tradisional. Namun, data tersebut memiliki banyak keterbatasan, terutama ketidakmampuannya mendeskripsikan berbagai ukuran yang sangat kompleks dari kepala. Selain itu, data yang ada diperoleh melalui penelitian dengan subyek penelitian yang berasal dari populasi Barat, sehingga tidak cocok apabila diimplementasikan kepada populasi China.

Penelitian Size China dimaksudkan untuk mengatasi berbagai keterbatasan yang ada dengan menerapkan metode pemindaian digital untuk mendapatkan hasil yang beresolusi tinggi.

### 3.1.3.1.Strategi Pengambilan Sampel

Pemilihan subyek penelitiannya didasarkan pada kelompok jenis kelamin dan kelompok umur. Jenis kelamin dibedakan menjadi laki-laki dan perempuan, sedangkan umur dibedakan ke dalam 3 kelompok, yaitu 18 – 30 tahun, 30 – 50 tahun, dan 50 – 70 tahun. Semua subyek penelitian merupakan kelompok etnis Han. Dalam pelaksanaannya, mereka dibayar sebagai partisipan.

Penentuan jumlah subyek penelitian dilakukan berdasarkan ISO 15535:2006, yaitu “*General Requirements for Establishing Anthropometric Database*”, bersama-sama dengan ISO 7250, yaitu “*Basic Body Measurements for Technological Design*”.

Jumlah sampel yang dibutuhkan di setiap lokasi penelitian adalah sebanyak 270 orang subyek penelitian.

**Tabel 3.6** Jumlah Subyek Penelitian Size China di Setiap Lokasi

<b>Umur</b>	<b>Laki-Laki</b>	<b>Perempuan</b>
18 – 30	45	45
31 – 50	45	45
51 – 70	45	45
Total	135	135
<b>Total dalam Satu Lokasi</b>	<b>270</b>	

Sumber: Ball and Molenbroek, 2008

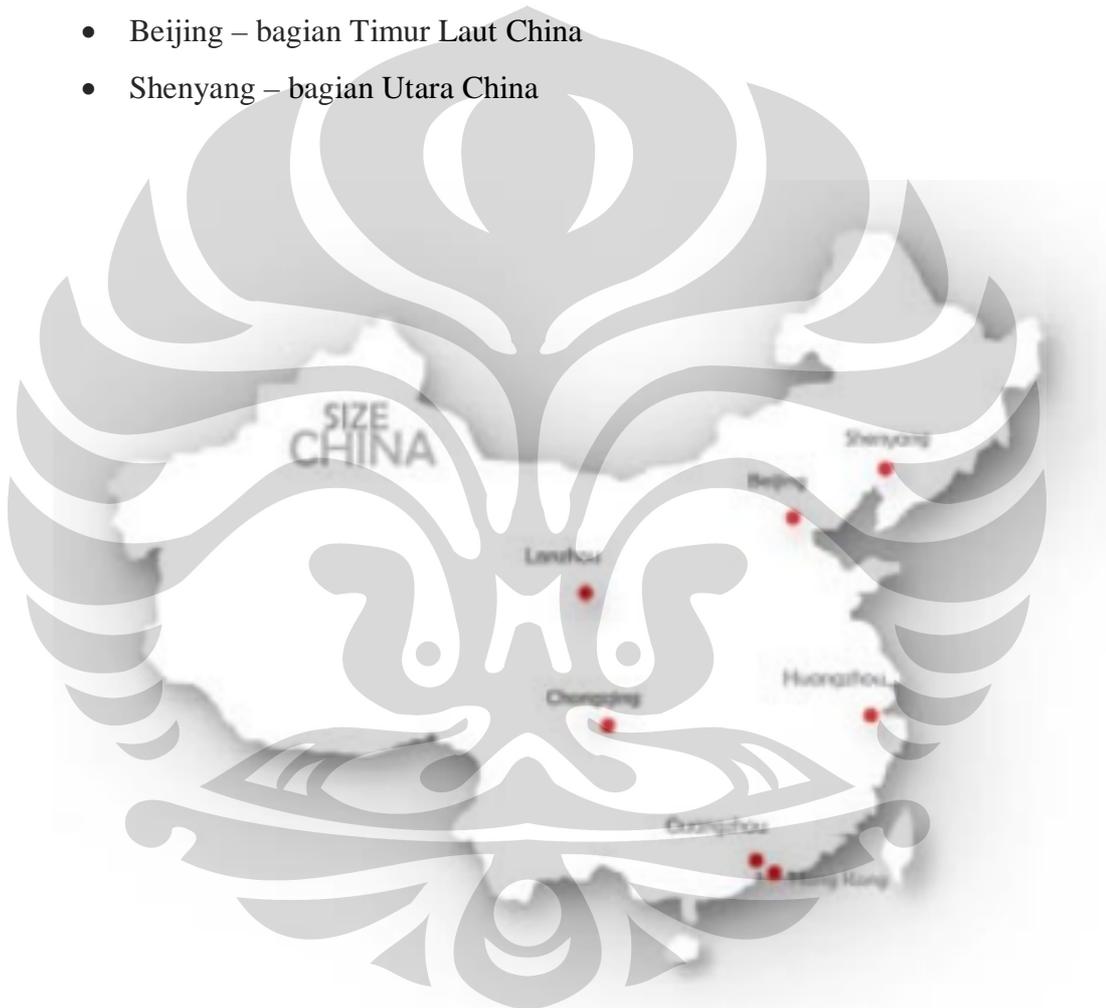
Dengan demikian, maka jumlah total subyek penelitian yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan rangkaian penelitian adalah sebanyak 1620 orang. Dalam pelaksanaannya, jumlah partisipan tersebut ditambah dengan 400 orang anak.

### 3.1.3.2.Lokasi Pengambilan Data

Berbagai pendapat di China menyatakan bahwa terdapat perbedaan ukuran antara orang yang bertempat tinggal di utara dan selatan. Orang di daerah utara memiliki kecenderungan dimensi tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan orang di daerah selatan. Pemilihan lokasinya sendiri dilakukan berdasarkan lokasi penelitian pengambilan data antropometri tradisional yang pernah dilakukan di wilayah China pada tahun 1988.

Hong Kong dijadikan sebagai pusat lokasi untuk mengadakan pelatihan dan mengontrol proses pengukuran. Ketujuh lokasinya adalah:

- Hong Kong – pusat perancangan penelitian
- Guangzhou – bagian Selatan China
- Huangzhou – bagian Tengah China
- Chanquin – bagian Tenggara China
- Lanzhou – bagian Timur Laut China
- Beijing – bagian Timur Laut China
- Shenyang – bagian Utara China



**Gambar 3.12** Lokasi Pengambilan Data Size China

Sumber: Ball and Molenbroek, 2008

### 3.1.3.3. Pemindai 3D yang Digunakan

Untuk mendapatkan pemindaian kepala beresolusi tinggi, digunakan Cyberware 3030 Color 3D Scanner, yang terdiri dari komponen laser, pemecah sinar, kaca, dan kamera penerima.

#### 3.1.3.4. Stasiun Kerja Antropometri

Pada proses pengambilan data antropometri wajah di Cina, terdapat beberapa stasiun kerja, antara lain:

##### 1) Pengenalan Video

Pada stasiun kerja 1, partisipan dikumpulkan dalam sebuah kelompok kecil berjumlah 5-10 orang dalam area yang sunyi untuk menyaksikan video mengenai penjelasan proyek yang berdurasi selama 4 menit. Video tersebut dibuat oleh staf proyek, dan berisikan latar belakang mengenai tujuan proyek dan metodologi yang digunakan. Video tersebut juga menyajikan instruksi umum mengenai bagaimana partisipan dapat membantu dalam menghasilkan keluaran pemindaian yang bagus.

##### 2) Survei

Pada stasiun kerja 2, subyek penelitian mengisi kuesioner berisi informasi umum mengenai jenis kelamin, umur, latar belakang keluarga, lokasi tempat tinggal, dan lain-lain. Setiap subyek penelitian kemudian memperoleh nomor. Subyek penelitian juga menandatangani formulir mengenai ketentuan penggunaan data demografis, digital, dan fotografi. Nomor yang diberikan kepada setiap subyek penelitian ditandai di kuesioner dan disematkan di bahu kiri. Pada posisi tersebut, nomor dapat terlihat pada proses fotografi sehingga proses pengecekan kembali dapat dilakukan jika diperlukan. Penggunaan nomor tersebut dilakukan untuk menghindari penggunaan nama, karena dapat melanggar etika kerahasiaan.

##### 3) Fotografi

Pada stasiun kerja 3, setiap subyek penelitian difoto tampak depan dan samping pada latar belakang abu-abu. Proses fotografi dilakukan demi dua tujuan: untuk menyediakan perbandingan visual pada hasil pemindaian dan menjadi bahan yang mungkin akan berguna di masa depan, antara lain untuk *photogrammetric 3D modelling*.

##### 4) Pengukuran Antropometri Tradisional

Pada stasiun kerja 4, setiap subyek penelitian diukur dengan menggunakan peralatan antropometri tradisional. Tinggi dan berat badan diukur dengan

menggunakan timbangan kesehatan berkualitas yang terus-menerus dikalibrasi untuk menjamin akurasi dan konsistensi.

5) Penempelan *Landmark*

Ahli antropometri yang kedua ditempatkan di stasiun kerja 5. Pada stasiun ini, ahli antropometri menempelkan *landmark* di wajah setiap subyek penelitian, untuk mengidentifikasi lokasi tulang wajah. Setiap penelitian antropometri menggunakan *landmark* yang berbeda dikarenakan tidak tersedianya standar yang menggambarkan jumlah konsisten dari parameter. Pemilihan *landmark* yang digunakan di Size China dilakukan atas dasar rekomendasi konsultan antropometri.

6) Penggunaan Penutup Kepala

Pada stasiun kerja 6, subyek penelitian menggunakan penutup kepala berbahan nilon. Penutup kepala tersebut dimaksudkan untuk menekan volume dari rambut yang terkembang, agar tampilan kepala pada proses pemindaian lebih akurat. Selain itu, penggunaan penutup kepala juga dimaksudkan untuk mengurangi tampilan reflektif yang berasal dari rambut yang berwarna hitam.

7) Proses Pemindaian

Pada stasiun kerja 7, setiap subyek penelitian duduk pada kursi yang disediakan dan memulai proses pemindaian. Operator pada proses pemindaian ini adalah ahli antropometri yang ketiga.

8) Pemeriksaan Data

Setelah mendapatkan konfirmasi visual bahwa proses pemindaian berjalan dengan memuaskan, subyek penelitian memasuki stasiun kerja terakhir, yaitu stasiun kerja 8. Di sini, seorang staf yang telah dilatih mengumpulkan kuesioner dan penutup kepala yang telah digunakan, serta memeriksa kelengkapan pengisian kuesioner. Setiap partisipan kemudian menerima ucapan terima kasih, bersama dengan kenang-kenangan berupa hasil cetak dari pemindaian pribadi mereka.

Keseluruhan proses tersebut memakan waktu sekitar 30 – 40 menit untuk setiap subyek penelitian.

### 3.2. Standar sebagai Dasar dari Pembuatan Metodologi

Dalam pembuatan metode penelitian pembuatan database antropometri 3D, terdapat berbagai standar yang dapat dijadikan sebagai pedoman. Adapun ISO (International Standards Organization) merupakan salah satu standar yang banyak dijadikan acuan dalam penelitian-penelitian. Mengenai pembuatan database antropometri ini, terdapat beberapa standar ISO yang turut diimplementasikan ke dalamnya, antara lain:

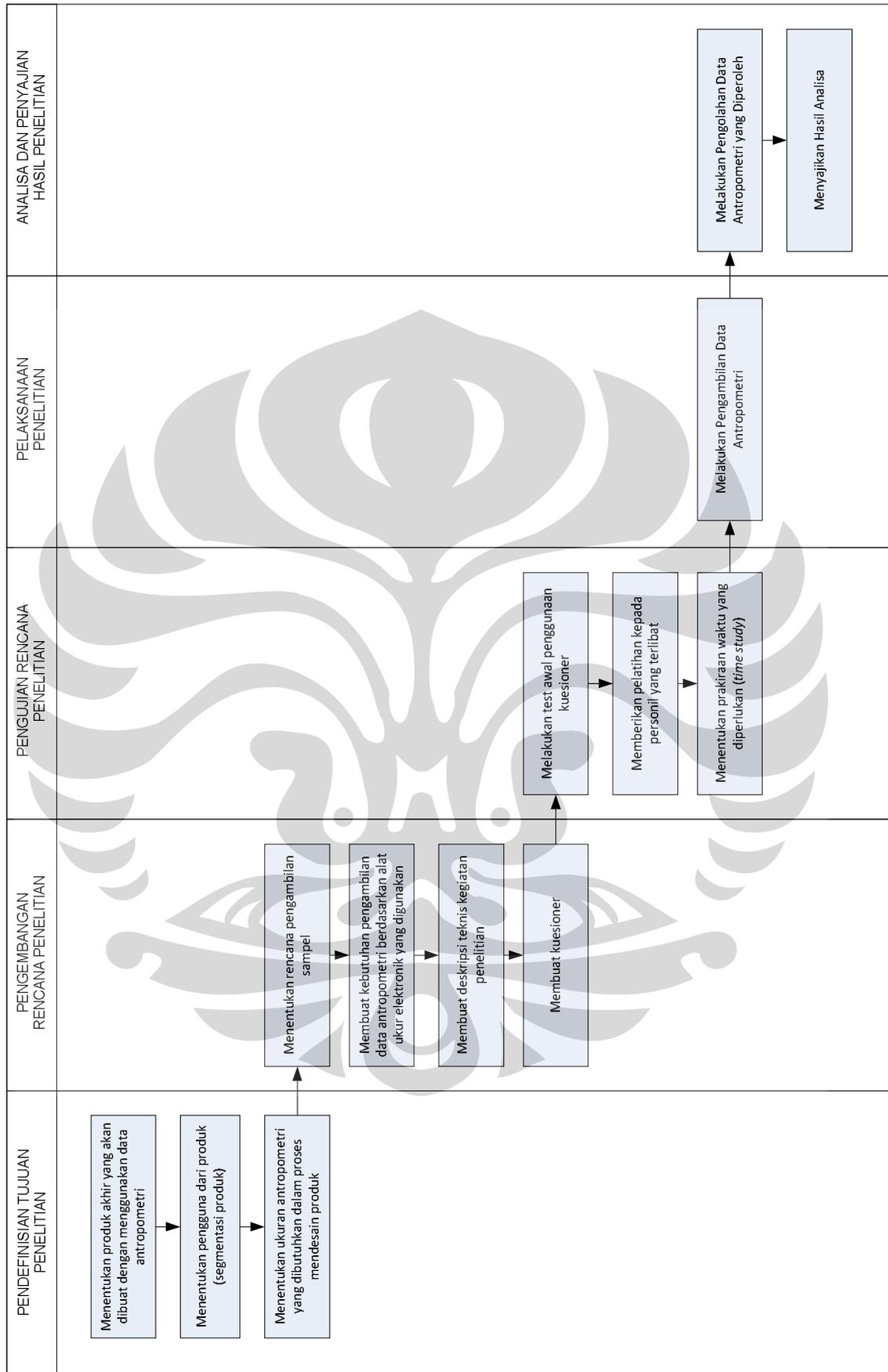
- ISO 15535:2006 (*General requirements for establishing anthropometric database*)
- ISO 7250:1996 (*Basic human Body measurements for technological design*)
- ISO 8559:1989 (*Garment construction and anthropometric surveys – Body dimensions*)

### 3.3. Penggunaan Diagram Alir untuk Menggambarkan Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

Setelah memperoleh berbagai data dan informasi mengenai penelitian berbasis antropometri yang pernah dilakukan di dunia, maka langkah berikutnya adalah merancang metode penelitian pembuatan database antropometri. Perancangan metode penelitian tersebut dilakukan atas dasar berbagai pertimbangan seperti standar yang ada maupun prosedur-prosedur yang berkaitan langsung dengan ilmu ergonomi, khususnya ergodesain dan antropometri.

Langkah-langkah penelitian dalam membuat database antropometri yang dirancang oleh penulis dapat dijelaskan melalui sebuah diagram alir yang sederhana. Pada dasarnya, keseluruhan langkah yang ada dapat dikelompokkan ke dalam lima kegiatan utama, yaitu pendefinisian tujuan penelitian, pengembangan rencana penelitian, pengujian rencana penelitian, pelaksanaan penelitian, dan analisa serta penyajian hasil penelitian.

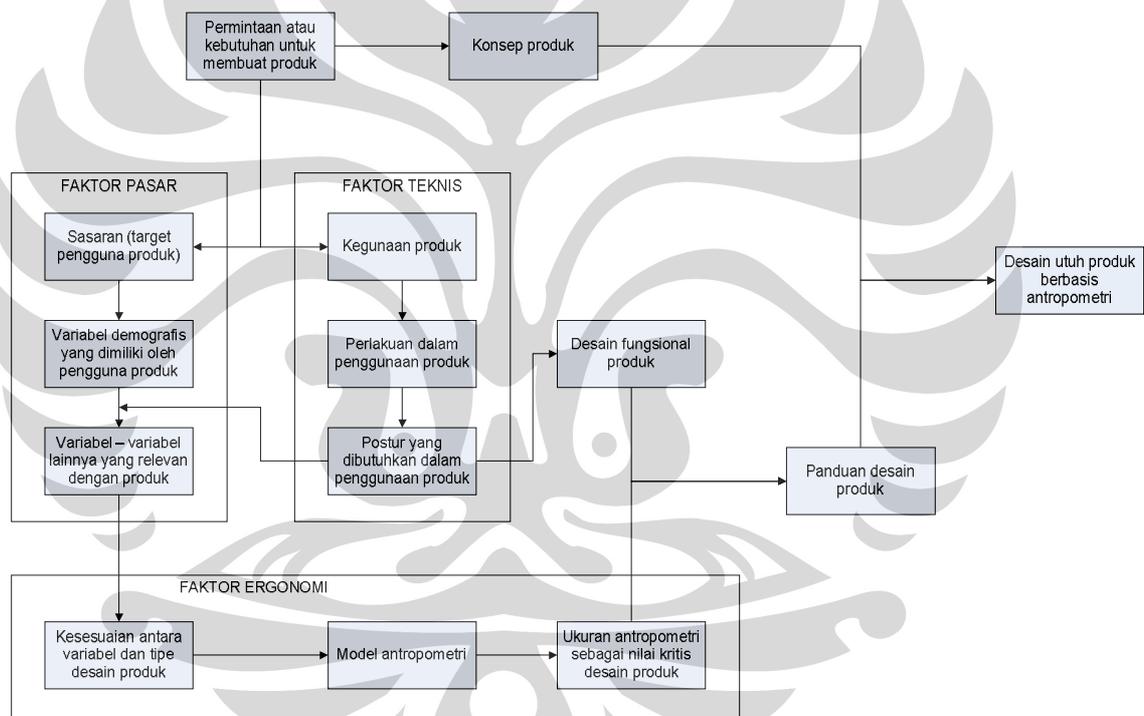
Penggunaan diagram alir sendiri digunakan untuk memberikan gambaran umum secara jelas tentang bagaimana metode penelitian ini dilakukan. Diagram Alir dapat dilihat pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Diagram Alir Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

### 3.3.1. Pendefinisian Tujuan Penelitian

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pembuatan database antropometri 3D adalah menentukan tujuan penggunaan akhir dari data antropometri yang akan diperoleh. Seperti yang telah diketahui dalam ilmu ergonomi, data antropometri merupakan data utama untuk digunakan dalam mendesain produk. Dengan demikian produk yang dihasilkan dapat digunakan secara optimal oleh manusia. Dalam mendesain sebuah produk, apakah diperlukan semua data antropometri manusia? Tentu tidak. Oleh karena itu, perlu diketahui terlebih dahulu tujuan penggunaan data antropometri agar pengumpulan data yang dibutuhkan dapat menjadi lebih fokus.



**Gambar 3.14** Diagram Perancangan Produk Berbasis Data Antropometri

Berdasarkan Gambar 3.14, diketahui bahwa untuk merancang sebuah produk, perlu memperhatikan tiga aspek, yaitu faktor pasar, faktor teknis, dan faktor ergonomi. Apabila ditinjau dari segi ergonomi, maka terdapat variabel pada faktor pasar dan faktor teknis yang juga akan mempengaruhi ukuran antropometri yang dibutuhkan dalam perancangan produk. Untuk itu, maka pendefinisian

tujuan penelitian dapat dibagi-bagi lagi menjadi beberapa langkah yang spesifik, yaitu menentukan desain produk yang akan dibuat dengan menggunakan data antropometri, menentukan pengguna dari produk (segmentasi produk), serta menentukan ukuran antropometri yang dibutuhkan dalam proses desain produk.

### 3.3.1.1. Menentukan Desain Produk yang Akan Dibuat dengan Menggunakan Data Antropometri

Proses desain produk merupakan sekumpulan proses dalam menciptakan produk baru atau mengembangkan produk lama dengan kegunaan yang lebih baik. Prinsip-prinsip yang harus dimiliki dalam mendesain sebuah produk antara lain: fungsi, tingkat kegunaan, penampilan, dan biaya (Cushman & Rosenberg, 1993).

Sedangkan desain berbasis ergonomi merupakan sebuah aplikasi dari penggunaan informasi ergonomi dalam mendesain peralatan, mesin, sistem, pekerjaan, serta lingkungan dalam menciptakan kondisi yang nyaman, aman, dan efektif untuk digunakan oleh manusia (Chapanis, 1991).

Pendekatan ergodesain merupakan sebuah pendekatan makro ergonomi yang memiliki tujuan untuk menyelaraskan fungsi manusia dan sistem secara simultan bersama-sama dengan konseptualisasi desain dan pengembangannya. Ergodesain merupakan sebuah pendekatan yang penting dalam menunjang implementasi ergonomi dalam proses desain dan pengembangan produk, perlengkapan, dan sistem (Yap et al, 1997).

Dalam mendefinisikan tujuan penelitian berbasis ergonomi ini, maka perlu diketahui seperti apakah desain produk yang sedang dirancang. Dalam membuat desain tersebut, terdapat beberapa pertanyaan yang harus dijawab, antara lain:

- Apakah tujuan pembuatan produk?
- Apakah fungsi dari produk?
- Bagaimana cara menggunakan produk tersebut?
- Apakah terdapat kondisi-kondisi yang harus dipenuhi pada saat penggunaan produk?
- Apakah produk dapat dipergunakan pada kondisi ekstrim?

Pada proses ini akan dihasilkan sebuah gambaran kasar mengenai spesifikasi produk yang akan dibuat, meliputi tampilan, fungsi dan cara penggunaan dari produk tersebut.

#### 3.3.1.2. Menentukan Pengguna dari Produk (Segmentasi Produk)

Setelah membuat desain produk secara umum, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah menentukan pengguna produk. Hal ini termasuk ke dalam faktor pasar (*market factor*) yang merupakan faktor eksternal dari desain produk secara keseluruhan.

Segmentasi produk menggambarkan pengguna yang akan berinteraksi secara langsung dengan produk yang dihasilkan. Pemilihan segmen pengguna ini tentunya melibatkan prinsip dasar ergonomi, khususnya antropometri, yang menyatakan bahwa manusia itu bervariasi. Dengan demikian, desain sebuah produk harus memiliki tujuan yang jelas mengenai kelas pengguna dari produk tersebut. Penentuan pengguna produk akan mempengaruhi bagaimana sebuah produk didesain.

Berdasarkan antropometri, maka penentuan pengguna (segmentasi) harus bisa menjawab beberapa pertanyaan, antara lain mengenai kelas umur, wilayah tempat tinggal, ras, dan sebagainya. Semakin banyak sebuah segmen pengguna bisa didefinisikan, maka produk yang dihasilkan akan semakin bagus berdasarkan ergonomi. Hal ini tentunya disebabkan karena desain produk yang dibuat dapat semakin disesuaikan dengan bentuk tubuh penggunanya.

#### 3.3.1.3. Menentukan Ukuran Antropometri yang Dibutuhkan dalam Proses Desain Produk

Penentuan ukuran antropometri berkaitan secara langsung dengan faktor teknis serta faktor pasar yang telah ditentukan sebelumnya.

Spesifikasi teknis suatu produk akan mempengaruhi ukuran antropometri yang dibutuhkan dalam proses perancangannya. Ukuran antropometri tersebut antara lain dapat diketahui melalui fungsi kegunaan dan kondisi-kondisi yang harus dipenuhi dalam penggunaan suatu produk.

Dengan mengetahui bagaimana sebuah produk digunakan, maka kita dapat mengetahui bagian-bagian tubuh manusia yang berinteraksi secara langsung dengan produk tersebut. Pengetahuan mengenai bagian tubuh manusia dan produk tersebut akan menghasilkan sebuah kebutuhan mengenai data antropometri secara spesifik. Spesifikasi kebutuhan data antropometri tersebut dibutuhkan karena tidak semua data antropometri diperlukan dalam membuat desain sebuah produk. Sebagai contoh, dalam membuat desain sebuah cangkir, data antropometri yang dibutuhkan hanyalah mencakup ukuran tangan, yang dapat dispesifikkan lebih lanjut mengenai ukuran telapak tangan. Untuk itu tidak diperlukan data antropometri seluruh tubuh.

Pemilihan data antropometri diperlukan karena terdapat beberapa batasan dalam melakukan penelitian itu sendiri, antara lain mengenai waktu dan biaya. Pengambilan data antropometri secara lengkap tentunya membutuhkan waktu, biaya, dan usaha lebih dibandingkan dengan pengambilan data antropometri secara spesifik.

Pada langkah kerja ini akan dihasilkan sebuah spesifikasi mengenai ukuran antropometri yang dibutuhkan dalam proses desain sebuah produk.

### 3.3.2. Pengembangan Rencana Penelitian

Setelah tujuan penelitian berupa deskripsi produk yang akan dibuat berdasarkan data antropometri didefinisikan, maka langkah yang harus dilakukan berikutnya adalah mengembangkan rencana penelitian. Pengembangan rencana penelitian dilakukan untuk mendeskripsikan berbagai kegiatan dan prosedur yang harus dilakukan dalam rangka membuat database antropometri 3D. Dengan demikian, rencana penelitian mencakup semua kegiatan dan hal-hal detail yang harus dipenuhi sampai akhirnya database antropometri yang dibutuhkan berhasil terbentuk. Selanjutnya, rencana penelitian dapat dibagi lagi menjadi rencana pengambilan sampel, kebutuhan pengambilan data antropometri berdasarkan alat pemindai yang digunakan, deskripsi teknis kegiatan penelitian, dan pembuatan kuesioner.

### 3.3.2.1. Menentukan Rencana Pengambilan Sampel

Sebuah penelitian tidak dapat terlepas dari penggunaan sampel. Demikian pula halnya pada penelitian pembuatan database antropometri 3D. Untuk itu, pada langkah kerja ini dirancang berbagai hal yang berhubungan dengan sampel, mulai dari penentuan ukuran sampel hingga penentuan lokasi pengambilan sampel. Dalam pembuatan database antropometri 3D, pemilihan sampel merupakan hal yang sangat penting. Kesalahan dalam metode pengambilan sampel akan menyebabkan penelitian menjadi tidak valid. Berbagai teori harus dijadikan sebagai panduan dalam menentukan sampel, tentunya karena data antropometri sangat ditentukan oleh berbagai faktor, mulai dari faktor geografis, faktor hereditas, dan sebagainya.

#### a. Membuat deskripsi populasi yang dituju

Deskripsi populasi menggambarkan siapa yang akan diteliti atau siapa yang akan disurvei. Apabila ditinjau dari tujuan produk yang akan dibuat berdasarkan data antropometri, maka deskripsi populasi yang dituju haruslah dapat menggambarkan segmentasi dari produk. Sebagai contoh, apabila desain produk yang ingin dibuat adalah helm yang akan digunakan oleh pekerja industri, maka deskripsi populasinya adalah kumpulan pekerja industri dengan batasan wilayah distribusi penggunaan helm yang akan dibuat.

#### b. Menentukan prosedur pengambilan sampel

Untuk memperoleh sampel yang representatif, harus dibuat sistem pengambilan sampel populasi yang bersifat probabilistik. Pengambilan sampel yang bersifat probabilistik memungkinkan perhitungan batas keyakinan untuk mengetahui kesalahan dalam pengambilan sampel. Dalam penentuannya, prosedur pengambilan sampel dapat didasarkan kepada standar yang memang berlaku. Sebagai contoh, untuk merancang sebuah database antropometri, maka standar yang dapat diikuti untuk membuat prosedur pengambilan sampel adalah ISO 15535. ISO 15535 sendiri merekomendasikan penggunaan sistem sampel acak bertingkat (*stratified random sampling*). Dengan menggunakan sampel acak bertingkat, populasi dibagi menjadi beberapa kelompok yang terpisah satu

sama lain. Selanjutnya sampel diambil secara acak dari masing-masing kelompok.

c. Menentukan ukuran sampel

Ukuran sampel menyatakan jumlah orang yang harus dijadikan sebagai objek penelitian. Sampel yang besar memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan daripada sampel yang kecil. Namun demikian, tidaklah perlu untuk mengambil seluruh atau sejumlah besar populasi sasaran untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan. Seperti halnya prosedur pengambilan sampel, penentuan ukuran sampel dapat didasarkan kepada standar yang memang berlaku. Sebagai contoh, untuk merancang sebuah database antropometri, maka standar yang dapat diikuti untuk menentukan ukuran sampel adalah ISO 15535. Menurut ISO 15535, jumlah minimum sampel yang harus diambil dalam pembuatan database antropometri dapat ditentukan dengan menggunakan formula:

$$n = \frac{(Z S)^2}{d^2}$$

di mana:

Z = koefisien reliabilitas

S = standar deviasi ukuran antropometri

d = nilai presisi

n = jumlah sampel minimum yang dibutuhkan

d. Menentukan lokasi pengambilan sampel

Langkah terakhir yang harus dilakukan dalam membuat rencana pengambilan sampel adalah menentukan lokasi pengambilan sampel. Penentuan lokasi ini dimaksudkan agar distribusi sampel yang diambil merata dan dapat menggambarkan populasi secara umum. Penentuan lokasi juga harus dilakukan berdasarkan akses, sehingga akan memudahkan proses transportasi. Kebutuhan-kebutuhan lainnya seperti ketersediaan listrik dan sebagainya juga harus dipertimbangkan pada pemilihan lokasi. Dengan demikian nantinya alat pemindai 3D dapat digunakan dengan baik dan tidak mengalami permasalahan yang diakibatkan oleh kondisi listrik di suatu wilayah tertentu. Kebutuhan-

kebutuhan tersebut sebaiknya dijadikan sebagai faktor batasan dalam penentuan lokasi.

Kebutuhan lokasi juga sebaiknya mempertimbangkan permasalahan kerja sama, seperti dengan pihak sponsor atau pihak pemerintah.

### 3.3.2.2. Membuat Kebutuhan Pengambilan Data Antropometri Berdasarkan Alat Pemindai yang Digunakan

Setelah menentukan kebutuhan pengambilan sampel, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah menentukan kebutuhan pengambilan data antropometri berdasarkan alat pemindai 3D-nya. Pada saat ini, terdapat berbagai jenis alat pemindai 3D yang digunakan untuk mendapatkan data antropometri digital. Masing-masing alat akan memiliki spesifikasi yang berbeda.

Pada sejarahnya, terdapat beberapa sistem pemindaian yang digunakan pada penelitian antropometri. Yang paling pertama dikembangkan adalah pemindai bayangan (1990), contohnya LASS, diikuti dengan pemindai laser (1994), contohnya Cyberware dan Vitronic. Selanjutnya pada tahun 1995 dikembangkan pemindai berbasis '*white light pattern*' dan pada tahun 2005 diperkenalkan pemindai '*milimeter wave*'. Masing-masing pemindai memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Jenis yang paling umum digunakan adalah pemindai laser, dikarenakan oleh tingkat reliabilitasnya yang tinggi.

**Tabel 3.7** Perbandingan Tipe Pemindai 3D

	<b>Pemindai Laser</b>	<b>Pemindai '<i>White Light Pattern</i>'</b>	<b>Pemindai '<i>Milimeter Wave</i>'</b>
<b>Kelebihan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan teknologi yang dapat diandalkan</li> <li>• Memiliki kualitas dan resolusi yang tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak mahal</li> <li>• Memiliki kemampuan untuk dihubungkan dengan aplikasi garmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subyek penelitian tidak perlu melepas pakaian</li> <li>• Sangat cepat</li> </ul>
<b>Kekurangan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahal</li> <li>• Sulit untuk ditransportasikan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presisinya tidak terlalu tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolusinya rendah</li> <li>• Mahal</li> </ul>

Sumber: Daanen et al, 1997

**Tabel 3.8** Daftar Pemindai yang Digunakan pada Penelitian Antropometri

<b>Negara</b>	<b>Alat Pemindai</b>
Jepang	Nagano
Perancis	Lectra
Inggris (UK Size)	TC2-2T4
Belanda (CAESAR)	Vitronic Pro
Kanada (CAESAR)	Cyberware WB4
Italia (CAESAR)	Cyberware WB4
US (CAESAR)	Cyberware WB4
US (US Size)	TC2-2T4
Taiwan	Vitronic Pro
Korea	Cyberware WB4
Brazil	Cyberware WB4

Sumber: Daanen et al, 1997

Penggunaan tipe pemindai yang berbeda tentunya membutuhkan persiapan dan kebutuhan yang berbeda. Hal ini disebabkan tidak semua pemindai memiliki prosedur yang sama dalam melakukan pengambilan data. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan harus memperhatikan tipe alat pemindai yang hendak digunakan. Setelah mengetahui tipe pemindainya, maka langkah yang harus dilakukan adalah menentukan postur yang dibutuhkan untuk keperluan pengambilan data, serta menentukan kebutuhan penggunaan alat bantu tambahan, seperti penggunaan *landmark*.

a. Menentukan postur yang dibutuhkan untuk memperoleh data antropometri

Selama penelitian berlangsung, subyek penelitian akan diminta melakukan postur sesuai dengan kebutuhan pemindaian berdasarkan batasan kemampuan yang dimiliki oleh alat pemindai. Postur yang digunakan pada penelitian akan menentukan berapa banyak data antropometri yang dapat diperoleh. Oleh karena itu, penentuan postur harus mempertimbangkan beberapa hal, antara lain:

- Kemampuan alat pemindai untuk menghasilkan data antropometri pada postur tertentu
- Data antropometri yang dibutuhkan (d disesuaikan kembali dengan tujuan penelitian – ukuran antropometri yang dibutuhkan untuk mendesain produk)

Penentuan postur tubuh ini juga dapat didasarkan pada standar yang ada, misalnya ISO 7250 (desain berbasis ergonomi) dan ISO 8559 (desain pakaian).

b. Menentukan kebutuhan penggunaan alat bantu pemindai

Alat bantu pemindai merupakan perlengkapan-perengkapan yang dibutuhkan agar proses pemindaian antropometri dapat berlangsung secara akurat. Contoh alat bantu pemindaian yang digunakan pada penelitian-penelitian terdahulu adalah *landmark*. *Landmark* merupakan perlengkapan yang digunakan untuk menandai titik-titik tertentu di tubuh manusia secara spesifik. Pemindaian dapat berlangsung dengan lebih baik karena terdapat fokus-fokus *landmark*.

Dalam pelaksanaannya, perlu ditentukan kebutuhan mengenai alat-alat bantu ini. Apakah alat bantu yang diperlukan? Apakah perlu menggunakan *landmark*? Berapakah jumlah *landmark* yang harus dipergunakan? Dan sebagainya.

### 3.3.2.3. Membuat Deskripsi Teknis Kegiatan Penelitian

Deskripsi teknis kegiatan penelitian menggambarkan keseluruhan prosedur dan kelengkapan operasional yang harus disiapkan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Deskripsi teknis kegiatan penelitian terdiri dari kebutuhan manusia, perlengkapan, dan fasilitas, *layout* dan pergerakan sampel di ruang penelitian, dan alur kegiatan.

a. Menentukan kebutuhan manusia, perlengkapan, dan fasilitas

Deskripsi operasional pertama yang harus dibuat sebagai bentuk langkah dasar dalam perencanaan penelitian adalah kebutuhan manusia, perlengkapan dan fasilitas.

Dalam perancangan penelitian pembuatan database antropometri 3D, perlu ditetapkan kebutuhan sumber daya manusia secara utuh. Deskripsi mengenai kebutuhan sumber daya manusia dimaksudkan untuk mempermudah proses perencanaan biaya dan proses perekrutan apabila diperlukan. Dengan demikian, seluruh penelitian dapat dilaksanakan secara optimal oleh sumber daya manusia yang berkompeten di bidangnya

masing-masing. Deskripsi sumber daya manusia harus dapat dibagi menjadi struktur organisasi penelitian, deskripsi pekerjaan, peta kompetensi dari sumber daya yang diinginkan, dan sebagainya. Dalam pelaksanaannya nanti, masing-masing sumber daya manusia tersebut haruslah mendapat pelatihan yang memadai. Pelatihan yang dilakukan antara lain penelitian mengenai antropometri dan pengambilan data, serta pelatihan khusus untuk pekerjaannya masing-masing.

Demikian pula halnya dengan kebutuhan fasilitas atau kebutuhan lokasi. Bagaimanapun juga, proses pemindaian antropometri yang dilakukan di lapangan menyajikan tantangan yang tidak didapatkan ketika melakukan penelitian di laboratorium yang statis. Masing-masing lokasi dapat memiliki variasi yang besar dalam hal ketersediaan jarak yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian, ketersediaan dukungan dari organisasi yang ada, dan kondisi lingkungan sebagai lokasi tempat tinggal tim peneliti. Oleh karena itu, tim peneliti perlu menyediakan spesifikasi yang harus disetujui oleh setiap penanggung jawab lokasi. Spesifikasi yang dimaksud meliputi ketersediaan sumber listrik, ukuran ruangan yang diinginkan, tingkat keamanan yang diperlukan, dan sebagainya.

Yang terakhir adalah kebutuhan perlengkapan. Dalam perancangan penelitian pembuatan database antropometri 3D, perlu dideskripsikan kebutuhan material. Daftar kebutuhan alat dan material diperlukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan alat dan material tersebut meliputi kebutuhan material dari subjek penelitian, kebutuhan material umum, dan lain sebagainya. Kebutuhan perlengkapan tersebut harus dibuat secara detail, agar pihak yang ditunjuk untuk menyediakan perlengkapan penelitian dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Detail yang dimaksud antara lain spesifikasi lengkap peralatan, jumlah, kondisi, dan lain sebagainya.

b. Menentukan *layout* dan alur pergerakan sampel di ruang penelitian

Perencanaan *layout* dan alur pergerakan sampel di ruang penelitian diperlukan agar penelitian dapat berjalan dengan lancar, data antropometri dapat dipindai dengan optimal, dan waktu dapat digunakan secara efektif.

Untuk itu, dalam perencanaan *layout* ruangan penelitian perlu dirancang terlebih dahulu stasiun kerja antropometri atau moda-moda yang digunakan sepanjang penelitian.

Stasiun kerja antropometri merupakan lokasi atau unit yang terpisah yang terdapat pada suatu area, memiliki berbagai fungsi individu yang spesifik, dan bekerja secara berkesinambungan untuk membentuk alur pengambilan data antropometri 3D secara tepat. Dalam proses pengambilan data di sebuah daerah penelitian, stasiun kerja merupakan sub unit terkecil dalam sistem pembuatan database antropometri Indonesia.

Pembagian stasiun kerja antropometri dimaksudkan untuk memudahkan pembagian personil di lokasi penelitian, mendefinisikan deskripsi kerja yang diperlukan, serta memudahkan alur penelitian dari subyek penelitian. Dalam perancangannya, stasiun kerja antropometri dibagi atas dasar pertimbangan fungsi kerja (kegunaan), kebutuhan sumber daya manusia, dan ketersediaan ruangan (*space*).

c. Menentukan alur kegiatan

Alur kegiatan merupakan perencanaan penggunaan waktu kegiatan penelitian secara keseluruhan. Alur kegiatan berbeda dengan alur pergerakan sampel yang hanya membahas mengenai kegiatan subyek penelitian di lokasi penelitian. Alur kegiatan membahas semua kegiatan yang dilakukan oleh tim peneliti, mulai dari perencanaan penelitian hingga pelaksanaan akhir kegiatan.

Pembahasan alur kegiatan ini dapat dideskripsikan dengan menggunakan pengalokasian waktu kegiatan. Alokasi dilakukan dari kegiatan penelitian dengan ruang lingkup yang paling kecil, yaitu kegiatan penelitian harian, diteruskan hingga kegiatan makro, yang meliputi keseluruhan penelitian pembuatan database antropometri 3D. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan alur kegiatan adalah dengan menggunakan manajemen proyek. Dengan menggunakan manajemen proyek, dapat diketahui berbagai hal mengenai penggunaan waktu, penggunaan sumber daya, penggunaan alokasi biaya, dan sebagainya

secara lebih terperinci. Dengan demikian, alur kegiatan dapat direncanakan dengan baik.

#### 3.3.2.4. Membuat Kuesioner

Kuesioner merupakan instrumen riset untuk mengumpulkan informasi. Sebuah kuesioner terdiri dari sekumpulan pertanyaan yang disajikan kepada objek penelitian untuk dijawab. Karena fleksibilitasnya, kuesioner merupakan instrumen yang paling sering dipakai dalam pengumpulan data primer. Kuesioner harus dikembangkan, diuji, dan disempurnakan dengan cermat sebelum diterapkan dalam skala besar.

Untuk kuesioner dalam pembuatan database antropometri 3D, keseluruhan informasi yang dimilikinya merupakan informasi pelengkap untuk menggambarkan data demografis populasi yang dapat diolah lebih lanjut. Contoh item penelitian yang dapat dimuat pada kuesioner demografis dalam pembuatan database antropometri 3D antara lain adalah:

- Lokasi pengambilan data
- Tanggal pengambilan data
- Status sipil atau militer
- Tanggal lahir
- Tempat lahir
- Jenis kelamin
- Etnis (suku bangsa)
- Pekerjaan
- Level pendidikan
- Pendapatan keluarga
- Status pernikahan
- Dan sebagainya

Kelengkapan item pertanyaan pada kuesioner dapat disesuaikan dengan kepentingan penggunaan data, antara lain kepentingan dari sponsor, dan sebagainya. Beberapa sponsor mungkin ingin mengetahui tipe barang yang digunakan oleh sejumlah populasi. Pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dapat dimuat di kuesioner.

### 3.3.3. Melakukan Pengujian Rencana Penelitian

Setelah semua perencanaan selesai dibuat, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah menguji rencana penelitian tersebut. Langkah ini dilakukan untuk menguji apakah rencana penelitian yang dibuat dapat betul-betul diimplementasikan di penelitian yang sesungguhnya. Pengujian rencana penelitian sering juga dikenal sebagai proyek pendahuluan (*pilot project*).

Proyek pendahuluan dilaksanakan seolah-olah penelitian yang sesungguhnya. Oleh karena itu, semua pihak yang terlibat juga harus serius dalam melaksanakan setiap kegiatan sesuai dengan perencanaan. Tidak semua perencanaan dapat diuji. Oleh karena itu, proses pengujian dibatasi ke dalam tiga bagian utama, yaitu penggunaan kuesioner, kesiapan sumber daya manusia, dan penggunaan waktu.

#### 3.3.3.1. Melakukan Test Awal Penggunaan Kuesioner

Kuesioner merupakan salah satu perangkat penelitian yang harus mendapat pengujian. Pengujian tersebut dilakukan antara lain untuk mengetahui apakah kuesioner tersebut dapat diisi secara objektif oleh subyek penelitian dan menghasilkan data demografis yang tepat, serta untuk mengetahui kemudahan subyek penelitian dalam menjawab setiap pertanyaan yang ada.

Pada perancangannya, kuesioner penelitian antropometri mengandung banyak pertanyaan untuk mendukung data antropometri yang nantinya akan dihasilkan melalui pemindaian. Oleh karena itu, kuesioner tersebut harus disusun sedemikian rupa agar mudah dibaca dan dikerjakan oleh subyek penelitian. Pengelompokan beberapa item pertanyaan yang memiliki persamaan maksud, misalnya kelompok ukuran pakaian yang sering digunakan, merupakan salah satu cara dalam membuat kuesioner yang layak pakai.

Bagaimana menguji kuesioner yang dibuat? Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satu di antaranya adalah dengan mengujinya langsung untuk diisi oleh beberapa penguji, lalu meminta komentar mereka. Pengujian langsung ini diperlukan untuk memastikan agar kuesioner tersebut benar-benar dapat dipahami oleh subyek penelitian. Beberapa kuesioner mungkin ditujukan untuk kelompok yang berbeda, misalnya kelompok umur anak-anak dan remaja.

Oleh karena itu, kuesioner tersebut harus benar-benar diuji oleh kelompok yang dituju. Apabila kuesioner penelitian itu harus diisi oleh anak-anak, tentunya harus memiliki struktur yang berbeda dari kuesioner yang akan diisi oleh orang dewasa.

Apabila penguji kuesioner merasa bahwa kuesionernya telah layak untuk digunakan, ditinjau dari kemudahan dalam pengisian dan kelengkapan data yang dapat diperoleh melalui kuesioner tersebut, maka kuesioner tersebut baru dapat disebar untuk digunakan di penelitian sesungguhnya.

### 3.3.3.2. Melakukan Pengujian Kesiapan Personil

Hal berikutnya yang juga perlu untuk diuji adalah kesiapan sumber daya manusia dalam melaksanakan penelitian tersebut. Pertanyaan-pertanyaan yang perlu dijawab antara lain adalah:

- Apakah setiap anggota tim peneliti memahami tujuan penelitian yang diadakan?
- Apakah setiap anggota tim peneliti mengetahui detail kegiatan penelitian yang dilakukan, termasuk di dalamnya kegiatan operasional harian hingga kegiatan penelitian secara keseluruhan?
- Apakah setiap anggota tim peneliti mengetahui deskripsi tugasnya masing-masing?
- Apakah setiap anggota tim peneliti dapat berkoordinasi dengan baik dengan anggota tim lainnya?
- Apakah setiap anggota tim peneliti dapat menjalankan tugasnya dengan baik?
- Apakah setiap anggota tim dapat membayangkan kondisi yang mungkin terjadi pada saat penelitian berlangsung, memperkirakan dampaknya, dan mengetahui langkah-langkah yang harus dilakukan apabila terjadi kondisi-kondisi yang di luar harapan?

Tujuan dari pengujian kesiapan sumber daya manusia yang terlibat adalah memastikan agar semua pertanyaan tersebut dapat terjawab dengan kata “ya”. Apabila terdapat beberapa pertanyaan yang belum terjawab dengan baik, maka perlu dilakukan evaluasi mengenai proses pembelajaran dan sosialisasi penelitian yang dilakukan terhadap setiap anggota tim peneliti.

Kesiapan tim peneliti dalam melaksanakan penelitian perlu terus ditingkatkan, terutama dalam hal koordinasi dan kemampuan pengambilan keputusan pada saat terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Namun demikian, hal yang paling penting untuk dimiliki oleh tim peneliti adalah pemahaman yang sama mengenai tujuan penelitian pembuatan database antropometri yang dilakukan. Dengan begitu, masing-masing anggota akan memiliki visi dan misi yang sama, sehingga juga memiliki rasa kepemilikan yang besar terhadap jalannya penelitian.

Apabila ternyata masih terdapat pemahaman yang tidak sama, khususnya mengenai rincian pekerjaan, maka perlu dilakukan pelatihan tambahan terhadap sumber daya manusia tersebut. Pelatihan yang dilakukan dapat berupa pelatihan mengenai ilmu antropometri, pelatihan mengenai pengambilan data antropometri manual maupun modern, dan pelatihan mengenai pekerjaannya masing-masing secara spesifik.

#### 3.3.3.3. Menentukan Prakiraan Waktu yang Diperlukan

Dalam menentukan prakiraan waktu yang diperlukan, dilakukan studi waktu (*time study*). Untuk itu, kegiatan penelitian perlu dilakukan secara terpadu di satu lokasi tertentu. Melalui studi waktu ini, kita dapat mengetahui alokasi waktu sesungguhnya yang digunakan untuk menyelesaikan kegiatan operasional penelitian.

Sebelum melakukan kegiatan studi waktu, tim peneliti harus dapat memastikan agar semua kegiatan perencanaan telah dilakukan serinci mungkin, mulai dari persiapan lokasi, persiapan sumber daya manusia, persiapan perlengkapan, dan sebagainya. Setiap anggota tim peneliti yang terlibat juga harus telah melalui berbagai pelatihan sehingga siap untuk melaksanakan kegiatan penelitian.

Pada studi waktu, penelitian pendahuluan dilaksanakan seolah-olah merupakan penelitian yang sesungguhnya. Masing-masing anggota tim peneliti juga harus melakukan pekerjaannya dengan serius. Melalui studi waktu ini dapat diketahui apakah kegiatan penelitian telah berlangsung sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Apabila ternyata waktu yang diperoleh tidak sesuai dengan rencana kerja, maka perlu dilakukan penyesuaian terhadap rencana kerja yang telah dibuat. Penyesuaian tersebut dapat berupa perubahan *layout* penelitian, perubahan jumlah personil, perubahan alur penelitian, dan lain sebagainya. Studi waktu merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan pada penelitian pendahuluan. Melalui studi waktu, dapat diketahui kesiapan pelaksanaan penelitian secara rinci. Apabila terdapat hal yang tidak sesuai, maka dapat segera dilakukan perbaikan yang memadai.

#### 3.3.4. Melakukan Pengambilan Data Antropometri

Setelah semua rencana penelitian disusun dengan rapi, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah melakukan penelitian yang sesungguhnya. Pengambilan data antropometri ini dilakukan dengan mengacu pada perencanaan-perencanaan yang dilakukan.

Sebelum melakukan pengambilan data di lokasi penelitian, perlu dilakukan beberapa hal, antara lain melakukan koordinasi dengan panitia wilayah di lokasi penelitian dan melakukan publikasi untuk memperoleh subyek penelitian. Koordinasi diperlukan untuk memastikan agar panitia lokal, terutama penyedia lokasi penelitian, telah siap untuk menyambut tim peneliti dan melaksanakan penelitian. Sedangkan publikasi mengenai penelitian perlu dilakukan beberapa waktu sebelum penelitian dimulai agar jumlah subyek penelitian yang diperlukan dapat tercapai.

Setelah koordinasi dan publikasi dilakukan, maka penelitian pembuatan database antropometri dapat dilaksanakan. Pengambilan data ini merupakan hal yang sangat penting dalam keseluruhan metode penelitian, karena merupakan bentuk nyata penelitian yang dapat menghasilkan data antropometri digital yang diperlukan untuk memenuhi tujuan penelitian.

#### 3.3.5. Menganalisis Data Antropometri yang Diperoleh dan Melakukan Penyajian Analisa

Setelah penelitian dilakukan dan data antropometri yang diinginkan berhasil diperoleh, maka langkah terakhir yang harus dilakukan adalah melakukan

pengolahan dan melakukan penyajian hasil analisa. Langkah ini dilakukan agar nantinya data antropometri yang diperoleh dapat digunakan dalam proses perancangan produk berbasis antropometri.

#### 3.3.5.1. Melakukan Pengolahan Data Antropometri yang Diperoleh

Data antropometri yang diperoleh dari penelitian tersebut merupakan data antropometri mentah (*raw data*). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan data agar data antropometri yang diperoleh dapat digunakan untuk kebutuhan perancangan produk.

Pengolahan data yang dilakukan dapat berupa perumusan nilai rata-rata antropometri, simpangan, penentuan persentil atas, persentil bawah, dan data statistik antropometri lainnya yang dapat digunakan secara umum.

Data antropometri yang telah diolah tentunya akan lebih bernilai, karena lebih fungsional. Oleh karena itu, pengolahan data antropometri perlu dilakukan setelah proses pengumpulan data antropometri selesai dilakukan. Pengolahan data yang dilakukan juga perlu digabungkan dengan data demografis yang diperoleh berdasarkan kuesioner demografis. Dengan demikian dapat dilakukan analisa data lebih lanjut.

#### 3.3.5.2. Melakukan Penyajian Hasil Analisa

Setelah data antropometrinya diolah dan dianalisa, maka selanjutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan penyajian hasil analisa. Penyajian hasil analisa dan pengolahan data dilakukan sebagai wujud publikasi atas keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.

Penyajian hasil analisa dapat dilakukan dengan menggunakan media, penggunaan portal internet, dan sebagainya. Selain itu, penyajian hasil penelitian juga dapat dilakukan dalam bentuk penulisan jurnal penelitian. Jurnal tersebut nantinya akan sangat berguna bagi dunia penelitian berbasis ergonomi, khususnya antropometri.

Apabila penelitian tidak dilakukan secara tertutup, maka data yang disajikan dapat dipergunakan juga secara luas, berdasarkan syarat dan kondisi yang dapat ditentukan oleh tim peneliti. Meskipun demikian, penyajian hasil

analisa perlu dilakukan sebagai bentuk pertanggungjawaban atas selesainya sebuah penelitian yang berskala besar dan melibatkan banyak sumber daya.

### 3.4. Penggunaan IDEF0 untuk Menggambarkan Detail Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

#### 3.4.1. Penjelasan Mengenai IDEF0

Metodologi IDEF (Integrated DEFinition) merupakan salah satu bagian dari metode yang berguna untuk memodelkan kebutuhan bagi perusahaan dan area bisnis lainnya. Konsep IDEF sendiri mulai terbentuk ketika Angkatan Udara menciptakan program Integrated Computer-Aided Manufacturing (ICAM) di pertengahan tahun 1970, untuk meningkatkan operasi manufaktur. Kebutuhan untuk memodelkan fungsi (proses), data, dan elemen dinamis (tingkah laku) dari operasi-operasi yang ada menyebabkan digunakannya metode SADT (Structured Analysis and Design Technique). SADT sendiri merupakan dasar dari notasi bahasa yang digunakan Angkatan Udara di dalam ICAM. Kemudian terjadi perkembangan dari ICAM menjadi apa yang dikenal sekarang sebagai metodologi Integrated DEFinition atau IDEF. Metodologi ini kemudian digunakan sebagai pendekatan untuk menganalisa sebuah perusahaan, memvisualisasikan model proses sesuai dengan proses aslinya, dan memodelkan aktivitas yang terjadi di dalam sebuah organisasi.

**Tabel 3.9** Metode IDEF

<b>IDEF Methods</b>	<b>Detail</b>
IDEF0	Function Modeling
IDEF1	Information Modeling
IDEF1X	Data Modeling
IDEF2	Simulation Model Design
IDEF3	Process Description Capture
IDEF4	Object-Oriented Design
IDEF5	Ontology Description Capture
IDEF6	Design Rationale Capture
IDEF7	Information System Audit Method
IDEF8	User Interface Modeling
IDEF9	Scenario-Driven IS Design
IDEF10	Implementation Architecture Modelling

**Tabel 3.9** Metode IDEF (Sambungan)

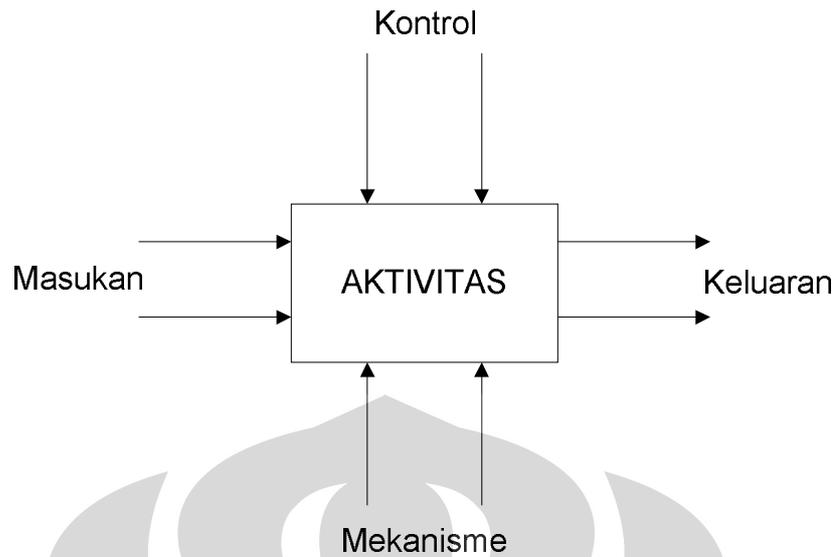
<b>IDEF Methods</b>	<b>Detail</b>
IDEF11	Information Artifact Modeling
IDEF12	Organization Modeling
IDEF13	Three Schema Mapping Design
IDEF14	Network Design

Sumber: Hanrahan, 1995

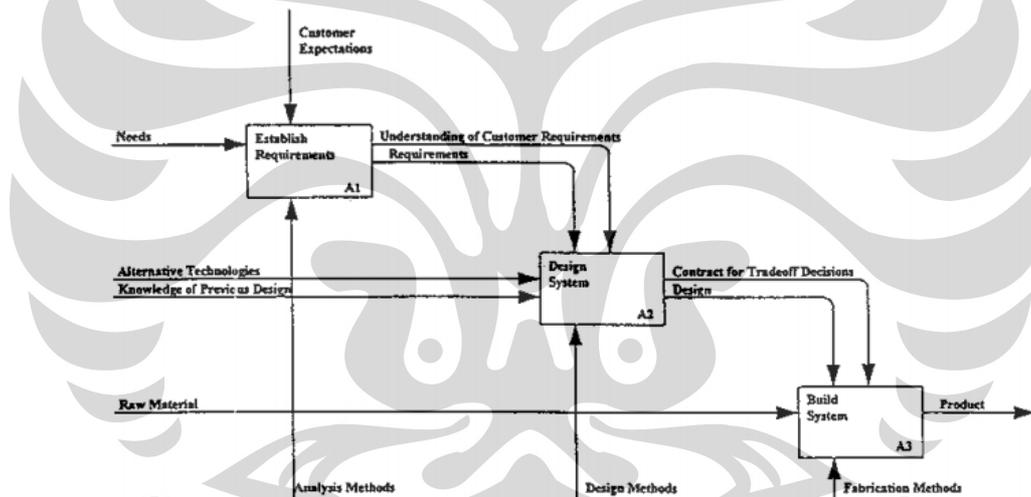
Metode IDEF0 sendiri digunakan untuk mendefinisikan model fungsi, yaitu model mengenai “apa yang saya lakukan”. IDEF0 merupakan model deskriptif yang menyajikan aktivitas dari proses yang ada pada skala detail. Meskipun IDEF0 awalnya dikembangkan untuk meningkatkan komunikasi antara orang-orang yang ingin memahami sebuah sistem, sekarang IDEF0 banyak digunakan untuk berbagai tujuan seperti dokumentasi, pendidikan, pemahaman, desain, analisa, perencanaan, integrasi, dan sebagainya.

Model diagram IDEF0 terdiri dari sebuah kotak sederhana dan seperangkat anak panah yang memiliki fungsi berbeda, yaitu masukan, keluaran, kontrol, dan mekanisme. Setiap aktivitas dideskripsikan dengan sebuah kata kerja yang ditempatkan di dalam kotak. Masukan (*input*) digambarkan sebagai panah yang menuju bagian kiri dari kotak aktivitas dan dikonversi menjadi keluaran (*output*) oleh aktivitas yang terjadi. Keluaran (*output*) digambarkan sebagai panah yang keluar dari kotak bagian kanan sebagai hasil dari aktivitas. Kontrol digambarkan sebagai panah yang memasuki bagian atas kotak dan mempengaruhi jalannya aktivitas. Mekanisme digambarkan sebagai anak panah yang memasuki bagian bawah kotak. Mekanisme sendiri merupakan sumber daya yang digunakan oleh aktivitas seperti orang dan mesin. Masukan akan ditransformasikan menjadi keluaran sedangkan kontrol tidak akan dipengaruhi oleh aktivitas.

Sebuah model diagram IDEF0 terdiri dari beberapa kotak aktivitas berbeda yang saling berhubungan untuk menggambarkan aktivitas secara keseluruhan. IDEF0 tidak hanya menggambarkan aktivitas satuan namun juga menyajikan hubungan antar aktivitas. Sebagai contoh, Gambar 3.14 menyajikan sebuah model fungsi dari pengembangan sistem yang terdiri dari tiga aktivitas utama. Pada gambar ini, terlihat bahwa keluaran dari satu aktivitas dapat menjadi masukan, kontrol, atau mekanisme pada aktivitas lainnya.



**Gambar 3.15** Diagram Dasar pada IDEF0

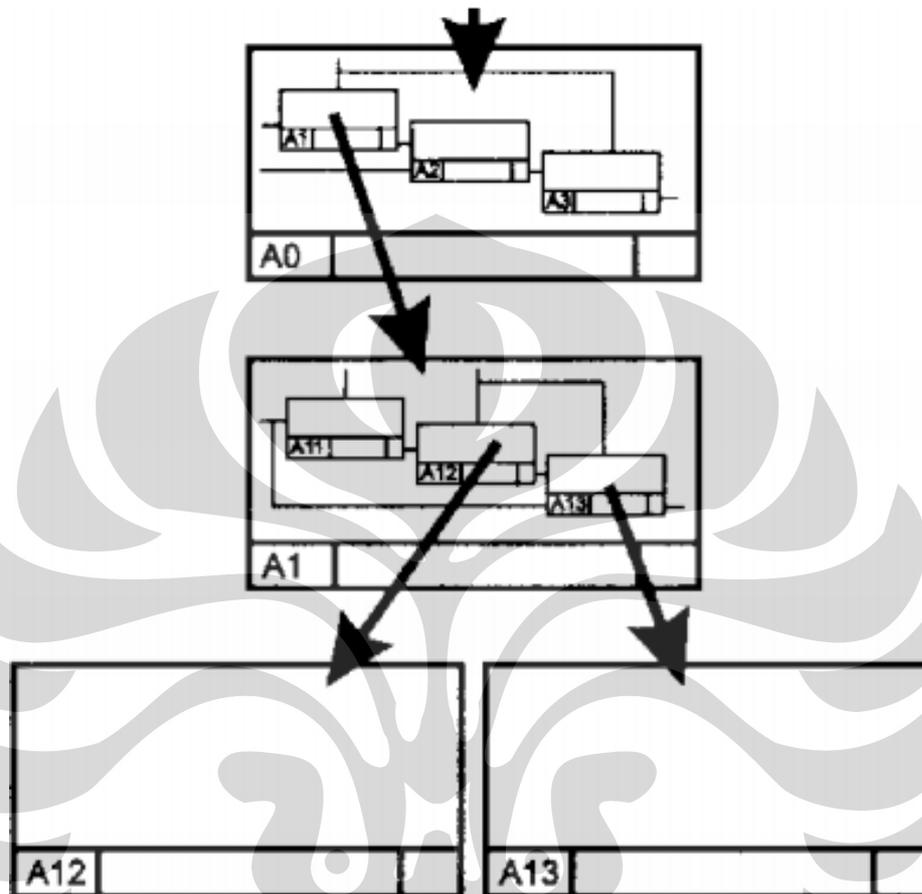


**Gambar 3.16** Contoh Konstruksi Model IDEF0

Sumber: Hanrahan, 1995

Salah satu strategi yang digunakan untuk menggambarkan berbagai aktivitas secara rinci adalah dengan melakukan dekomposisi pada hirarki IDEF0. Sebuah kotak aktivitas pada IDEF0 dapat menyajikan berbagai aktivitas lainnya yang lebih kecil. Dekomposisi ini digunakan untuk menyajikan level yang lebih detail. Setiap subfungsi harus mengandung berbagai elemen yang ada pada ruang lingkup aktivitas fungsinya. Fungsi yang lebih tinggi dikenal sebagai diagram induk, sedangkan subfungsinya dikenal sebagai diagram anak. Tampilan pada

diagram induk dimaksudkan untuk mengurangi kompleksitas dari tampilan aktivitas secara keseluruhan.



**Gambar 3.17** Tampilan Hirarkis dari IDEF0

Sumber: Hanrahan, 1995

#### 3.4.2. IDEF0 Sebagai Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

Dikarenakan oleh fungsinya yang sangat baik dalam memodelkan aktivitas yang terjadi dalam sebuah organisasi, maka diagram alir metode penelitian pembuatan database antropometri 3D dapat dirinci kembali ke dalam sebuah IDEF0. Penggunaan IDEF0 dimaksudkan untuk memodelkan elemen-elemen yang diperlukan dalam melakukan semua kegiatan penelitian.

IDEF0 metode penelitian pembuatan database antropometri juga memiliki diagram induk dan diagram anak. Pada diagram induk utama (A-0), dapat dilihat kebutuhan masukan yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian, kontrol yang

akan mempengaruhi penelitian, sumber daya yang diperlukan oleh penelitian, serta keluaran yang dihasilkan dari penelitian.

**Tabel 3.10** Elemen-Elemen pada IDEF0 Metode Penelitian

MASUKAN	Analisa kebutuhan
	Riset pemasaran
	Batasan umum standar deviasi ukuran
	Kebutuhan data demografis
KONTROL	Visi dan strategi institusi
	ISO 8559
	ISO 7250
	ISO 15535
	Informasi Teknis 3D <i>Body Scanner</i>
	Metode statistik
MEKANISME	Tim perancangan
	Tim pelaksana
	Tim peneliti
	3D <i>Body Scanner</i>
	Software statistik
KELUARAN	Publikasi data antropometri
	Data antropometri tingkat 1 dan 2

#### 3.4.2.1. Masukan pada IDEF0 Utama

Masukan yang dibutuhkan untuk melaksanakan keseluruhan penelitian adalah analisa kebutuhan, riset pemasaran, batasan umum standar deviasi ukuran, dan kebutuhan data demografis.

- Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan berhubungan dengan tujuan pengadaan penelitian. Analisa kebutuhan menggambarkan tujuan populasi pengguna produk, apa saja data antropometri yang dibutuhkan atau yang harus dikumpulkan untuk mencapai tujuan tertentu, misalnya untuk perancangan produk, dan sebagainya. Analisa kebutuhan juga merupakan perumusan masalah dari penelitian pembuatan database antropometri yang akan dilakukan.

- Riset Pemasaran

Riset pemasaran berhubungan dengan segmentasi dari pengguna barang atau produk yang hendak didesain dengan menggunakan data

antropometri. Melalui riset pemasaran, dapat diketahui deskripsi populasi yang data antropometrinya harus diambil.

- Batasan Umum Standar Deviasi Ukuran

Batasan umum standar deviasi ukuran merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menghitung jumlah minimal dari subyek penelitian yang diperlukan. Standar deviasi tersebut haruslah merupakan standar deviasi dari ukuran antropometri yang hendak dijadikan sebagai tujuan penelitian.

- Kebutuhan Data Demografis

Kebutuhan data demografis merupakan kelengkapan tambahan dari data antropometri yang hendak diambil. Kebutuhan data demografis ini merupakan masukan dalam pembuatan kuesioner demografis yang nantinya akan diisi oleh setiap subyek penelitian.

#### 3.4.2.2. Kontrol pada IDEF0 Utama

Kontrol yang menjaga agar penelitian dapat berlangsung dan menghasilkan data yang akurat adalah visi dan misi institusi, ISO 8559, ISO 7250, ISO 15535, Informasi Teknis 3D *Body Scanner*, dan Metode Statistik.

- Visi dan Misi Institusi

Visi dan misi institusi akan mempengaruhi tujuan penelitian. Visi dan misi tersebut akan mengontrol bagaimana sebuah produk didesain, bagaimana sebuah penelitian hendak dilakukan, bagaimana institusi menanggapi respon pasar, dan lain sebagainya.

- ISO 8559, ISO 7250, dan ISO 15535

ISO 8559 akan dijadikan sebagai fungsi kontrol dalam proses pengambilan data antropometri. Demikian pula halnya dengan ISO 7250 dan ISO 15535. Masing-masing panduan ISO tersebut berkaitan langsung dengan proses pemindaian antropometri yang dilakukan.

- Informasi Teknis 3D *Body Scanner*

Informasi teknis alat pemindai merupakan kemampuan yang dimiliki dalam melakukan pengambilan data antropometri. Dengan demikian, spesifikasi teknis dari alat pemindai yang digunakan akan mempengaruhi

bagaimana suatu penelitian dilakukan, termasuk di dalamnya postur yang digunakan dan alat bantu pindai yang diperlukan.

- Metode Statistik

Metode statistik digunakan sebagai fungsi kontrol untuk menjamin agar prosedur perencanaan pengambilan sampel dan pengolahan data antropometri nantinya dapat menghasilkan hasil yang valid dan dapat berlaku umum.

#### 3.4.2.3. Mekanisme pada IDEF0 Utama

Sumber daya yang diperlukan pada penelitian pembuatan database antropometri 3D adalah tim perancangan, tim pelaksana, tim peneliti, 3D *Body Scanner*, dan software statistik.

- Tim Perancangan

Tim perancangan merupakan orang-orang yang terlibat dalam proses penentuan tujuan penelitian, perancangan pengambilan sampel, dan lain sebagainya. Tim perancangan bertugas memikirkan semua hal yang berkaitan dengan penelitian, mulai dari spesifikasi sampel, sumber daya manusia yang diperlukan, kebutuhan lokasi, kebutuhan material, dan lain sebagainya.

- Tim Pelaksana

Tim pelaksana merupakan orang-orang yang langsung terlibat di lapangan untuk melaksanakan kegiatan operasional penelitian. Dalam melaksanakan tugasnya, tim pelaksana mengikuti rancangan penelitian yang telah dibuat oleh tim perancangan.

- Tim Peneliti

Tim peneliti merupakan orang-orang yang bertugas untuk melakukan pengolahan dan analisa data antropometri yang telah diperoleh.

- 3D *Body Scanner*

Penelitian pembuatan database antropometri ini bergantung pada sebuah alat pemindai antropometri 3D yaitu 3D *Body Scanner*. Alat pemindai ini yang nantinya akan digunakan untuk mengambil data antropometri dari semua subyek penelitian yang terlibat. 3D *Body Scanner* ini memiliki

berbagai macam jenis, masing-masing dengan kemampuan yang berbeda dalam mendapatkan ukuran antropometri.

- **Software Statistik**

Software statistik merupakan perlengkapan yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan dan analisa data antropometri. Software statistik tersebut digunakan untuk menghasilkan nilai ukuran antropometri yang lebih bernilai dan dapat digunakan secara luas, misalnya nilai rata-rata dan persentil tertentu.

#### 3.4.2.4. Keluaran pada IDEF0 Utama

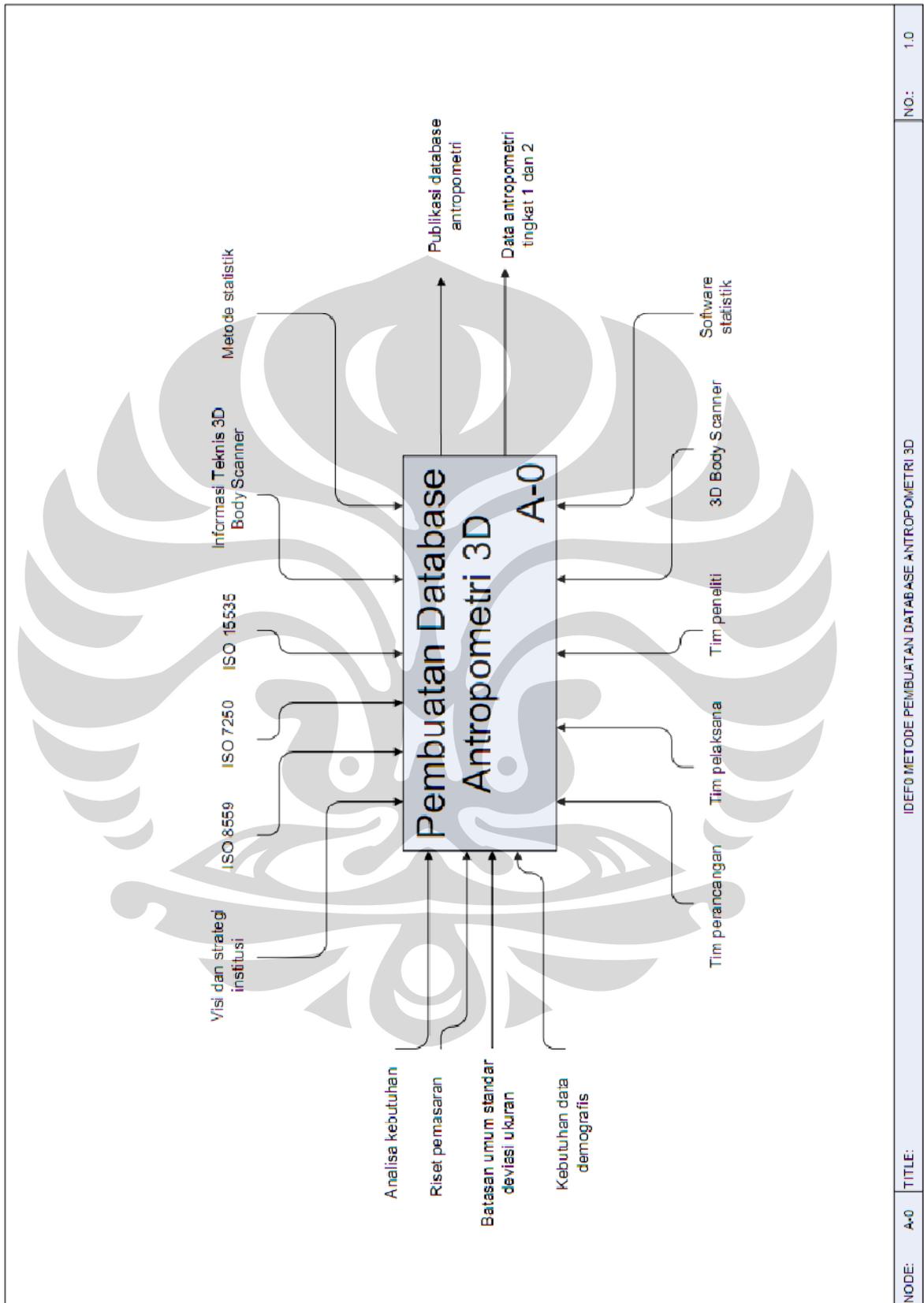
Keluaran yang dihasilkan dari keseluruhan penelitian ini adalah data antropometri tingkat 1 dan 2, serta publikasi data antropometri.

- **Data antropometri tingkat 1 dan 2**

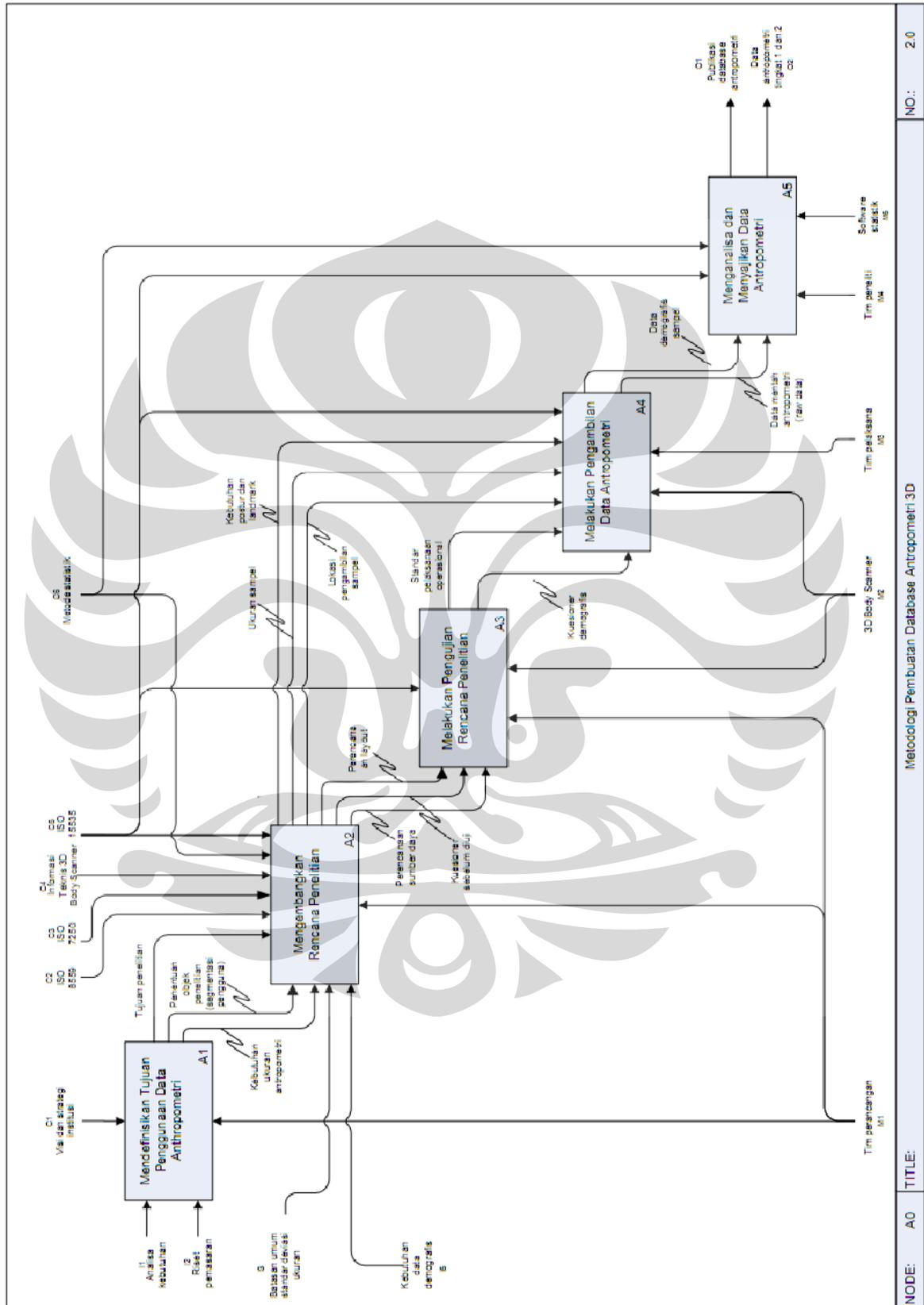
Hasil utama dari penelitian ini adalah data antropometri. Data antropometri itu sendiri dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu data antropometri tingkat 1 dan 2. Data antropometri tingkat 1 adalah data antropometri mentah, sedangkan data tingkat 2 adalah data yang telah diolah secara statistik. Data antropometri tingkat 1 diperlukan untuk menunjang penelitian-penelitian berikutnya yang mungkin dilakukan. Sedangkan data tingkat 2 merupakan data siap pakai yang dapat digunakan untuk memenuhi tujuan penelitian.

- **Publikasi data antropometri**

Publikasi data antropometri merupakan bentuk tanggung jawab terhadap penelitian dan dunia ergonomi. Publikasi memungkinkan data antropometri yang diperoleh dijadikan sebagai dasar untuk penelitian-penelitian berikutnya. Meskipun demikian, publikasi ini sendiri bersifat pilihan, dapat berupa publikasi terbatas atau umum.

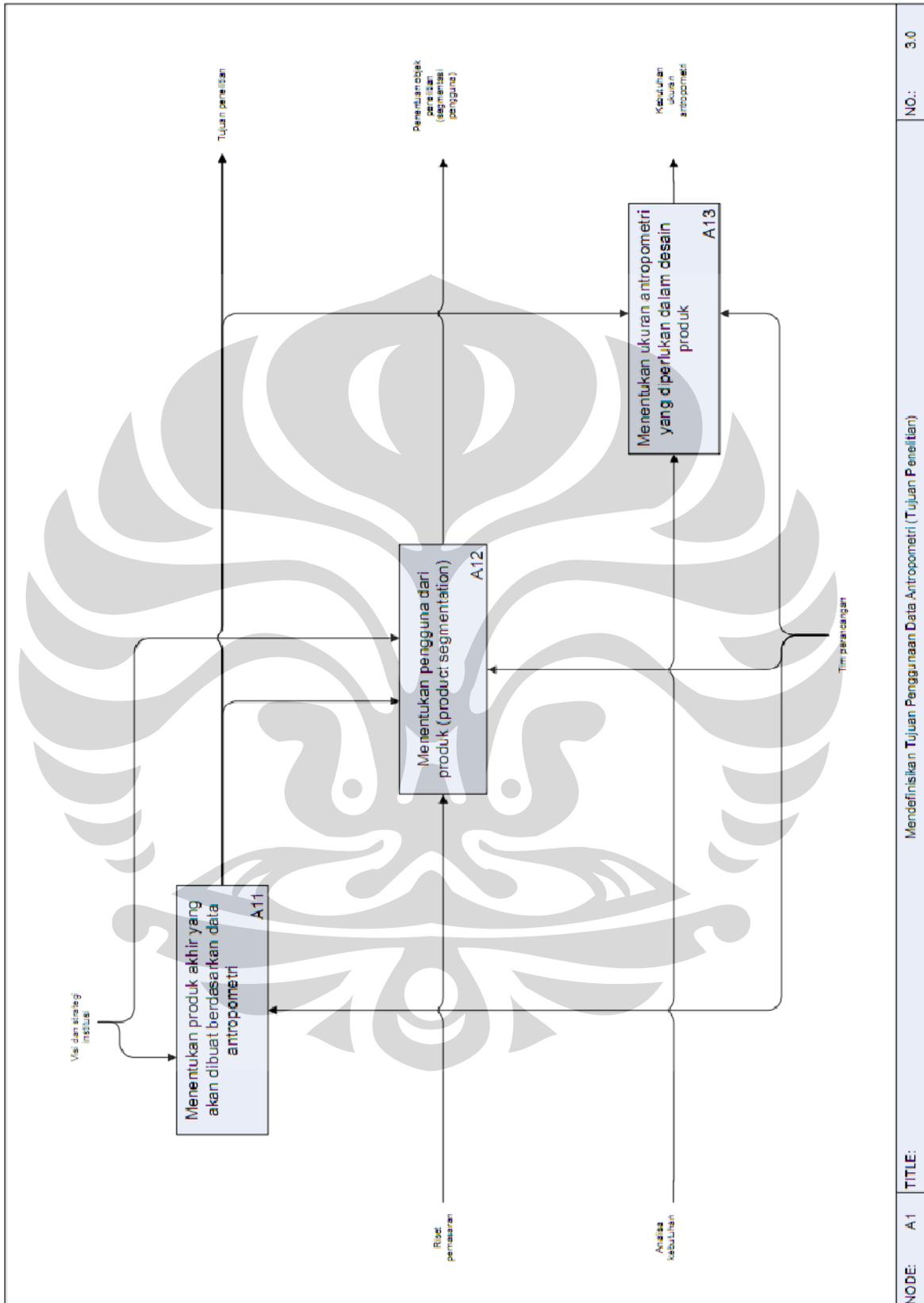


Gambar 3.18 Diagram A-0 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

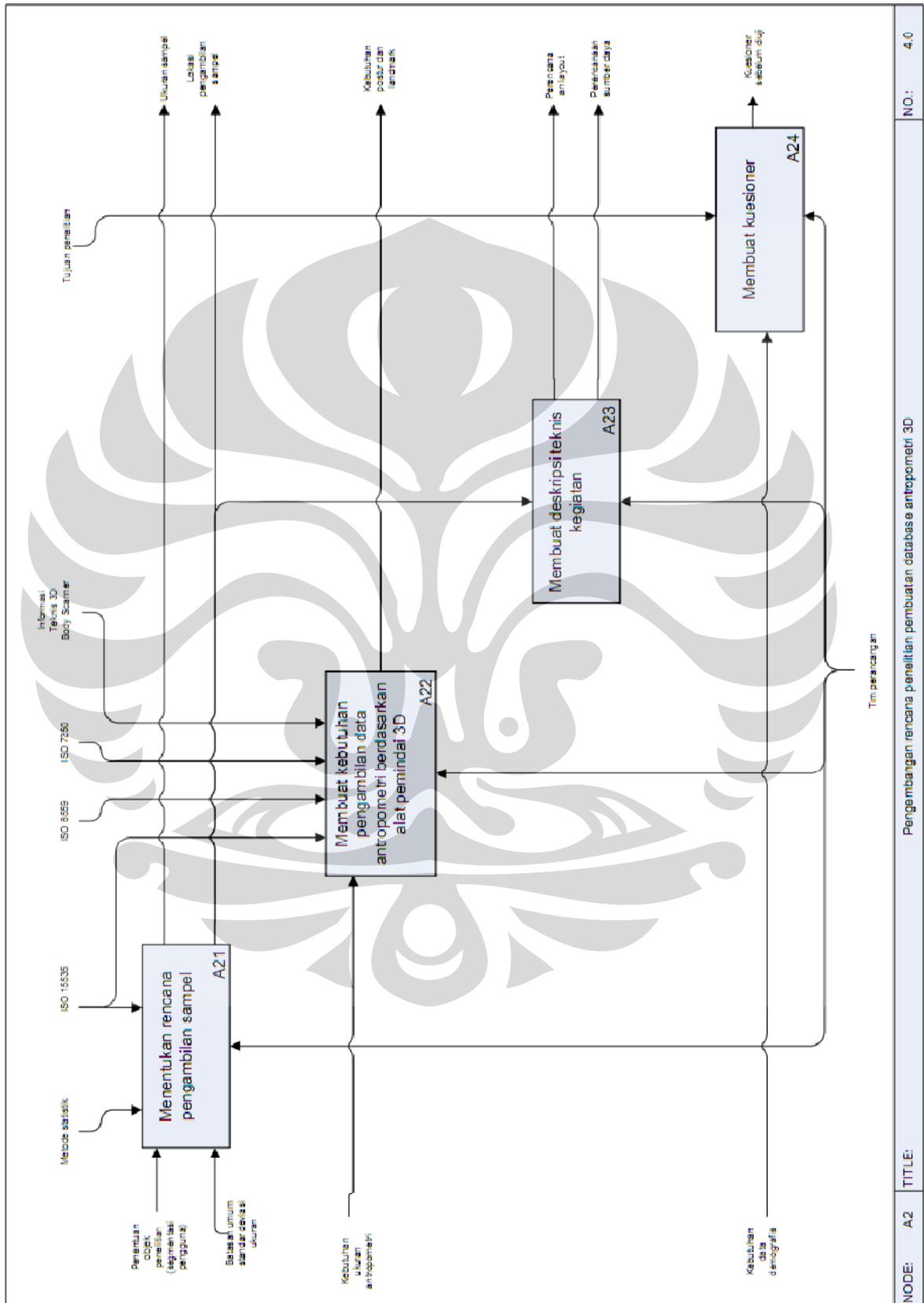


Gambar 3.19 Diagram A0 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

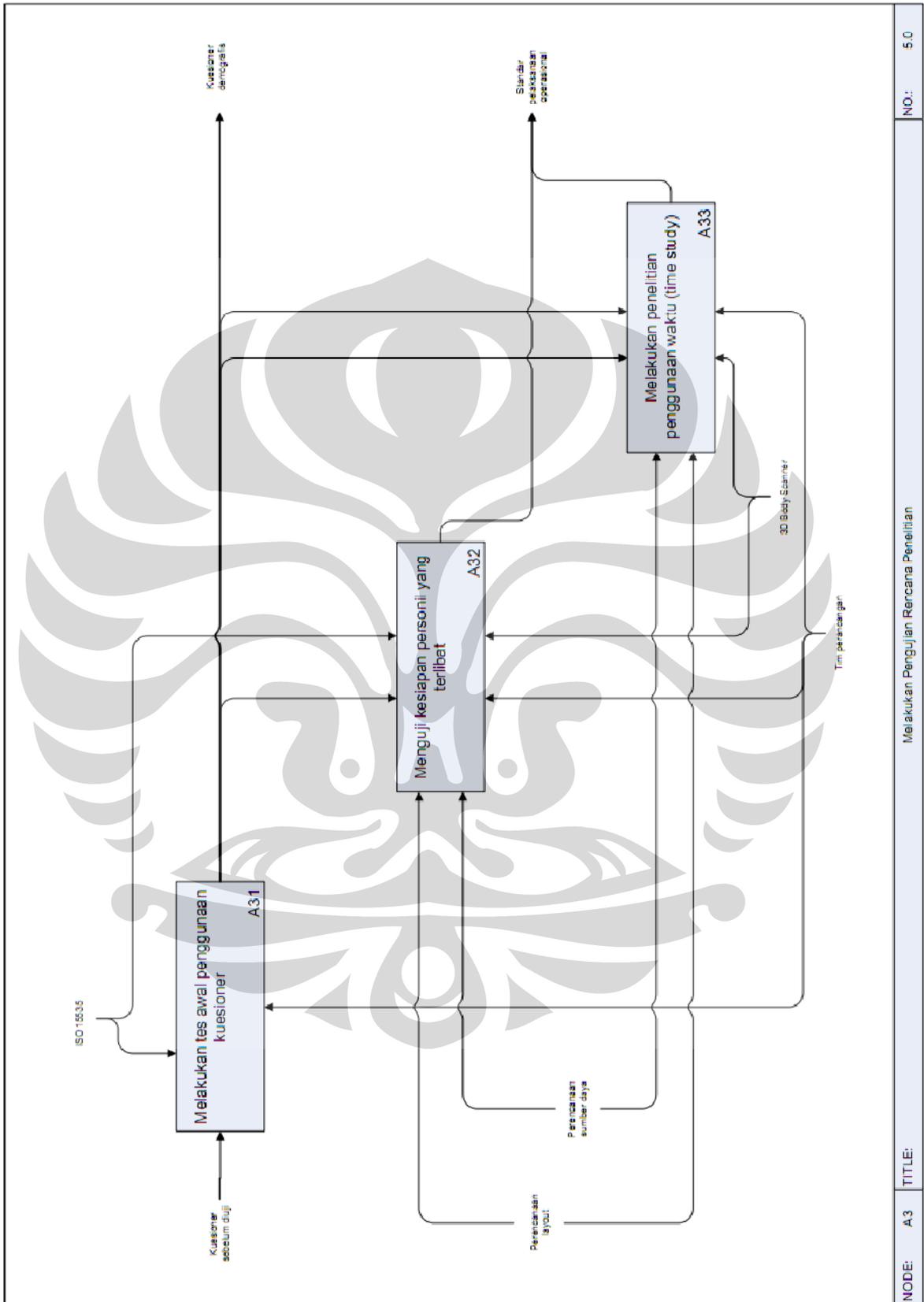
NODE: A0	TITLE: Metodologi Pembuatan Database Antropometri 3D	NO.: 2.0
----------	--	----------



Gambar 3.20 Diagram A1 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D



Gambar 3.21 Diagram A2 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D



NODE: A3	TITLE: Melakukan Pengujian Rencana Penelitian	NO.: 5.0
----------	---	----------

Gambar 3.22 Diagram A3 IDEF0 Metode Penelitian Pembuatan Database Antropometri 3D

## **BAB 4**

### **PEMBAHASAN**

Setelah rancangan metode penelitian pembuatan database antropometri 3D selesai dibuat, penulis mencoba mengaplikasikannya dalam sebuah studi kasus pembuatan database antropometri nasional Indonesia. Adapun data antropometri tersebut dibutuhkan untuk menunjang keselamatan dan kenyamanan manusia saat menggunakan produk atau bekerja di lingkungan kerjanya.

Pembuatan database antropometri nasional khusus Indonesia diperlukan karena semua produk atau perlengkapan yang dibuat untuk penduduk Indonesia belum didasarkan pada ukuran yang tepat. Kekurangan tersebut disebabkan oleh ketiadaan data antropometri penduduk Indonesia. Dengan demikian, perancangan sebuah produk di Indonesia biasanya didasarkan kepada data antropometri Eropa atau lebih buruknya lagi, tidak menggunakan standar antropometri apapun.

Kebutuhan untuk menciptakan produk yang benar-benar sesuai dengan ukuran manusia Indonesia (*fit to human*) mendorong penulis untuk membuat perancangan penelitian pembuatan database antropometri nasional Indonesia berdasarkan metode penelitian yang telah dibuat. Perancangan ini sendiri dilakukan untuk memastikan apakah langkah-langkah yang dirancang pada metode penelitian layak untuk diikuti.

#### **4.1. Pendefinisian Tujuan Penelitian**

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pembuatan database antropometri nasional Indonesia adalah menentukan tujuan penggunaan akhir dari data antropometri yang akan diperoleh. Tujuan penelitian ini akan menentukan data antropometri apa sajakah yang harus dikumpulkan selama penelitian berlangsung.

##### **4.1.1. Menentukan Desain Produk yang Akan Dibuat dengan Menggunakan Data Antropometri**

Pembuatan database antropometri nasional Indonesia dimaksudkan untuk dijadikan sebagai dasar dalam perancangan berbagai macam produk dan desain

kerja. Dengan demikian, maka desain produk yang dapat dibuat dengan menggunakan data antropometri Indonesia dapat berupa apa saja. Hal ini disebabkan karena ketiadaan data antropometri sebelumnya, sehingga mengharuskan dilakukannya penelitian pertama yang berlaku secara umum. Nantinya, data antropometri yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi berbagai masalah desain untuk manusia Indonesia, mulai dari desain produk, desain stasiun kerja, desain *layout*, dan sebagainya.

#### 4.1.2. Menentukan Pengguna dari Produk (Segmentasi Produk)

Karena produk yang akan dirancang dari data antropometri penduduk Indonesia bersifat umum, maka pengguna produk tersebut tentunya adalah seluruh penduduk Indonesia, tanpa batasan segmentasi khusus. Penduduk Indonesia tersebut dapat berupa anak-anak, remaja, pekerja industri, petani, dan lain sebagainya.

#### 4.1.3. Menentukan Ukuran Antropometri yang Dibutuhkan dalam Proses Desain Produk

Karena produk yang hendak dihasilkan bersifat umum dan memiliki segmentasi produk yang tidak terbatas sepanjang merupakan manusia Indonesia, maka batasan ukuran antropometri yang harus diperoleh melalui penelitian ini dibuat berdasarkan kemampuan alat pemindai 3D yang digunakan. Jumlah ukuran antropometri yang akan diambil merupakan jumlah ukuran antropometri yang dapat dihasilkan oleh alat pemindai. Dengan demikian, tidak terdapat batasan yang spesifik mengenai data antropometri yang harus diambil. Semakin banyak data yang bisa diperoleh, semakin baik nilai penelitian pembuatan database antropometri Indonesia yang dilakukan.

### 4.2. Pengembangan Rencana Penelitian

Tujuan penelitian pembuatan database antropometri Indonesia adalah menghasilkan data antropometri yang dapat digunakan secara umum di Indonesia. Langkah yang dilakukan berikutnya adalah mengembangkan rencana penelitian. Pengembangan rencana penelitian dilakukan untuk mendeskripsikan berbagai

kegiatan dan prosedur yang harus dilakukan dalam rangka membuat database antropometri 3D Indonesia.

#### 4.2.1. Menentukan Rencana Pengambilan Sampel

Pada langkah kerja ini dirancang berbagai hal yang berhubungan dengan sampel, mulai dari penentuan ukuran sampel hingga penentuan lokasi pengambilan sampel.

##### 4.2.1.1. Membuat Deskripsi Populasi yang Dituju

Penentuan unit pengambilan sampel mengacu kepada siapa yang akan diteliti atau siapa yang akan disurvei. Dalam pembuatan database antropometri 3D penduduk Indonesia, yang menjadi objek penelitian adalah Warga Negara Indonesia. Pengertian Warga Negara Indonesia itu sendiri adalah penduduk yang lahir di Indonesia dan memiliki garis keturunan yang jelas dari silsilah keluarga dalam suku bangsa Indonesia.

Apabila didasarkan pada tujuan jangka panjang dalam penggunaan data antropometri nasional ini, maka pemilihan sampelnya dapat dispesifikkan menjadi warga negara Indonesia yang tersebar di berbagai kota di Indonesia. Pengklasifikasian ini akan dijelaskan dalam bagian penentuan lokasi pengambilan sampel.

##### 4.2.1.2. Menentukan Prosedur Pengambilan Sampel

Untuk memperoleh sampel yang representatif, harus dibuat sistem pengambilan sampel populasi yang bersifat probabilistik. Pengambilan sampel yang bersifat probabilistik memungkinkan perhitungan batas keyakinan untuk mengetahui kesalahan dalam pengambilan sampel.

Dalam pembuatan database antropometri 3D penduduk Indonesia, sampel diambil dengan menggunakan sistem sampel acak bertingkat (*stratified random sampling*). Dengan menggunakan sampel acak bertingkat, populasi dibagi menjadi beberapa kelompok yang terpisah satu sama lain. Selanjutnya sampel diambil secara acak dari masing-masing kelompok. Penggunaan sistem sampel acak

bertingkat tersebut didasarkan atas rekomendasi dari ISO 15535, yang membahas mengenai perancangan database antropometri.

Klasifikasi sampel dilakukan berdasarkan faktor-faktor pembeda data antropometri. Kelompok-kelompok dalam sistem sampel acak yang digunakan untuk memperoleh data antropometri penduduk Indonesia terdiri dari:

1. Klasifikasi berdasarkan jenis kelamin

Perbedaan jenis kelamin akan menggambarkan perbedaan ukuran tubuh secara biologis. Oleh karena itu, dalam penelitian pembuatan database antropometri Indonesia, jenis kelamin dijadikan sebagai faktor pembeda, dan dikelompokkan menjadi laki-laki dan perempuan.

**Tabel 4.1** Kelompok Jenis Kelamin

Laki-Laki
Perempuan

2. Klasifikasi berdasarkan pertambahan umur

Perubahan umur akan mempengaruhi kecepatan perubahan ukuran tubuh. Faktor genetik dan lingkungan yang mengontrol pertumbuhan manusia telah dibuktikan dan didokumentasikan secara lengkap oleh Tanner (1962, 1978). Adapun pengklasifikasian umur sendiri dilakukan berdasarkan kecepatan pertumbuhan.

Tingkat pertumbuhan anak laki-laki sangat tinggi selama masa kecilnya, lalu berkurang secara konstan hingga mencapai minimum pada umur 10 - 11,5 tahun. Laju tersebut dikelompokkan dalam kelompok umur pertama. Pertumbuhannya kemudian bertambah cepat sebelum akhirnya mengalami penurunan ketika telah mencapai kedewasaan. Pertumbuhan kedua tercepat tersebut terjadi pada umur sebelum pubertas. Laju pertumbuhan tercepat kedua tersebut didokumentasikan dalam bentuk kelompok umur kedua, yaitu 10 – 14 tahun.

Kecepatan pertumbuhan itu mencapai puncaknya pada umur sekitar 14 tahun, yang juga dikenal sebagai 'lonjakan pertumbuhan remaja'. Pertambahan kecepatan yang luar biasa itu berhubungan dengan masa pubertas yang dialami pada waktu remaja. Anak perempuan sedikit lebih

pendek daripada anak laki-laki pada saat lahir hingga mengalami pubertas. Laju pertumbuhan tercepat dalam siklus kehidupan manusia tersebut dimasukkan ke dalam kelompok umur ketiga, yaitu 14 – 17 tahun.

Data pada Gambar 4.2 menunjukkan perbedaan proporsi tubuh berdasarkan jenis kelamin dan kelompok umur. Pada kasus tinggi badan pada posisi duduk (*sitting height*), perbedaan panjang kaki terutama disebabkan karena terjadinya pubertas.

Pertumbuhan biasanya mengalami kemunduran percepatan atau bahkan berhenti di umur 16 tahun pada anak perempuan dan 18 tahun pada anak laki-laki. Meskipun demikian, beberapa bagian tulang terus mengalami penambahan panjang hingga umur dua puluhan. Andersson et al. (1965) mendemonstrasikan pertumbuhan tinggi posisi duduk pada sejumlah besar anak laki-laki di Amerika setelah umur 18 tahun dan anak perempuan setelah 17 tahun. Sejumlah sampel penelitian dari penduduk Amerika yang dipelajari oleh Roche dan Davilla (1972) menunjukkan bahwa anak laki-laki akan mencapai postur dewasanya pada rata-rata umur 21,2 tahun, sedangkan anak perempuan pada umur 17,3 tahun. Meskipun demikian 10% anak laki-laki mengalami pertumbuhan kembali setelah umur 23,5 tahun sedangkan 10% perempuan setelah umur 21,1 tahun. Menurut Roche dan Davilla (1972), kejadian ini disebabkan oleh pertumbuhan yang terlambat dari tubuh bagian bawah. Penurunan kecepatan hingga berhentinya pertumbuhan dimasukkan ke dalam kelompok umur keempat, yaitu 18 – 25 tahun.

Gambar 2.5 menyajikan hubungan antara tinggi rata-rata dan berat dari populasi penduduk dewasa Inggris Raya dan Amerika Serikat terhadap penambahan umur. Terdapat penurunan yang tetap pada tinggi badan, sedangkan berat akan terus bertambah sebelum mengalami penurunan di sekitar umur 50 tahun pada laki-laki dan 60 tahun pada perempuan. Adapun penurunan dan peningkatan yang terjadi setelah umur 25 tahun bersifat konstan. Konsep tersebut menjadi dasar pengelompokan sisa umur (26 – 65 tahun).

Berdasarkan teori-teori tersebut, maka klasifikasi sampel penelitian pembuatan database antropometri Indonesia dilakukan juga berdasarkan umur.

Klasifikasi yang dilakukan membedakan umur ke dalam 9 kelas, seperti terlihat pada Tabel 4.2. Pembagian umur pada setiap kelas dilakukan berdasarkan kecepatan pertumbuhan yang terjadi.

**Tabel 4.2** Kelompok Umur

6 – 10 tahun
11 – 13 tahun
14 – 17 tahun
18 – 25 tahun
26 – 35 tahun
36 – 45 tahun
46 – 55 tahun
56 – 65 tahun
> 65 tahun

### 3. Klasifikasi Berdasarkan Perbedaan Ras

Tampilan fisik manusia bermacam-macam karena nenek moyang manusia memiliki sejarah biologis yang berbeda. Pernyataan tersebut berhubungan langsung dengan pengertian ras, karena ras merupakan pengertian biologi, bukanlah berdasarkan sosio-kultural. Tanda-tanda fisik yang menjadi dasar pembagian ras telah dikemukakan oleh Prof. Harsojo pada tahun 1988, antara lain adalah:

- a. Bentuk badan
- b. Bentuk kepala
- c. Bentuk air muka dan tulang rahang bawah
- d. Bentuk hidung
- e. Warna kulit, warna mata, dan warna rambut
- f. Bentuk rambut

Ras sendiri dapat diklasifikasikan menjadi ras geografis, ras lokal, dan ras mikrogeografis (Hoebel, 1949). Ras geografis merupakan sekumpulan populasi yang mendiami sebuah area geografis tertentu berupa pulau dan kontinen dalam jangka waktu yang sangat lama sehingga perkawinan yang berlangsung di dalamnya terjadi antara hanya anggota populasi. Ras lokal adalah sub populasi yang terdapat di suatu lokasi tertentu di dalam sebuah pulau atau kontinen. Ras lokal merupakan tingkatan yang lebih rendah dari ras

(*lower-level classification of races*). Sedangkan ras mikrogeografis merupakan sekelompok kecil populasi yang terisolasi secara ekstrim, sehingga menyebabkan populasi mereka terdiferensiasi secara berbeda dari populasi lainnya.

Sebuah kelompok ras dapat dihubungkan menurut batasan bahasa maupun batasan nasional lainnya, meskipun konsep ini tidak berlaku secara utuh. Adapun kelompok etnis dapat digabungkan ke dalam kelompok populasi yang lebih besar, yang dikenal sebagai ‘divisi’ Negroid, Caucasoid, dan Mongoloid. Divisi tersebut merupakan ‘kelompok besar’ dari manusia.

Divisi Negroid melingkupi sebagian besar penduduk berkulit hitam di Afrika dan sejumlah kecil kelompok etnis di Asia dan kepulauan Pasifik. Divisi Caucasoid melingkupi kelompok berkulit terang maupun gelap yang bertempat tinggal di Eropa, Afrika Utara, Asia Kecil, Asia Tengah, India, dan Polynesia (termasuk di antaranya populasi Australia). Divisi Mongoloid terdiri dari sejumlah besar kelompok etnis yang terdistribusi di Asia bagian tengah, timur, dan tenggara, bersama-sama dengan sejumlah populasi di Amerika.

Orang Afrika memiliki anggota tubuh bagian bawah yang lebih panjang dibandingkan dengan orang Eropa. Sampel yang diambil di negara-negara timur memiliki anggota tubuh bagian bawah yang bahkan lebih pendek lagi. Panjang relatif dari bagian tubuh atas juga menunjukkan pola yang sama berdasarkan perbedaan etnis.

Namun merupakan sebuah kesalahan apabila terdapat anggapan bahwa perbedaan dalam ukuran tubuh tersebut merupakan sesuatu yang tetap dan menjadi karakteristik yang abadi bagi sebuah kelompok ras. Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap sampel pendatang menunjukkan perbedaan yang signifikan dari pola pertumbuhan dimensi orang dewasa yang lahir di lingkungan baru dan yang lahir di ‘negara asal’. Boas (1912) dan Shapiro (1939) merupakan peneliti klasik yang mempelajari permasalahan tersebut, diikuti oleh Kaplan (1954), Greulich (1957), dan Koblanski dan Arensburg (1977). Shapiro (1939) mempelajari orang Jepang yang datang dan berdiam di Hawaii. Ia menunjukkan bahwa meskipun generasi Jepang yang lahir di Hawaii memiliki dimensi tubuh yang lebih besar dari para pendahulunya, tapi

rasio dari dimensi tubuh utama (seperti tinggi relatif pada saat duduk, dan lebar relatif dari biacromial) tidak terlalu berbeda. Ketetapan relatif dari proporsi ini juga dikonfirmasi oleh Miller (1961). Penelitian ini menjadi dasar bagi Robert (1975) untuk menyimpulkan bahwa ‘komponen genetik memiliki hubungan yang erat terhadap proporsi tubuh, dan semakin bervariasi ukurannya secara keseluruhan’.

Dalam perkembangannya, klasifikasi ras telah dilakukan oleh berbagai ahli. Carolus Linneus pada tahun 1725 membagi ras ke dalam empat kelompok utama, yaitu *Europeus Albus*, *Asiaticus Luridus*, *Americanus Rufus*, dan *Afer Niger*. Blumenbach pada tahun 1755 membagi ras ke dalam lima kelompok utama, yaitu *Caucasia*, *Ethiopia*, *Mongolia*, *America*, dan *Malaya*.

Bagaimana halnya dengan pembagian ras Indonesia? Salah satu klasifikasi ras modern dapat dijadikan sebagai panduan dalam menentukan pembagian ras Indonesia. Adapun klasifikasi ras modern tersebut dibuat oleh S. C. Coon, S. M. Garn, dan J. B. Birdsell pada tahun 1950. Mereka membagi ras ke dalam 8 kelompok besar, seperti yang terdapat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Klasifikasi Ras Modern

<b>Ras</b>	<b>Wilayah Ras</b>
European	Eropa, Afrika Utara, Middle East
Indian	Sub-kontinen Indian
Asian	Siberia, Mongolia, China, Jepang, Asia Tenggara, Indonesia
Micronesian	Pulau-pulau di Pasifik Barat, mulai dari Guam hingga Marshalls
Polynesians	Pulau-pulau di Pasifik Timur, mulai dari Hawaii hingga Selandia Baru dan Pulau Easter
Melanesians	Pulau-pulau Pasifik Barat di selatan Micronesia, yaitu Guinea Baru hingga Fiji
American	“Indian”
African	Afrika, sebelah selatan gurun Sahara
Australian	Aboriginal

Sumber: Coon et al, 1950

Selanjutnya, ras tersebut diklasifikasikan lagi menjadi ras lokal. Ras lokal di mana terdapat penduduk Indonesia adalah ras Asian dan Melanesians.

**Tabel 4.4** Ras Lokal

<b>RAS</b>	<b>RAS LOKAL</b>	<b>WILAYAH</b>
ASIAN	Classic Mongoloid	Siberia, Mongolia, Korea, dan Jepang
	North Chinese	China bagian utara dan Manchuria
	Turkic	China bagian barat dan Turki
	Tibetan	Tibet
	Southeast Asian	China selatan, Thailand, Burma, Malaysia, Filipina, dan Indonesia
	Ainu	Jepang
	Eskimo	Bagian kelautan dan pulau utara dari Amerika Utara dan Greenland
	Lapp	Skandinavia dan Finlandia
MELANESIAN	Papuan	Daerah dataran tinggi dari Papua
	Melanesian	Daerah dataran rendah dari Papua

Sumber: Coon et al, 1950

Dijelaskan pula bahwa terdapat populasi Negrito yang tersebar di wilayah Asia Tenggara, Indonesia, dan Papua. Populasi Negrito ini mendiami beberapa area geografis, dan tidak dapat dimasukkan ke dalam kelompok utama ras manapun.

Konsep klasifikasi ras modern ini mirip dengan konsep yang dikemukakan Stanley M. Garn pada tahun 1971. Apabila ditinjau dari persebaran nenek moyangnya, maka penduduk Indonesia dapat diklasifikasikan ke dalam dua ras, yaitu Southeast “Asiatic” dan Pasific Negrito. Populasi Pasific Negrito terdapat di Irian, sedangkan sisanya merupakan populasi Southeast “Asiatic”.

Berdasarkan konsep-konsep tersebut, maka jelas terlihat bahwa penduduk Indonesia dapat diklasifikasikan ke dalam dua ras (berdasarkan perbedaan biologi / fisiologi).

**Tabel 4.5** Kelompok Ras Indonesia

<b>Pembagian Ras</b>	<b>Wilayah</b>
Southeast Asiatic	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan kepulauan lainnya, kecuali Irian Jaya
Pasific Negrito / Melanesians	Irian Jaya

Terdapat pula pertimbangan bagi penulis untuk melakukan pembagian wilayah Indonesia berdasarkan lokasi geografisnya. Namun demikian, tidak terdapat asumsi yang cukup kuat untuk menyatakan bahwa penduduk di suatu wilayah memiliki perbedaan yang signifikan dengan penduduk di wilayah lainnya. Hal ini terutama disebabkan karena tidak terdapat akses yang sangat terbatas di wilayah Indonesia, sehingga penduduk dari satu wilayah dapat dengan mudah berpindah ke wilayah lainnya. Kondisi yang sedemikian rupa juga menyebabkan terjadinya percampuran (akulturasi) yang luar biasa antar penduduk Indonesia di berbagai wilayah. Dengan demikian, isolasi yang menyebabkan terjadinya perbedaan ukuran tubuh diasumsikan tidak terjadi di kota-kota besar di Indonesia.

#### 4.2.1.3. Menentukan Ukuran Sampel

Ukuran sampel menyatakan jumlah orang yang harus dijadikan sebagai objek penelitian. Sampel yang besar memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan daripada sampel yang kecil. Namun demikian, tidaklah perlu untuk mengambil seluruh atau sejumlah besar populasi sasaran untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan.

Jumlah minimum dari sampel yang harus diambil ditentukan dengan menggunakan formula:

$$n = \frac{(Z \cdot S)^2}{d^2}$$

di mana Z adalah koefisien reliabilitas (1,96 untuk tingkat kepercayaan 95%), S adalah standar deviasi, d adalah nilai presisi dan n adalah jumlah sampel minimum yang dibutuhkan dalam sebuah penelitian.

Dalam pembuatan database antropometri, pengukuran yang digunakan dalam menentukan jumlah sampel adalah ukuran tinggi badan (*stature*). Pemilihan tinggi badan didasarkan pada pertimbangan bahwa pengukuran tinggi akan menghasilkan tingkat kesalahan yang paling rendah (CAESAR, volume 1). Pembahasan dari pengukuran standar deviasi pada kelompok umur tertentu yang dilakukan di seluruh dunia menunjukkan bahwa 70 mm merupakan standar

deviasi yang beralasan untuk digunakan sebagai standar bagi ukuran tinggi badan. Sedangkan tingkat akurasi yang diharapkan adalah sebesar 10 mm.

Maka setelah dilakukan proses perhitungan, jumlah sampel yang dibutuhkan adalah sebanyak 189 orang. Jumlah tersebut merupakan jumlah penduduk Indonesia yang diharapkan dari setiap kelompok dan menyajikan rata-rata sampel yang memiliki variasi 10 mm dari rata-rata populasi yang sesungguhnya pada tingkat kepercayaan 95%.

Adapun jumlah 189 orang ini merupakan jumlah sampel yang mewakili keseluruhan ras lokal di Indonesia. Untuk Indonesia sendiri terdapat berbagai ras mikrogeografis, yang terisolir di wilayahnya masing-masing. Untuk itu, pengambilan berbagai ras mikrogeografis ini dapat diambil dengan jumlah subyek penelitian tersendiri, yang berbeda dengan subyek penelitian utama.

#### 4.2.1.4. Menentukan Lokasi Pengambilan Sampel

Berdasarkan pembagian kelompok yang telah dilakukan, pengambilan sampel haruslah dilakukan di dua wilayah Indonesia. Wilayah pertama adalah wilayah Papua, karena penduduknya menggambarkan ras Pasific Negrito. Sedangkan wilayah kedua tersebar dari Sumatera hingga Nusa Tenggara yang penduduknya merupakan bagian dari ras Southeast Asiatic.

Pemilihan pembagian wilayah berdasarkan ras dibandingkan dengan suku bangsa Indonesia didasarkan pada pertimbangan bahwa perbedaan fisik merupakan salah satu faktor utama dalam pembedaan ras. Adapun pembagian suku bangsa lebih disebabkan karena perbedaan kebudayaan yang tidak melibatkan unsur fisik secara langsung. Dasar pemikiran ini sangat dipengaruhi oleh salah satu cabang ilmu antropologi, yaitu antropologi fisik.

Pembagian kedua wilayah ini ke dalam kelompok wilayah yang lebih kecil nantinya akan dibedakan berdasarkan letak geografis Indonesia.

Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan mempertimbangkan faktor kemudahan dalam melakukan kerja sama. Untuk itu, dalam perencanaan ini pengambilan sampel akan dilakukan di institusi-institusi pendidikan di setiap wilayah pengambilan data. Pengambilan keputusan untuk bekerja sama dengan institusi pendidikan disebabkan oleh persamaan visi dan

misi dalam mendukung penelitian di Indonesia. Oleh karena itu, kerja sama dengan institusi pendidikan lokal dalam hal permintaan lokasi penelitian dan perekrutan subyek penelitian diharapkan menjadi mudah untuk dilakukan.

Pengambilan datanya sendiri dirancang untuk dilakukan di semua pulau besar di Indonesia. Perancangan seperti ini dimaksudkan untuk mengakomodasi semua kemungkinan perbedaan data antropometri populasi Indonesia yang disebabkan oleh perbedaan geografis. Adapun kemungkinan ini dapat diketahui setelah dilakukan pengolahan dan analisa data antropometri yang diperoleh. Selain itu, kelebihan yang diperoleh adalah terbukanya kemungkinan untuk melakukan pemindaian beberapa suku langsung di daerah asalnya. Beberapa suku mungkin cenderung tidak melakukan perpindahan lokasi tempat tinggal (berdasarkan pulau). Oleh karena itu pengambilan data yang dilakukan di setiap pulau besar akan membuka peluang terambilnya data antropometri yang lebih kaya.

**Tabel 4.6** Lokasi Utama Penelitian di Indonesia

<b>Lokasi Penelitian</b>	<b>Wilayah</b>
I	Jawa
II	Sumatera
III	Kalimantan
IV	Sulawesi
V	Maluku
VI	Bali dan Nusa Tenggara
VII	Irian Jaya

Penentuan lokasi tersebut merupakan pembagian lokasi yang diharapkan dalam penelitian. Sedangkan apabila mempertimbangkan berbagai kondisi, seperti terbatasnya sumber daya yang dimiliki, penelitian tetap dapat menghasilkan data antropometri yang akurat apabila hanya dilakukan di dua lokasi saja.

**Tabel 4.7** Lokasi Minimum Penelitian di Indonesia

<b>Lokasi Penelitian</b>	<b>Wilayah</b>
I	Jawa / Sumatera / Kalimantan / Sulawesi / Maluku / Bali dan Nusa Tenggara

**Tabel 4.7** Lokasi Minimum Penelitian di Indonesia (Sambungan)

Lokasi Penelitian	Wilayah
II	Irian Jaya

Pengadaan lokasi minimum agar penelitian ini dapat dilakukan didasarkan pada kondisi bahwa Indonesia hanya terbagi menjadi dua ras utama (berdasarkan perbedaan biologis, bukan berdasarkan persebaran bahasa). Dengan demikian, terdapat asumsi bahwa populasi Jawa sebenarnya memiliki bentuk tubuh yang sama dengan populasi Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Maluku, Nusa Tenggara, namun berbeda dengan populasi Irian Jaya.

#### 4.2.2. Membuat Kebutuhan Pengambilan Data Antropometri Berdasarkan Alat Pemindai yang Digunakan

Setelah menentukan kebutuhan pengambilan sampel, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah menentukan kebutuhan pengambilan data antropometri berdasarkan alat pemindai 3D-nya. Pada penelitian pembuatan database antropometri Indonesia ini, alat pemindai yang digunakan adalah alat pemindai yang dimiliki oleh Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia.

Alat utama yang akan digunakan pada proyek pengumpulan data antropometri penduduk Indonesia ini adalah 3D *Body Scanner* atau yang disebut juga dengan *Anthroscan*. Fungsi dari empat buah laser yang dimilikinya memungkinkan terjadinya proses pengambilan data secara cepat dan akurat.

Jenis alat pemindai yang digunakan adalah Vitronic VITUS Smart XXL *Body Scanner*. Alat ini merupakan pemindai generasi terbaru yang dapat digunakan untuk melakukan pengambilan data antropometri secara cepat dan akurat.

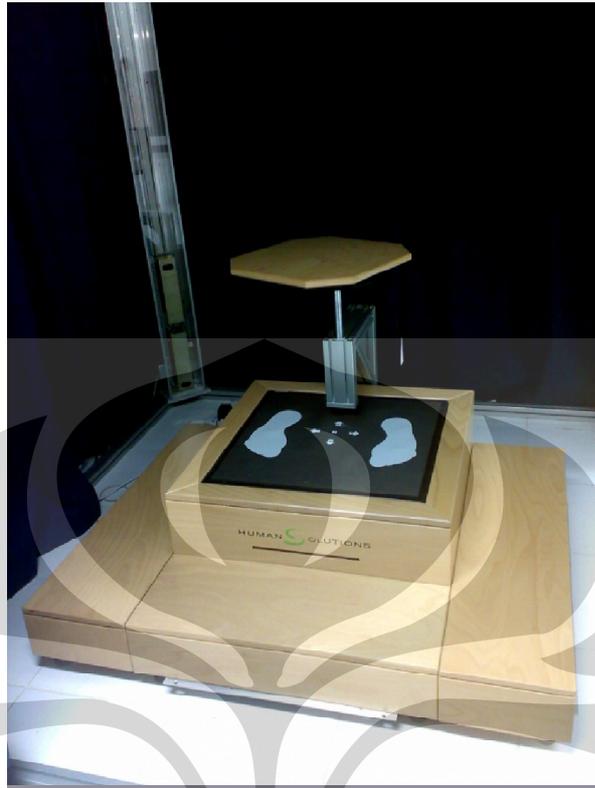
Pemindai tiga dimensi ini melakukan pengukuran tanpa kontak langsung dengan subjek yang diukur, dan dapat mendefinisikan lebih dari 140 ukuran tubuh manusia dalam waktu singkat (10 - 12 detik). Hasil pemindaian berupa bentuk tiga dimensi dari subjek yang diukur, lengkap dengan ukuran – ukurannya. Hasil pengukuran akan langsung terintegrasi dengan computer user, dan dapat diolah secara statistik dengan sendirinya.



**Gambar 4.1** Tampilan VITUS XXL *Body Scanner* (Tampak 1)



**Gambar 4.2** Tampilan VITUS XXL *Body Scanner* (Tampak 2)



**Gambar 4.3** Tampilan VITUS XXL *Body Scanner* (Tampak 3)



**Gambar 4.4** Tampilan VITUS XXL *Body Scanner* (Tampak 4)

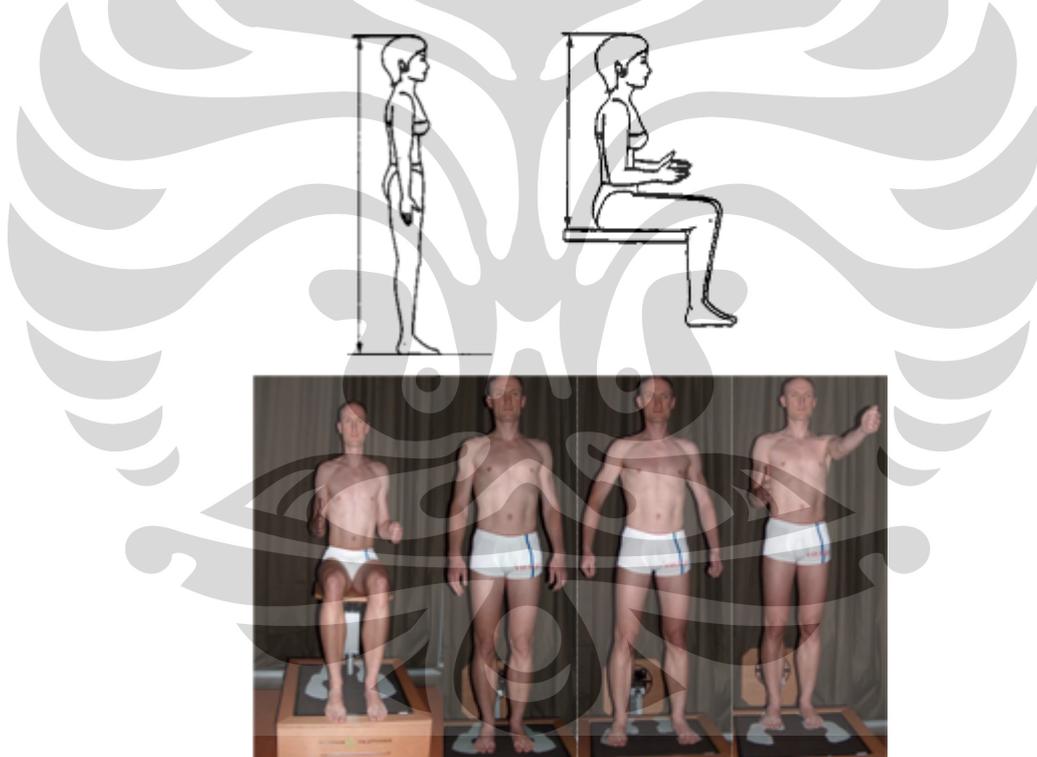
#### 4.2.2.1. Menentukan Postur yang Dibutuhkan untuk Memperoleh Data Antropometri

Postur tubuh objek yang akan diambil data antropometrinya akan sangat menentukan data yang dapat diperoleh. Jenis-jenis postur tubuh yang dilakukan dibedakan berdasarkan tujuan pengambilan data.

Apabila didasarkan kembali pada tujuan pengambilan data antropometri 3D penduduk Indonesia yaitu untuk membuat desain berbasis ergonomi, maka postur tubuh yang dibutuhkan dapat didasarkan kepada ISO, antara lain:

1. ISO 7250 (desain berbasis ergonomi – *technical ergonomics*)
2. ISO 8559 (desain pakaian – *apparel industry*)

Berdasarkan kedua ISO tersebut, maka terdapat 4 postur tubuh yang harus dilakukan, terdiri dari 3 postur berdiri dan 1 postur duduk.



**Gambar 4.5** Postur Subyek Penelitian

Sumber: Wirsching, 2009

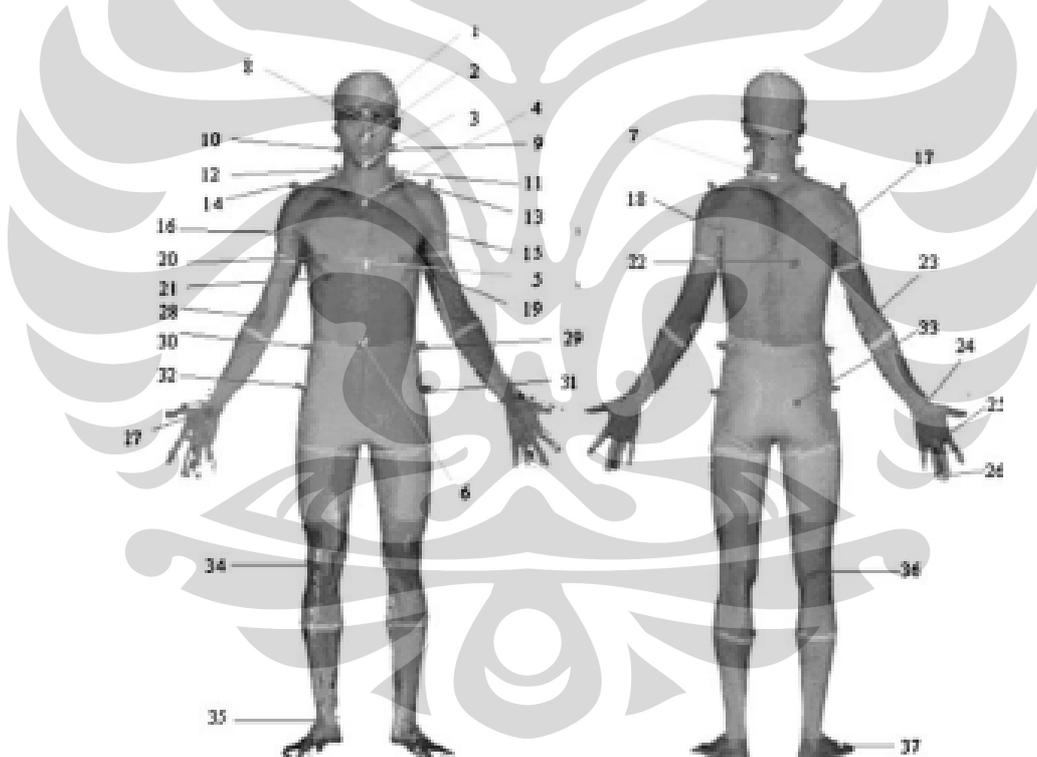
#### 4.2.2.2. Menentukan Kebutuhan Penggunaan Alat Bantu Pemindai

Dalam melakukan ekstraksi data antropometri dari model manusia 3D, terdapat dua hal penting yang harus dipertimbangkan, antara lain mengenai

identifikasi *landmark* dan pengukuran data antropometri itu sendiri. Untuk mendapatkan data ukuran secara efisien, *landmark* harus digunakan untuk menspesifikasi bagian tubuh yang hendak diukur.

Belum terdapat informasi yang cukup mengenai berapa jumlah pasti *landmark* yang dibutuhkan untuk proses pengidentifikasian data antropometri yang dilakukan oleh VITUS Smart XXL *Body Scanner*.

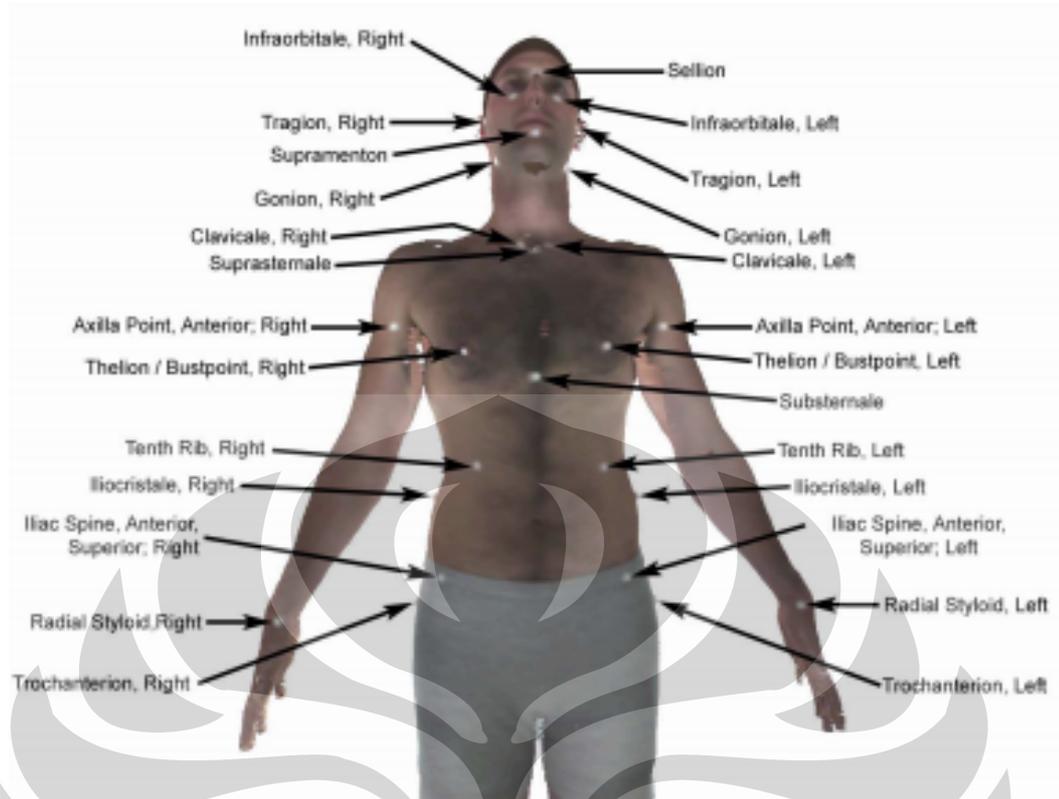
Apabila ditinjau secara umum, metode pengidentifikasian *landmark* dapat dicari dari jurnal-jurnal penelitian yang ada. Metode tiga puluh tujuh *landmark* dapat digunakan untuk mendapatkan 103 ukuran tubuh yang sering digunakan. Penanda tersebut juga dibedakan berdasarkan warna untuk memfasilitasi identifikasi *landmark*. 37 *landmark* tersebut terdiri dari 29 penanda merah, 7 penanda kuning, dan 1 penanda hijau.



**Gambar 4.6** Penggunaan 37 buah *Landmark*

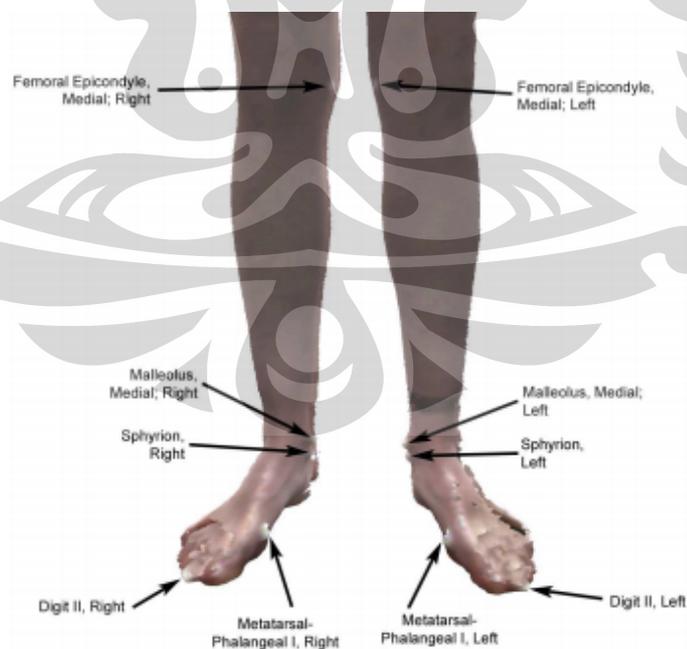
Sumber: Wang et al. 2007

Pada penelitian CAESAR, digunakan 72 buah *landmark*. 72 buah *landmark* tersebut digunakan untuk mengidentifikasi berbagai lokasi tubuh yang berbeda.



**Gambar 4.7** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Depan

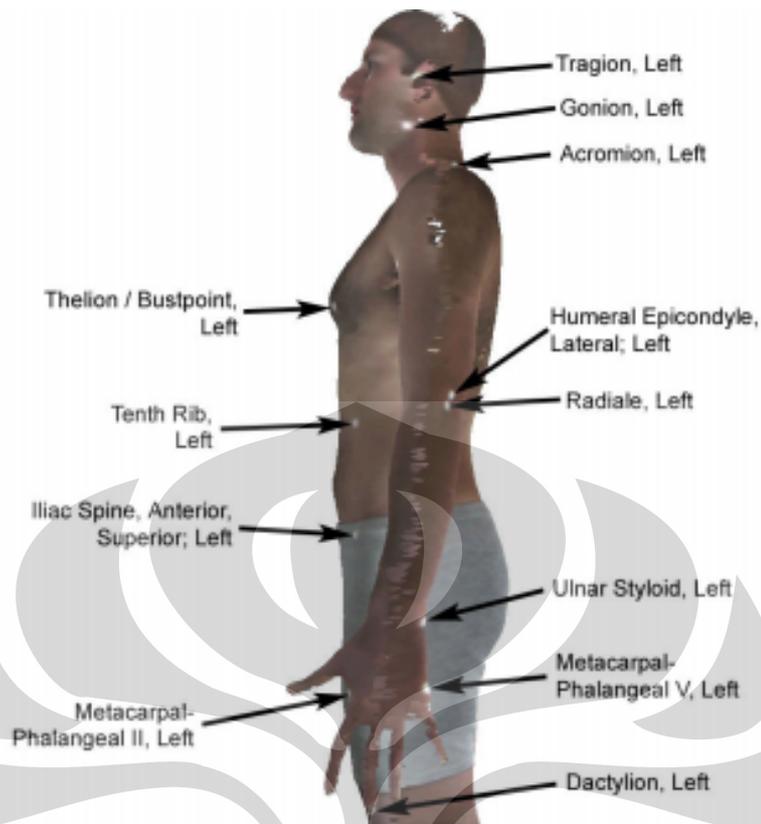
Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 4.8** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak

Depan

Sumber: Blackwell et al, 2002



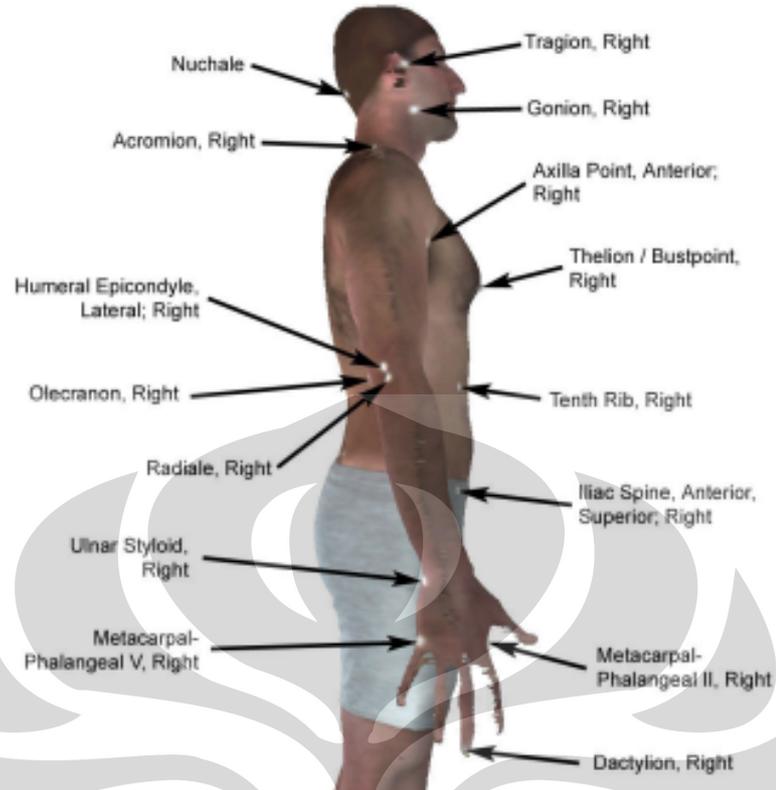
**Gambar 4.9** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Kiri

Sumber: Blackwell et al, 2002



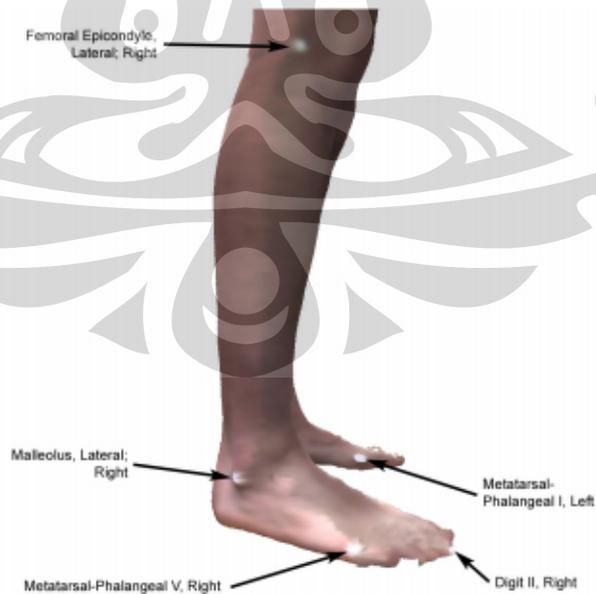
**Gambar 4.10** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Kiri

Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 4.11** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Kanan

Sumber: Blackwell et al, 2002



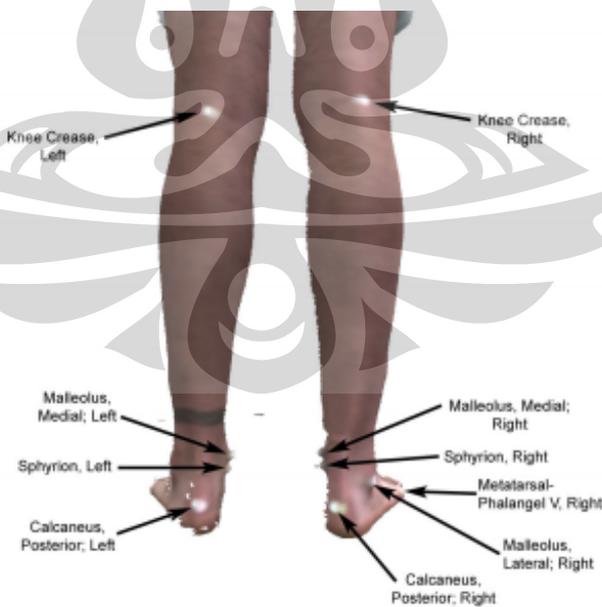
**Gambar 4.12** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Kanan

Sumber: Blackwell et al, 2002



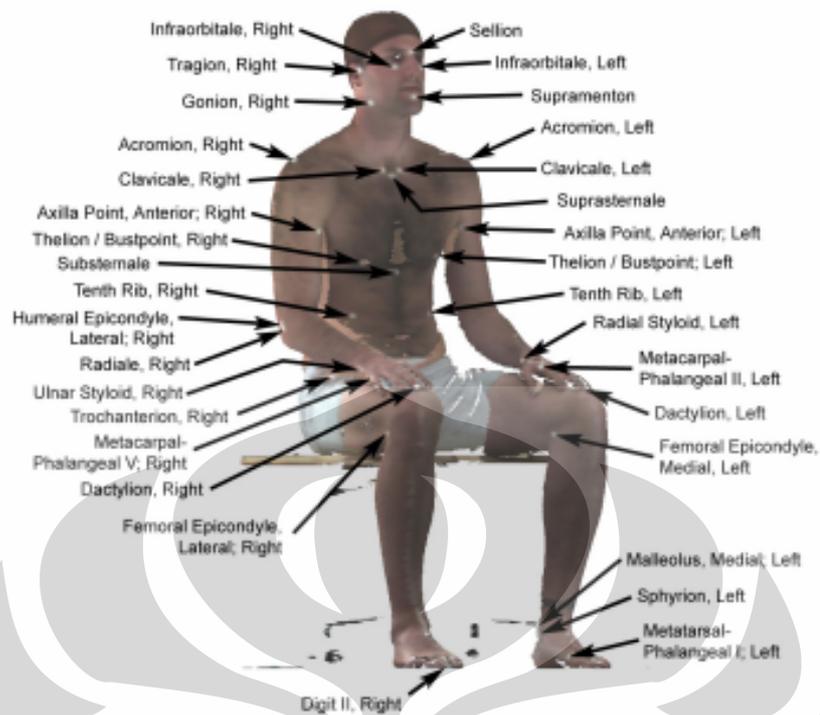
**Gambar 4.13** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Atas, Tampak Belakang

Sumber: Blackwell et al, 2002



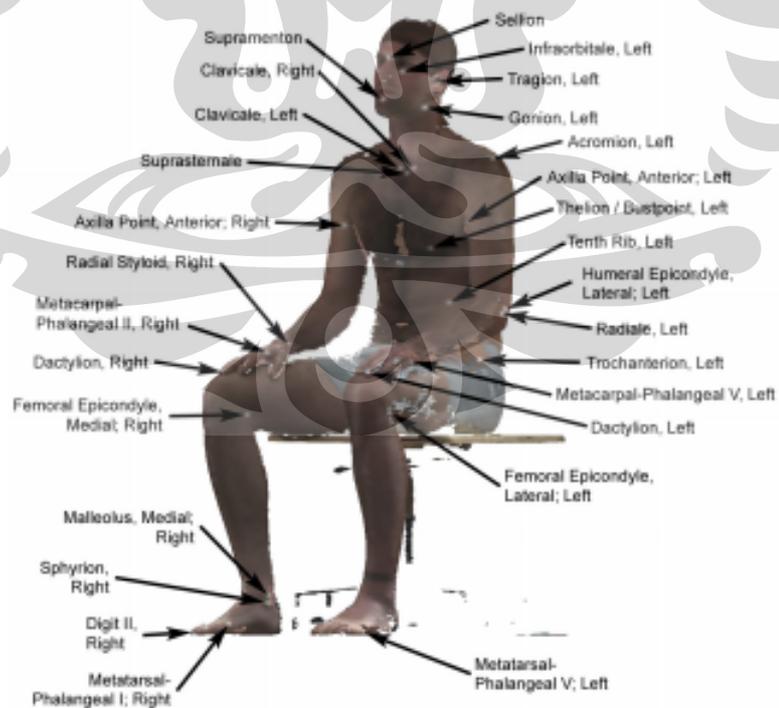
**Gambar 4.14** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose A, Tubuh Bawah, Tampak Belakang

Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 4.15** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose B, Tubuh Atas, Tampak Kanan

Sumber: Blackwell et al, 2002



**Gambar 4.16** Tampilan *Landmark* CAESAR, Pose B, Tubuh Atas, Tampak Kiri

Sumber: Blackwell et al, 2002

#### 4.2.3. Membuat Deskripsi Teknis Kegiatan Penelitian

Deskripsi teknis kegiatan penelitian menggambarkan keseluruhan prosedur dan kelengkapan operasional yang harus disiapkan agar penelitian pembuatan database antropometri Indonesia dapat berjalan dengan baik.

##### 4.2.3.1. Menentukan Kebutuhan Manusia, Perlengkapan, Dan Fasilitas

###### 1. Kebutuhan sumber daya manusia

Pada perancangannya, klasifikasi sumber daya manusia dapat dilakukan berdasarkan peran (*role*) yang dimilikinya. Peran-peran ini selanjutnya dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk membagi tim peneliti harian maupun tim peneliti pusat. Pada setiap peran terdapat deskripsi pekerjaan yang harus dilakukan dan atribut (tingkat pendidikan, pengalaman, maupun keahlian) yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan. Adapun deskripsi ini dibuat bagi peran yang memiliki tingkat kepentingan tinggi dalam melakukan penelitian.

**Tabel 4.8** Detail dan Atribut Pekerjaan

<b>DETAIL DAN ATRIBUT PEKERJAAN</b>
<b><i>Pekerjaan 1 Mengkoordinasikan aktivitas penelitian (Peran: Koordinator Penelitian)</i></b>
Atribut 1a Memiliki pengalaman dalam mengkoordinasikan penelitian berbasis ergonomi
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 1a, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 1b Memiliki pengalaman dalam mengkoordinasikan penelitian
<b><i>Pekerjaan 2 Mendesain penelitian (Peran: Desainer Penelitian)</i></b>
Atribut 2a Memiliki pengalaman dalam merancang penelitian berbasis antropometri (antara lain meliputi kelompok umur yang harus diukur, prosedur dan peralatan yang digunakan dalam mengukur, durasi dan bentuk pelatihan yang harus diberikan kepada tim yang terlibat, bagaimana cara memeriksa kualitas data yang diukur, dan bagaimana hasil penelitian tersebut dapat dipublikasikan)
Atribut 2b Memiliki kemampuan dalam merancang proses pengambilan data (sampling) berbasis data populasi (antara lain menghitung jumlah sampel, memilih metode untuk menentukan lokasi pengambilan data, dan memilih metode untuk menentukan subyek penelitian di lokasi tersebut)

**Tabel 4.8** Detail dan Atribut Pekerjaan (Sambungan)

<b>DETAIL DAN ATRIBUT PEKERJAAN</b>
<i>Jika orang yang memenuhi atribut 2a dan 2b hanya tersedia untuk memberikan pengarahan mengenai bagaimana melakukan proses penelitian, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 2b Memiliki kemampuan dalam merancang proses pengambilan data (sampling) berbasis data populasi
Atribut 2c Memiliki pengalaman dalam merancang penelitian berbasis populasi (antara lain meliputi kelompok umur yang harus diukur, prosedur dan peralatan yang digunakan dalam mengukur, durasi dan bentuk pelatihan yang harus diberikan kepada tim yang terlibat, bagaimana cara memeriksa kualitas data yang diukur, dan bagaimana hasil penelitian tersebut dapat dipublikasikan)
<b><i>Pekerjaan 3 Mengumpulkan Data Antropometri Tradisional (Peran: Manual Surveyor)</i></b>
Atribut 3a Memiliki pengalaman dalam melakukan pengukuran antropometri, khususnya dalam pengukuran anak-anak
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 3a, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 3b Memiliki pengalaman dalam bekerja bersama anak-anak (misalnya, di klinik atau di penitipan anak)
<b><i>Pekerjaan 4 Menempelkan Landmark (Peran: 3D Surveyor)</i></b>
Atribut 4a Memiliki pengetahuan mengenai antropometri, khususnya mengenai lokasi-lokasi tubuh yang harus ditempeli dengan <i>landmark</i>
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 4a, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 4b Memiliki pengetahuan mengenai pengukuran antropometri secara umum
Atribut 4c Memiliki tingkat ketelitian yang tinggi
<b><i>Pekerjaan 5 Melakukan Pemindaian 3D (Peran: Operator Body Scan)</i></b>
Atribut 5a Memiliki pengetahuan mengenai alat pemindai 3D dan perangkat lunak yang digunakan
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 5a, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 5b Memiliki kemampuan untuk menggunakan komputer
<b><i>Pekerjaan 6 Memproses Data Penelitian (Peran: Pemroses Data)</i></b>
Atribut 6a Memiliki pengalaman dalam memasukkan data dengan menggunakan berbagai software
<b><i>Pekerjaan 7 Menganalisa Data Penelitian (Peran: Penganalisa Data)</i></b>
Atribut 7a Dapat melakukan pengolahan data dan analisa secara statistik
Atribut 7b Memiliki pengetahuan mengenai antropometri
Atribut 7c Dapat menyajikan hasil pengolahan dengan menggunakan grafik atau tampilan presentasi lainnya

**Tabel 4.8** Detail dan Atribut Pekerjaan (Sambungan)

<b>DETAIL DAN ATRIBUT PEKERJAAN</b>
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi keseluruhan atribut 7a, 7b, dan 7c, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 7d Memiliki kemampuan dalam melakukan pengolahan data secara statistik
Atribut 7e Memiliki kemampuan dalam membuat grafik hasil pengolahan dengan menggunakan Excel
<b><i>Pekerjaan 8 Menuliskan Laporan Penelitian (Peran: Jurnalis Penelitian)</i></b>
Atribut 8a Memiliki pengalaman dalam menuliskan laporan penelitian berjangka panjang (termasuk di dalamnya mempersiapkan proposal penelitian, laporan penelitian harian, laporan akhir proyek, maupun evaluasi penelitian)
Atribut 8b Memiliki kemampuan dalam menggunakan perangkat lunak pengolah kata seperti Microsoft Word
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 8a dan 8b, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 8c Memiliki pengalaman dalam menuliskan artikel penelitian (termasuk di dalamnya mempersiapkan proposal penelitian maupun evaluasi penelitian)
Atribut 8b Memiliki kemampuan dalam menggunakan perangkat lunak pengolah kata seperti Microsoft Word
<b><i>Pekerjaan 9 Memberikan Pelatihan untuk Tim Peneliti (Peran: Pembimbing Antropometri)</i></b>
Atribut 9a Memiliki pengalaman dalam memberikan pelatihan antropometri
<i>Jika tidak terdapat orang yang memenuhi atribut 9a, maka carilah orang yang memiliki atribut berikut ini:</i>
Atribut 9b Memiliki pengalaman dalam melakukan penelitian berbasis antropometri
<b><i>Pekerjaan 10 Merakit dan Memelihara Penggunaan Alat Pemindai Antropometri 3D (Peran: Teknisi Antropometri)</i></b>
Atribut 10a Memiliki pengetahuan dalam melakukan proses perakitan alat pemindai antropometri 3D
Atribut 10b Memiliki kemampuan dalam memperbaiki maupun melakukan trial dan error terhadap alat-alat elektronik

Dalam perancangannya, sumber daya manusia yang diperlukan oleh penelitian ini dapat diklasifikasikan ke dalam tiga golongan utama, didasarkan pada lokasi, yaitu tim peneliti pusat, tim peneliti harian, dan tim peneliti lokal. Masing-masing kelompok sumber daya manusia tersebut memiliki peran yang berbeda-beda, antara lain:

a. Tim Peneliti Pusat

Tim peneliti pusat merupakan kumpulan ahli antropometri dan staf ahli yang bekerja di pusat data antropometri. Pada keseluruhan proses, tim peneliti pusat berlokasi di satu area tertentu yang dilengkapi dengan berbagai sistem informasi yang dibutuhkan, seperti server, koneksi internet, dan sebagainya. Tim peneliti pusat bertugas untuk memantau jalannya penelitian, memeriksa data demografis dan digital yang masuk, mengklasifikasikan data, melaporkan cacat pada data antropometri, dan sebagainya. Apabila ditinjau dari perannya, maka peran yang cocok untuk ditempatkan sebagai tim peneliti pusat adalah desainer penelitian, pemroses data, serta pengolah data.

b. Tim Peneliti Harian

Tim peneliti harian merupakan tim yang senantiasa melakukan perjalanan untuk mengambil data antropometri di setiap lokasi yang telah ditentukan. Tim peneliti harian ini bertugas untuk melakukan koordinasi langsung dengan pihak lokal, menyiapkan rancang bangun lokasi penelitian, menyelenggarakan proses pengambilan data antropometri, dan mengirimkan data digital dan demografis ke pusat data. Dalam pelaksanaannya, tim peneliti harian ini akan dibagi lagi menjadi:

- Koordinator Lapangan

Koordinator lapangan merupakan orang yang berperan dalam mempersiapkan penelitian di suatu lokasi tertentu. Koordinator lapangan bertugas untuk memastikan agar proses persiapan maupun pelaksanaan berjalan sesuai dengan perencanaan yang dilakukan. Dalam menjalankan fungsinya, koordinator lapangan harus senantiasa menjalin komunikasi dengan tim peneliti pusat, institusi lokal yang terlibat, institusi lainnya yang menjadi bagian kerja sama, dan semua anggota tim peneliti harian.

- Ahli Antropometri

Ahli antropometri merupakan spesialis di bidangnya dan berfungsi untuk memastikan proses pengambilan data antropometri berjalan

dengan baik dan telah memenuhi standar ergonomi. Pada lokasi penelitian, ahli antropometri ditempatkan di stasiun kerja Pengukuran Antropometri Manual, Penggunaan *Landmark*, dan Pemindaian Antropometri 3D. Ahli antropometri harus benar-benar mengerti mengenai bagaimana sebuah proses pengambilan data dilakukan.

- **Jurnalis Penelitian**

Jurnalis penelitian merupakan orang yang bertugas untuk mencatat berbagai informasi mengenai penelitian, bagaimana penelitian berlangsung, keadaan-keadaan yang terjadi, serta evaluasi yang dilakukan secara lengkap dan terperinci.

- **Tim operasional**

Tim operasional merupakan bagian yang bertanggung jawab terhadap pengisian stasiun-stasiun kerja antropometri tertentu, misalnya stasiun kerja survei demografis. Tim operasional berperan dalam melakukan interaksi langsung dengan partisipan, membantu partisipan mengisi data demografis, melakukan penyimpanan data, menjaga ketertiban, dan sebagainya.

- **Staf Ahli**

Staf ahli merupakan bagian dari tim peneliti utama, yang akan ikut berpindah-pindah dari satu lokasi pengambilan data ke lokasi lainnya. Staf ahli berperan dalam menyambut subyek penelitian, melakukan presentasi mengenai penelitian, membantu mengisikan kuesioner demografis, dan memastikan subyek penelitian mengikuti alur yang telah ditetapkan. Staf ahli juga berperan sebagai asisten dari ahli antropometri.

- **Teknisi Ahli**

Teknisi ahli merupakan orang yang memiliki pemahaman tentang alat pemindai (3D *Body Scanner*) dan perangkat keras (PC) maupun perangkat lunak (jaringan) lainnya. Pemahaman yang harus dimiliki mengenai alat pemindai antropometri tersebut meliputi panduan perakitan dan panduan penggunaan. Dengan

demikian teknisi ahli berperan secara khusus dalam proses perakitan alat pemindai dan bertanggung jawab terhadap kinerja keseluruhan dari berbagai perangkat keras maupun lunak yang digunakan dalam penelitian. Apabila terjadi gangguan atau kerusakan, teknisi ahli diharapkan dapat melakukan langkah-langkah yang diperlukan untuk memperbaikinya.

#### c. Tim Peneliti Lokal

Tim peneliti lokal merupakan satu bagian dalam peta koordinasi yang melibatkan sumber daya-sumber daya dari lokasi penelitian. Dengan demikian, tim peneliti lokal terdiri dari panitia yang dibentuk oleh institusi setempat guna mendukung pelaksanaan penelitian. Tugasnya antara lain adalah membantu mengkoordinasikan penelitian, dan menyiapkan berbagai kebutuhan yang diperlukan oleh penelitian. Persiapan berbagai kebutuhan ini tentunya menjadi kemampuan lebih dari tim peneliti lokal, karena mereka telah lebih dahulu mengenal kondisi lokasi penelitian. Dalam strukturnya, tim peneliti lokal dapat dibagi menjadi koordinator lokal dan staff lokal.

- **Koordinator Lokal**

Koordinator lokal memiliki tanggung jawab terhadap koordinator penelitian dan bertugas mengawasi pelaksanaan kegiatan sebagai perwujudan tanggung jawab terhadap terhadap institusi lokal setempat yang diwakili. Koordinator lokal bertugas memastikan ketersediaan semua keperluan yang dibutuhkan di lokasi penelitian.

- **Staf Lokal**

Staf lokal merupakan tenaga bantuan dari lokasi di mana penelitian diadakan. Staf lokal dapat direkrut dari lingkungan sekitar lokasi atau institusi yang bekerja sama dengan institusi penyelenggara penelitian ini. Staf lokal berperan dalam mengatur koordinasi dengan institusi setempat, mempersiapkan kebutuhan-kebutuhan lokal yang diperlukan, menjaga keamanan lokasi pada saat penelitian dilakukan, mengatur alur dari subyek penelitian, dan sebagainya.

## 2. Kebutuhan perlengkapan

Untuk memudahkan pengecekan ketersediaan dan kondisi, daftar kebutuhan dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok-kelompok tertentu, antara lain:

### a. Kebutuhan Pengukuran Data Antropometri

- Alat pemindai antropometri 3D. Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah Vitus Smart XXL *Body Scanner*. Alat ini terdiri atas berbagai komponen, antara lain:
  - 4 buah kolom laser
  - 2 bagian bingkai yang digunakan sebagai dasar
  - 4 bingkai yang digunakan sebagai bagian sisi dari atap pemindai antropometri
  - 2 bingkai yang digunakan sebagai bagian diagonal dari atap pemindai antropometri
  - 1 set tirai
  - 1 buah alas yang digunakan sebagai pijakan (*platform*)
  - 1 buah timbangan digital
  - 1 buah tabung yang digunakan sebagai alat kalibrasi
  - 1 buah unit kontrol
  - 2 buah komputer
  - 4 buah kabel kolom (dua kabel dengan panjang 8,5 m dan dua kabel dengan panjang 10,5 m)
  - 1 buah kabel kamera
  - 2 buah kabel untuk *serial interface* yang digunakan untuk sinkronisasi ke komputer
- Komputer. Masing-masing komputer tersebut akan digunakan untuk:
  - Menjalankan alat pemindai antropometri 3D
  - Menyimpan data antropometri digital (database lokal)
  - Memasukkan dan menyimpan data demografis yang diperoleh melalui kuesioner

- *Landmark.*
- Alat pengukur antropometri tradisional, yang terdiri dari timbangan, pengukur tinggi, caliper, dan lain sebagainya.

b. Kebutuhan dari Subyek Penelitian

- Celana ketat berwarna terang untuk digunakan oleh partisipan laki-laki. Disediakan dalam berbagai ukuran : S, M, L, dan XL.
- Penutup kepala ketat berwarna terang untuk digunakan oleh semua partisipan.
- Pakaian khusus yang ketat untuk digunakan oleh partisipan perempuan. Disediakan dalam berbagai ukuran : S, M, L, dan XL.
- Jas laboratorium berwarna putih, yang digunakan oleh partisipan pada saat perpindahan dari satu stasiun kerja antropometri ke stasiun kerja antropometri berikutnya.
- Kotak-kotak atau plastik yang dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan barang yang dibawa oleh partisipan.

c. Kebutuhan Administrasi

- Dokumen-dokumen yang diperlukan untuk melengkapi informasi data antropometri yang diperoleh, antara lain Kuesioner Demografis, form pengisian data antropometri manual, dan sebagainya.
- Kotak-kotak penyimpanan permanen, yang digunakan untuk menyimpan berkas-berkas dokumen demografis yang diperoleh. Media penyimpanan tersebut haruslah memiliki ketahanan terhadap cairan dan faktor lingkungan yang dapat merusak lainnya.
- Cap lengkap dengan tintanya yang digunakan untuk menandai berkas kuesioner demografis di setiap stasiun kerja antropometri.
- Printer, yang digunakan untuk mencetak berbagai dokumen yang diperlukan.
- Alat tulis, seperti pulpen, pensil, penghapus, dan sebagainya yang digunakan untuk mengisi dan menandai berbagai kelengkapan dokumen

d. Kebutuhan Perlengkapan Lokasi

- Kursi bagi partisipan yang belum memulai penelitian dan tim peneliti di stasiun kerjanya masing-masing.
- Meja yang digunakan untuk administrasi, tempat komputer, tempat proyektor, dan sebagainya.
- Tali pembatas yang digunakan untuk menandai setiap stasiun kerja antropometri dan menjadi patokan bagi alur partisipan.
- Proyektor dan LCD yang digunakan untuk memutar video presentasi penelitian.
- Notebook yang digunakan sebagai media pemutar video presentasi penelitian.
- Loker atau media penyimpanan sementara yang digunakan untuk meletakkan barang-barang pribadi partisipan di saat partisipan sedang melakukan proses pengambilan data antropometri.
- Kotak ruang ganti bongkar-pasang, yang dapat digunakan oleh partisipan untuk mengganti pakaian.

e. Kebutuhan Perlengkapan Tambahan

- Generator listrik yang digunakan untuk mengantisipasi ketiadaan listrik di lokasi penelitian.
- UPS (*Uninterruptible Power Supply*) yang dilengkapi dengan stabilisator untuk mengantisipasi permasalahan listrik yang mungkin terjadi (ketidakstabilan dan sebagainya). Penggunaan UPS akan menjamin kualitas dari berbagai alat elektronik yang digunakan, khususnya alat pemindai antropometri 3D.
- Tangga, yang digunakan untuk merakit alat pemindai antropometri 3D.
- Fastening tools, yang terdiri dari obeng, tang, ulir, sekrup, dan lain sebagainya.
- Waterpass, yang digunakan untuk menyesuaikan ketinggian.

3. Kebutuhan fasilitas

Fasilitas yang dibutuhkan dalam penelitian merupakan spesifikasi yang harus dipenuhi agar penelitian dapat berlangsung dengan lancar. Proses

pemindaian antropometri yang dilakukan di lapangan menyajikan tantangan yang tidak didapatkan ketika melakukan penelitian di laboratorium yang statis. Masing-masing lokasi tentunya memiliki variasi yang besar dalam hal ketersediaan jarak yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian, ketersediaan dukungan dari organisasi yang ada, dan kondisi lingkungan sebagai lokasi tempat tinggal tim peneliti. Bagaimanapun juga, tim peneliti menyediakan spesifikasi yang harus disetujui oleh setiap penanggung jawab lokasi.

Dalam perancangannya, lokasi penelitian ini harus memenuhi spesifikasi minimum sebagai berikut:

- a. Lokasi merupakan daerah yang landai. Lokasi dengan kemiringan ekstrim seperti yang banyak terdapat di dataran tinggi bukan merupakan lokasi yang baik untuk dijadikan sebagai lokasi penelitian. Hal ini dikarenakan kebutuhan alat pemindai untuk diletakkan di dasar yang rata dan tidak bergelombang.
- b. Luas lokasi minimum sebesar 9 meter persegi, dan memiliki bentuk persegi atau kotak. Tinggi langit-langit minimum dari permukaan tanah adalah 3 meter. Kebutuhan minimum ini disesuaikan dengan ukuran alat pemindai yang digunakan (*Vitronic 3D Body Scanner*), yaitu 220 cm x 220 cm x 295 cm.
- c. Memiliki akses transportasi yang baik, termasuk di dalamnya ketersediaan jalan raya untuk mencapai lokasi. Hal ini dikarenakan dalam perjalanan menuju lokasi, *3D Body Scanner* akan dibawa dengan menggunakan kendaraan besar. Adapun bobot dari alat pemindai tersebut adalah sekitar 250 kg. Dengan demikian, kemudahan akses dalam mencapai lokasi pengambilan data merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan lokasi.
- d. Ketersediaan listrik (230 V, 50 Hz atau 115 V, 60 Hz).
- e. Tidak terdapat jendela ke lingkungan luar bangunan (atau terdapat jendela yang dapat ditutup dengan bahan yang tidak tembus cahaya).
- f. Memiliki pendingin ruangan untuk menjamin kestabilan suhu. Adapun alat pemindai antropometri 3D disarankan untuk digunakan pada suhu

ruangan 15 C – 25 C. Temperatur maksimum di mana alat pemindai tersebut masih dapat dipergunakan adalah 35 C.

- g. Memiliki tingkat kelembaban kurang dari 70%.
- h. Lantai lokasi merupakan benda padat (solid), rata, dan tidak dilapisi oleh karet atau karpet.
- i. Lokasi dapat dikunci dan memiliki tingkat pengamanan yang tinggi
- j. Memiliki berbagai perlengkapan keselamatan yang memadai, seperti alat pemadam api, dan sebagainya
- k. Memiliki koneksi internet berkecepatan tinggi untuk melakukan transmisi data
- l. Memiliki akses yang dekat dengan kamar mandi
- m. Memiliki ruangan atau area terpisah yang dapat digunakan sebagai ruang ganti pakaian

#### 4.2.3.2. Menentukan *Layout* Dan Alur Pergerakan Sampel Di Ruang Penelitian

Perancangan stasiun kerja pada penelitian database antropometri nasional Indonesia dibuat berdasarkan skenario penelitian database antropometri yang telah banyak dilakukan di berbagai negara. Pada proses perancangannya, terdapat beberapa penambahan maupun pengurangan kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dan alur partisipan.

Pada penelitian database antropometri nasional Indonesia, dirancang enam buah stasiun kerja antropometri, antara lain:

##### 1. Presentasi Penelitian

Pada stasiun kerja 1, subyek penelitian disambut dan dikumpulkan dalam sebuah lokasi menunggu berukuran 5 – 15 orang. Selama subyek penelitian menunggu, akan diputar sebuah video presentasi yang berisikan penjelasan mengenai penelitian yang dilakukan. Video tersebut berisikan latar belakang mengenai tujuan penelitian dan metodologi yang digunakan. Video tersebut juga menyajikan instruksi umum mengenai posisi dan ketentuan lainnya yang harus diikuti oleh subyek penelitian agar dapat menghasilkan output pemindaian yang baik.

## 2. Survei Demografis

Pada stasiun kerja 2, subyek penelitian disambut kembali dan diberikan penjelasan singkat mengenai keseluruhan prosedur yang harus diikuti. Subyek penelitian kemudian mengisi kuesioner demografis yang mencakup keseluruhan informasi umum mengenai jenis kelamin, etnis, lokasi tempat tinggal, tingkat penghasilan, dan sebagainya. Subyek juga diminta menandatangani formulir mengenai penggunaan data demografis dan digital yang akan diperoleh dari proses pemindaian. Setiap subyek penelitian kemudian akan memperoleh sebuah nomor. Kuesioner yang telah selesai diisi ditandai sesuai dengan nomor subyek penelitian, dan harus dibawa sepanjang proses, agar dapat dilengkapi di stasiun-stasiun berikutnya. Setelah keseluruhan proses di stasiun kerja 2 selesai, subyek penelitian dipersilakan untuk mengganti pakaiannya dengan perlengkapan penelitian di ruang ganti yang disediakan.

## 3. Pengukuran Antropometri Tradisional

Pada stasiun kerja 3, subyek penelitian akan diukur dengan menggunakan peralatan antropometri tradisional. Pengukuran ini dilakukan sebagai bahan perbandingan untuk menjaga konsistensi dan akurasi dari ukuran yang diperoleh pada proses pemindaian. Ukuran antropometri tradisional yang hendak diukur disesuaikan dengan kebutuhan. Tinggi dan berat badan merupakan ukuran antropometri minimal yang harus diperoleh dengan metode tradisional. Hal ini dilakukan untuk memvalidasi data antropometri 3D, untuk mengantisipasi tingkat kesalahan pemindaian yang mungkin terjadi.

## 4. Penggunaan *Landmark*

Pada stasiun kerja 4, subyek penelitian akan ditempeli dengan *landmark*. Penggunaan *landmark* ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi lokasi tulang dan memudahkan proses pengukuran yang dapat dilakukan secara manual.

## 5. Pemindaian Antropometri 3D

Pada stasiun kerja 5, subyek penelitian memasuki Anthroscan dan bersiap untuk dipindai. Setiap posisi yang dilakukan untuk kepentingan pemindaian akan dikontrol oleh operator pemindai.

## 6. Pemeriksaan Data

Setelah mendapatkan konfirmasi bahwa proses pemindaian berjalan dengan memuaskan, subyek penelitian memasuki stasiun kerja terakhir, yaitu stasiun kerja 6. Di stasiun kerja ini subyek penelitian menyerahkan kembali kuesioner beserta perlengkapan penelitian yang telah selesai digunakan. Kuesioner tersebut kemudian diperiksa kembali untuk memastikan kelengkapan data pada keseluruhan proses pemindaian. Setiap partisipan kemudian menerima ucapan terima kasih dan dapat meninggalkan keseluruhan proses.

### 4.2.3.3. Menentukan Alur Kegiatan

Alur kegiatan merupakan perencanaan penggunaan waktu kegiatan penelitian secara keseluruhan. Alur kegiatan berbeda dengan alur pergerakan sampel yang hanya membahas mengenai kegiatan subyek penelitian di lokasi penelitian. Adapun alur kegiatan penelitian pembuatan database antropometri Indonesia dapat dibagi menjadi alur operasional dan alur kegiatan harian penelitian.

Ruang lingkup kegiatan operasional penelitian adalah kegiatan yang melibatkan partisipan di dalam sistem. Dengan demikian penelitian dimulai ketika partisipan memasuki sistem dan berakhir ketika semua partisipan telah menyelesaikan keseluruhan rangkaian kegiatan dan keluar dari sistem. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan penelitian harian bergantung kepada waktu yang diperlukan oleh satu partisipan untuk menyelesaikan rangkaian penelitian.

Waktu yang diperlukan oleh satu partisipan untuk menyelesaikan penelitian bergantung kepada waktu yang digunakan di masing-masing stasiun kerja antropometri. Pada pembuatan database antropometri nasional Indonesia, terdapat enam buah stasiun kerja antropometri, dengan rincian waktu sebagai berikut.

**Tabel 4.9** Kegiatan Operasional Penelitian

KEGIATAN	WAKTU	
<b>Stasiun Kerja 1 – Presentasi Penelitian</b>		<b>10 menit</b>
Partisipan menyaksikan video presentasi penelitian	10 menit	

**Tabel 4.9** Kegiatan Operasional Penelitian (Sambungan)

KEGIATAN	WAKTU	
<b>Stasiun Kerja 2 – Survei Demografis</b>		<b>15 menit</b>
Partisipan mendapatkan penjelasan singkat mengenai penelitian	2 menit	
Partisipan mengisi dokumen yang diperlukan	10 menit	
Partisipan mengganti pakaiannya dengan pakaian penelitian	3 menit	
<b>Stasiun Kerja 3 – Pengukuran Antropometri Tradisional</b>		<b>10 menit</b>
Ahli antropometri melakukan pengukuran secara manual	10 menit	
<b>Stasiun Kerja 4 – Penggunaan <i>Landmark</i></b>		<b>5 menit</b>
Ahli antropometri menempelkan <i>landmark</i> di tubuh partisipan	5 menit	
<b>Stasiun Kerja 5 – Pemindaian Antropometri 3D</b>		<b>3 menit</b>
Ahli antropometri memberi pengarahan mengenai postur yang harus diperagakan oleh partisipan	1 menit	
Ahli antropometri melakukan pemindaian 3D	2 menit	
<b>Stasiun Kerja 6 – Pemeriksaan Data</b>		<b>7 menit</b>
Staf ahli melakukan pemeriksaan kuesioner, partisipan mengganti pakaian penelitiannya dengan pakaian semula	5 menit	
Staf ahli memberikan ucapan terima kasih	2 menit	
<b>TOTAL WAKTU</b>		<b>50 menit</b>

Apabila waktu kritis yang diambil adalah 15 menit, total waktu untuk 1 hari penelitian adalah 7 jam (09.00 – 12.00 dan 13.00 – 17.00), dan terdapat ketentuan bahwa satu stasiun kerja hanya dapat melayani satu orang partisipan per waktu, maka total partisipan yang dapat dilayani per harinya adalah sebanyak

$$(420 \text{ menit} - 10 \text{ menit}) / 15 \text{ menit} = \mathbf{27 \text{ partisipan}}$$

Apabila didasarkan pada metode stratifikasi acak yang digunakan, maka total partisipan berjumlah 6804 orang, dan jumlah hari yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian adalah

$$(6804 \text{ partisipan}) / (27 \text{ partisipan/hari}) = \mathbf{252 \text{ hari}}$$

Dengan demikian, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan rangkaian penelitian harian yang melibatkan partisipan adalah 252 hari.

Total waktu yang dibutuhkan dapat dikurangi dengan melakukan penambahan operator di setiap stasiun kerja antropometri. Penambahan operator tersebut tentunya disesuaikan dengan ketersediaan lokasi, sumber daya manusia, dan dana. Stasiun kerja antropometri yang tidak dapat diparalelkan hanyalah stasiun kerja 5, karena alat pemindai yang tersedia hanya satu unit.

Sedangkan, alokasi waktu kegiatan penelitian merupakan alokasi waktu dari berbagai kegiatan yang dilakukan oleh tim peneliti pada satu hari penelitian. Kegiatan harian penelitian ini dimulai dari saat tim peneliti mempersiapkan penelitian hingga saat tim peneliti melakukan pemberesan. Kegiatan harian ini terdiri dari:

**Tabel 4.10** Alokasi Waktu Kegiatan Penelitian

<b>AKTIVITAS</b>	<b>WAKTU</b>	<b>DURASI</b>
Melakukan rapat pengarahan dan perencanaan	08.00 – 08.30	30 menit
Menyalakan semua perlengkapan elektronik yang dibutuhkan (generator, UPS, komputer)	08.30 – 08.40	10 menit
Melakukan pengecekan alat pemindai (kalibrasi, trial and error)	08.40 – 09.00	20 menit
<b>Melakukan pengambilan data pagi hari</b>	09.00 – 12.00	180 menit
Istirahat siang	12.00 – 13.00	60 menit
<b>Melakukan pengambilan data siang hari</b>	13.00 – 17.00	240 menit
Memeriksa dan memasukkan data, menyimpan berbagai dokumen non elektronik dan melakukan transfer data digital	17.00 – 17.30	30 menit
Melakukan pengecekan alat pemindai, melakukan pengecekan ketersediaan perlengkapan (dokumen, alat tulis, <i>landmark</i> , dan sebagainya)	17.30 – 17.40	10 menit
Membersihkan dan mempersiapkan ruangan untuk penelitian hari berikutnya	17.40 – 17.50	10 menit
Melakukan rapat evaluasi	17.50 – 18.20	30 menit

Kegiatan harian yang dilakukan oleh tim peneliti harian meliputi perencanaan, pemeliharaan alat dan material yang dipergunakan, serta evaluasi. Rapat pengarahan dan perencanaan merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dilakukan sebelum memulai proses penelitian. Rapat tersebut bertujuan

untuk menyamakan persepsi mengenai bagaimana penelitian akan dilakukan, apa target yang harus dicapai, apa prosedur dan ketentuan yang harus dipatuhi, dan sebagainya.

Sebelum melaksanakan penelitian, perlu dilakukan pengetesan alat. Alat yang dites adalah keseluruhan alat elektronik yang beroperasi di lokasi penelitian, antara lain generator listrik, UPS, komputer, dan alat pemindai antropometri 3D. Pengetesan alat tersebut dimaksudkan agar semua alat elektronik dapat berjalan sebagaimana mestinya dan tidak terdapat kegagalan teknis yang berarti. Apabila terdapat kejanggalan dalam pengoperasian sebuah alat elektronik, maka langkah-langkah khusus dapat diambil untuk segera memperbaiki alat yang bersangkutan sebelum proses pengambilan data dimulai.

Alat pemindai antropometri 3D juga harus dikalibrasi ulang di pagi hari. Kalibrasi dilakukan setiap hari untuk memastikan keakuratan alat dalam mengambil data antropometri. Proses kalibrasi dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang sesuai.

Setelah proses pengambilan data antropometri untuk satu hari penelitian selesai dilaksanakan, maka perlu dilakukan kegiatan pengecekan ketersediaan perlengkapan dan material lainnya. Pengecekan terhadap jumlah kuesioner, dokumen, pakaian, maupun perlengkapan lainnya dilakukan untuk memastikan agar penelitian keesokan harinya dapat berjalan dengan baik. Apabila terdapat perlengkapan yang akan habis, maka perlengkapan tersebut dapat dipesan atau segera dibeli.

Rapat evaluasi juga merupakan salah satu kegiatan penting dalam satu hari penelitian. Rapat evaluasi digunakan untuk membahas semua kejadian yang terjadi selama satu hari penelitian, termasuk di dalamnya pembicaraan mengenai ketersediaan perlengkapan. Rapat evaluasi juga dapat digunakan untuk membahas rencana yang akan dilakukan di hari penelitian esok.

#### 4.2.4. Membuat Kuesioner

Kuesioner pada penelitian pembuatan database antropometri penduduk Indonesia ini dibuat berdasarkan faktor-faktor demografis yang akan dilihat pengaruhnya pada data antropometri yang diperoleh, di antaranya adalah:

1. Pekerjaan
2. Pendidikan
3. Status pernikahan
4. Suku bangsa anggota keluarga
5. Pendapatan

Penentuan item demografis tersebut dilakukan untuk mencari tahu hubungan antara berbagai variabel sosial dengan data antropometri. Dengan demikian, nantinya dapat diketahui apakah pendidikan memiliki pengaruh terhadap dimensi tubuh, dan lain sebagainya. Hubungan-hubungan tersebut tentunya akan sangat berguna bagi dunia penelitian.

#### **4.3. Melakukan Pengujian Rencana Penelitian**

Sesuai dengan batasan yang terdapat pada perumusan masalah, maka studi kasus yang dilakukan juga dibatasi hanya kepada pendefinisian tujuan penelitian dan pengembangan rencana penelitian. Oleh karena itu, pengujian rencana penelitiannya sendiri dilakukan hanya untuk mengetahui validasi data yang dihasilkan oleh alat pemindai antropometri dan memperbaiki kuesioner yang dibuat.

Validasi data yang dihasilkan oleh alat pemindai diuji dengan menggunakan sebuah penelitian sederhana sebagai penelitian pendahuluan (*pilot project*) yang sangat sederhana. Validasi data tersebut dilakukan untuk menguji apakah data antropometri dari sejumlah kelompok populasi yang dihasilkan oleh alat masih berada pada batasan standar deviasi yang dapat diterima.

##### **4.3.1. Pemilihan Subyek Penelitian**

Subyek penelitian yang akan diambil data antropometrinya pada penelitian ini adalah subyek penelitian berjenis kelamin laki-laki, berada di kelompok umur 18 – 25 tahun, dan merupakan kelompok ras Southeast Asiatic. Kelompok subyek penelitian yang memenuhi spesifikasi penelitian ini dapat diambil antara lain dari mahasiswa Universitas Indonesia, angkatan tahun pertama hingga tahun keempat pada jenjang pendidikan 2009 / 2010.

Untuk itu, pada penelitian pendahuluan ini diambil subyek penelitian sebanyak 100 (seratus) orang mahasiswa laki-laki angkatan 2006 hingga 2009 Universitas Indonesia. Adapun sesuai dengan kebijakan untuk tidak menyimpan nama subyek penelitian, maka setiap subyek penelitian hanya diberikan sebuah nomor khusus untuk mengidentifikasi dirinya. Nomor khusus itu kemudian dapat dipergunakan oleh subyek penelitian apabila ingin meminta data antropometri miliknya.

#### 4.3.2. Penggunaan Kuesioner Demografis Versi 1.0

Pada penelitian pendahuluan ini, subyek penelitian diperkenalkan dengan Kuesioner Demografis versi pertama. Pertanyaan-pertanyaan pada kuesioner ini dikelompokkan menjadi empat, yaitu kriteria sampling, *monitored sampling*, *personal information*, dan *sizing information*.

Kriteria sampling berisikan item pertanyaan seperti jenis kelamin, serta tinggi dan berat perkiraan. Tinggi dan berat perkiraan dari subyek penelitian dimaksudkan untuk dijadikan sebagai referensi ukuran tingkat pertama, untuk dibandingkan dengan data yang diperoleh melalui alat pemindai 3D.

*Monitored sampling* digunakan untuk menandai beberapa pertanyaan yang akan dijadikan sebagai latar belakang pembeda subyek penelitian. Pertanyaan-pertanyaan yang ada pada kelompok ini antara lain mengenai tanggal kelahiran, tempat kelahiran, serta etnis atau suku bangsa dari orang tua subyek penelitian (ayah dan ibu).

*Personal information* merupakan kumpulan pertanyaan mengenai informasi pribadi dari subyek penelitian, termasuk di dalamnya kelas sosial, gaya hidup, dan sebagainya. Pertanyaan pada kelompok ini meliputi status pernikahan, jumlah anak, level pendidikan terakhir, level kebugaran yang ditinjau intensitas dari aktivitas olahraga yang dilakukan, serta pendapatan keluarga.

Kelompok pertanyaan terakhir adalah *sizing information*. *Sizing information* dipergunakan untuk mengecek hubungan antara data antropometri dengan ukuran pakaian yang biasa dikenakan oleh subyek penelitian. Ukuran yang terdapat pada kelompok pertanyaan ini adalah ukuran sepatu, baju, serta celana.

3D - ANTHROPOMETRY DATABASE

# DEMOGRAPHIC INPUT QUESTIONS

NOMOR :

TANGGAL : \_\_\_\_\_  
WAKTU : \_\_\_\_\_

 **Laboratorium Faktor Manusia  
ERGONOMICS CENTRE**  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS INDONESIA

## KRITERIA SAMPLING

Apakah jenis kelamin Anda? (lingkari salah satu)  
Laki-laki      Perempuan

Berapakah tinggi Anda? \_\_\_\_\_

Berapakah berat Anda? \_\_\_\_\_

## MONITORED SAMPLING

Apakah tanggal kelahiran Anda? \_\_\_\_\_

Di manakah Anda lahir? \_\_\_\_\_

Apakah etnis/ras dari ayah Anda? \_\_\_\_\_

Apakah etnis/ras dari ibu Anda? \_\_\_\_\_

## PERSONAL INFORMATION

Apakah Anda pernah atau sedang menjadi anggota aktif dari militer? (lingkari salah satu)  
Ya      Tidak

Apakah pekerjaan Anda sekarang? \_\_\_\_\_

Apakah status pernikahan Anda? (lingkari salah satu)  
Single      Menikah

Jika menikah, berapakah jumlah anak yang Anda miliki?  
Apakah level pendidikan terakhir Anda? (lingkari salah satu)

Sekolah Dasar  
Sekolah Menengah Pertama  
Sekolah Menengah Atas  
D3  
S1  
S2  
S3  
Tidak ada dalam pilihan

Berapa jam dalam seminggu yang Anda gunakan untuk melakukan latihan fisik? (lingkari salah satu)

0 – 1 jam  
2 – 3 jam  
4 – 6 jam  
6 – 10 jam  
Lebih dari 10 jam

Berapakah penghasilan sebulan dalam keluarga Anda? (lingkari salah satu)

Kurang dari Rp 500.000,00  
Rp 500.000,00 – Rp 1.500.000,00  
Rp 1.500.000,00 – Rp 2.500.000,00  
Rp 2.500.000,00 – Rp 5.000.000,00  
Rp 5.000.000,00 – Rp 10.000.000,00  
Lebih dari Rp 10.000.000,00  
Tidak tahu

## SIZING INFORMATION

Berapakah ukuran biasa dari sepatu Anda?  
\_\_\_\_\_

Berapakah nomor celana yang sering Anda gunakan?  
\_\_\_\_\_

Apakah ukuran baju yang sering Anda kenakan?  
\_\_\_\_\_

# TERIMA KASIH

**Gambar 4.17** Tampilan Kuesioner Demografis Versi 1.0

#### 4.3.3. Hasil Pengukuran Antropometri 3D

Proses pemindaianya sendiri dilakukan di Ergonomics Centre, yang berlokasi di Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia. Sedangkan alat pemindai 3D yang digunakan adalah Vitronic VITUS XXL *Body Scanner*.

Pemindaian dari 100 orang subyek penelitian tersebut menghasilkan data antropometri mentah pribadi, yang selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan bagian tubuhnya. Terdapat 151 ukuran antropometri yang diperoleh melalui postur berdiri. Adapun salah satu data antropometri, yaitu lingkaran kepala diabaikan karena semua subyek penelitian tidak mengenakan penutup kepala. Kondisi yang demikian menyebabkan lingkaran kepala tidak dapat terbaca secara sempurna, dikarenakan oleh elemen rambut yang berwarna hitam.

**Tabel 4.11** Data Antropometri Subyek Penelitian

NO	Dimensi Antropometri	Persentil 5	Persentil 50	Persentil 95	Standar Deviasi
1	3D waist band	69.29	83.55	101.70	10.38
2	3D waistband back height	91.02	97.90	106.15	4.45
3	3D waistband back to vertical	22.66	25.05	27.70	1.60
4	3D waistband front height	87.56	95.80	103.10	4.78
5	3D waistband front to vertical	42.50	46.35	50.90	2.69
6	3D waistband left to crotch	20.40	23.45	26.05	1.89
7	3D waistband right to crotch	20.50	23.45	26.10	1.85
8	Across back width	34.28	38.10	42.90	2.69
9	Across back width (armpit level)	34.00	37.80	43.85	3.14
10	Across front width	32.26	36.20	41.50	3.00
11	Ankle girth left	22.72	25.05	28.40	1.62
12	Ankle girth right	23.36	25.60	29.00	1.67
13	Ankle height	7.00	7.40	7.90	0.27
14	Arm length left	54.72	59.70	64.20	2.93
15	Arm length right	54.91	59.25	64.90	3.07
16	Arm length to neck back left	74.38	79.60	85.50	3.66
17	Arm length to neck back right	74.51	79.95	86.35	3.80
18	Arm length to neck left	67.40	72.75	77.95	3.43
19	Arm length to neck right	67.64	72.60	78.60	3.47
20	Belly circumference	68.01	83.60	105.00	11.51
21	Belly circumference height	93.76	99.85	107.30	4.28
22	Body height	159.46	168.10	180.40	6.14
23	Breast height	115.59	121.90	131.65	4.97
24	Bust point to neck left	22.70	26.45	29.88	2.20
25	Bust point to neck right	23.10	25.60	28.90	2.03
26	Bust points around neck	60.32	67.60	75.59	4.80
27	Bust points width	17.90	20.00	22.69	1.54
28	Bust/chest girth	80.31	92.00	108.25	9.36
29	Bust/chest girth (horizontal)	80.71	92.45	109.00	9.15

**Tabel 4.11** Data Antropometri Subyek Penelitian (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Persentil 5</b>	<b>Persentil 50</b>	<b>Persentil 95</b>	<b>Standar Deviasi</b>
30	Buttock girth	82.47	95.10	112.50	9.31
31	Buttock height	79.50	85.25	92.00	3.94
32	calf girth left	31.91	36.60	42.65	3.65
33	calf girth right	31.92	36.40	42.85	3.65
34	Cross shoulder	40.16	44.70	49.45	2.88
35	Cross shoulder over neck	37.00	40.95	44.55	2.37
36	Crotch height	67.29	73.80	79.95	3.90
37	Crotch length	70.99	79.70	89.75	5.97
38	Crotch length at waistband	56.87	61.95	70.80	5.04
39	Crotch length at waistband A	56.87	61.95	70.80	5.04
40	Crotch length, front	35.16	39.45	44.70	2.95
41	Crotch length, rear	35.46	40.30	45.40	3.27
42	Dev. waist band from waist (back)	-11.65	-7.40	-4.05	2.50
43	Dev. waist band from waist (front)	-16.24	-10.00	-5.40	3.49
44	Dev. waist band from waist (side)	-13.31	-8.60	-4.58	2.85
45	Distance 7CV - vertical	25.80	28.25	32.25	2.04
46	Distance abdomen to vertical	42.30	45.55	50.95	2.66
47	Distance across back width (armpit level) - waist	19.07	21.55	24.65	1.83
48	Distance back in belly height to vertical	23.31	25.30	27.70	1.41
49	Distance back in breast height to vertical	20.26	22.50	25.60	1.70
50	Distance back in hip height to vertical	20.40	21.40	24.70	1.65
51	Distance back in maximum belly height to vertical	23.06	25.20	27.60	1.41
52	Distance belly to vertical	42.66	47.10	52.55	3.19
53	Distance breast to vertical	41.50	45.65	51.40	3.10
54	Distance buttock to vertical	20.00	20.10	23.05	1.24
55	Distance crotch to waistband	20.40	23.45	26.05	1.89
56	Distance front in hip height to vertical	41.10	45.15	50.95	2.97
57	Distance maximum belly to vertical	42.52	47.25	52.45	3.18
58	Distance neck front to vertical	36.26	38.95	43.10	2.38
59	Distance neck to hip	55.18	58.15	62.80	2.64
60	Distance neck-knee	92.49	98.20	104.95	3.82
61	Distance scapula to vertical	20.00	22.00	25.00	1.63

**Tabel 4.11** Data Antropometri Subyek Penelitian (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Persentil 5</b>	<b>Persentil 50</b>	<b>Persentil 95</b>	<b>Standar Deviasi</b>
62	Distance waist back to vertical	22.91	25.35	28.45	1.67
63	Distance waist-knee	56.19	59.90	64.35	2.54
64	Distance waistband - buttock	8.71	13.00	16.00	2.37
65	Distance waistband-high hip back	0.20	1.45	4.25	1.55
66	Distance waistband-knee	48.22	52.55	57.45	2.89
67	Elbow girth left	22.01	24.80	28.65	2.30
68	Elbow girth right	22.52	25.35	29.00	2.13
69	Forearm girth left	21.46	24.70	29.00	2.70
70	Forearm girth right	22.26	25.30	28.95	2.18
71	Forearm length left	23.66	26.80	30.65	2.10
72	Forearm length right	22.98	26.55	30.50	2.35
73	Head height	21.90	24.70	27.40	1.56
74	Height of shoulder blades	116.91	127.40	137.30	5.80
75	High hip girth	69.22	84.60	106.15	11.30
76	High waist girth	67.31	79.05	95.60	9.53
77	High waist height	100.89	107.30	115.25	4.23
78	Hip girth	84.71	97.10	113.50	8.32
79	Hip height	73.47	79.30	87.30	4.54
80	Hip/thigh girth	85.56	95.85	110.60	7.05
81	Inseam left	68.69	75.00	81.00	3.80
82	Inseam right	68.57	75.20	81.25	3.85
83	Inside leg-ankle left	61.46	67.75	73.25	3.58
84	Inside leg-ankle right	61.56	67.85	73.60	3.62
85	Knee girth left	33.08	37.00	42.65	3.43
86	Knee girth right	33.16	37.05	42.55	3.37
87	Knee height	42.40	45.45	49.05	2.10
88	Maximum belly circumference	68.71	84.10	105.85	11.45
89	Maximum belly circumference height	93.03	99.90	106.70	4.41
90	Mid neck girth	32.96	36.15	41.35	2.67
91	min. leg girth left	19.51	21.80	24.90	1.81
92	min. leg girth right	19.72	21.75	24.80	1.75
93	Neck at base girth	37.40	41.00	45.90	2.69
94	Neck diameter	11.60	13.00	14.85	1.01
95	Neck front to waist	29.87	33.50	36.80	2.26
96	Neck front to waist over bust line	30.00	33.50	36.89	2.28
97	Neck height	135.61	143.20	153.30	5.62
98	Neck height front	128.96	137.40	147.10	5.72
99	Neck left to waist back	39.56	42.40	46.35	2.23
100	Neck right to waist back	40.11	42.75	46.45	2.18

**Tabel 4.11** Data Antropometri Subyek Penelitian (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Persentil 5</b>	<b>Persentil 50</b>	<b>Persentil 95</b>	<b>Standar Deviasi</b>
101	Neck right to waist over bust	39.90	43.10	47.19	2.42
102	Neck to across back width (armpit level)	15.17	17.60	19.65	1.32
103	Neck to waist center back	36.26	39.15	42.40	2.00
104	scapula height 2	122.26	128.75	137.95	4.64
105	Shoulder angle left	18.86	23.80	30.45	3.51
106	Shoulder angle right	16.86	23.70	29.90	4.04
107	Shoulder width left	11.86	13.40	15.10	1.04
108	Shoulder width right	12.00	13.60	15.20	1.02
109	Side upper torso length left	19.40	22.25	25.65	1.97
110	Side upper torso length right	19.03	22.10	25.30	2.01
111	sideseam 3D waistband left	90.25	97.30	104.95	4.49
112	sideseam 3D waistband right	90.52	97.70	105.10	4.46
113	Sideseam ankle left	83.13	90.05	97.10	4.28
114	Sideseam ankle right	83.35	90.30	97.30	4.25
115	Sideseam at waist left	99.23	106.05	114.55	4.46
116	Sideseam at waist right	99.73	106.15	114.65	4.44
117	Sideseam left	90.25	97.35	105.00	4.49
118	Sideseam right	90.47	97.75	105.05	4.46
119	Thigh girth left (horizontal)	45.59	55.80	67.10	6.72
120	Thigh girth right (horizontal)	46.16	55.80	66.90	6.31
121	Torso width at waist	25.40	34.20	42.90	5.37
122	Total torso girth	151.15	162.15	179.95	9.09
123	Underbust circumference (horizontal)	73.58	84.80	100.25	8.95
124	Upper arm diameter left	8.90	11.40	14.30	1.73
125	Upper arm diameter right	9.01	11.60	14.40	1.65
126	Upper arm girth left	22.97	28.55	34.30	3.61
127	Upper arm girth right	23.51	28.65	34.90	3.59
128	Upper arm length left	30.02	32.90	35.50	1.58
129	Upper arm length right	30.33	32.80	34.90	1.49
130	Upper torso torsion	-7.15	-2.60	1.40	2.71
131	Waist band	69.29	83.55	101.75	10.39
132	Waist girth	66.07	79.80	97.85	10.64
133	Waist height	98.54	105.30	113.80	4.46
134	Waist to buttock	18.26	20.65	23.05	1.52
135	Waist to buttock height left	18.35	20.50	22.92	1.41
136	Waist to buttock height right	18.49	20.65	23.04	1.40
137	Waist to high hip back	5.10	6.90	9.05	1.25
138	Waist to hip/thigh left	32.60	35.85	39.45	2.42

**Tabel 4.11** Data Antropometri Subyek Penelitian (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Persentil 5</b>	<b>Persentil 50</b>	<b>Persentil 95</b>	<b>Standar Deviasi</b>
139	Waist to hip/thigh right	32.76	36.00	39.60	2.45
140	waistband back height	91.02	97.90	106.15	4.45
141	waistband back to vertical	22.66	25.05	27.70	1.60
142	waistband front height	87.56	95.80	103.10	4.78
143	waistband front to vertical	42.50	46.35	50.90	2.69
144	Waistband height	89.55	96.75	104.05	4.47
145	Waistband to buttock height left	7.58	11.85	15.30	2.66
146	Waistband to buttock height right	7.69	11.95	15.40	2.65
147	Weight (kg)	48.37	65.30	94.75	13.92
148	Width armpits	34.25	39.20	45.10	3.65
149	Wrist girth left	14.46	15.70	17.70	1.09
150	Wrist girth right	15.10	16.00	18.25	0.93

Sedangkan apabila ditinjau dari nilai presisi yang diinginkan, atau agar nilai yang diperoleh pada sampel juga menggambarkan nilai populasi pada range tertentu, maka semua dimensi antropometri tersebut dapat diolah kembali.

**Tabel 4.12** Nilai Presisi dari Data Antropometri

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Range Terhadap Rata-rata Populasi (mm)</b>
1	3D waist band	21
2	3D waistband back height	9
3	3D waistband back to vertical	3
4	3D waistband front height	10
5	3D waistband front to vertical	5
6	3D waistband left to crotch	4
7	3D waistband right to crotch	4
8	Across back width	5
9	Across back width (armpit level)	6
10	Across front width	6
11	Ankle girth left	3
12	Ankle girth right	3
13	Ankle height	1
14	Arm length left	6
15	Arm length right	6
16	Arm length to neck back left	7
17	Arm length to neck back right	8

**Tabel 4.12** Nilai Presisi dari Data Antropometri (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Range Terhadap Rata-rata Populasi (mm)</b>
18	Arm length to neck left	7
19	Arm length to neck right	7
20	Belly circumference	24
21	Belly circumference height	9
22	Body height	13
23	Breast height	10
24	Bust point to neck left	5
25	Bust point to neck right	4
26	Bust points around neck	10
27	Bust points width	3
28	Bust/chest girth	19
29	Bust/chest girth (horizontal)	19
30	Buttock girth	19
31	Buttock height	8
32	calf girth left	7
33	calf girth right	7
34	Cross shoulder	6
35	Cross shoulder over neck	5
36	Crotch height	8
37	Crotch length	12
38	Crotch length at waistband	10
39	Crotch length at waistband A	10
40	Crotch length, front	6
41	Crotch length, rear	7
42	Dev. waist band from waist (back)	5
43	Dev. waist band from waist (front)	7
44	Dev. waist band from waist (side)	6
45	Distance 7CV – vertical	4
46	Distance abdomen to vertical	5
47	Distance across back width (armpit level) - waist	4
48	Distance back in belly height to vertical	3
49	Distance back in breast height to vertical	3
50	Distance back in hip height to vertical	3
51	Distance back in maximum belly height to vertical	3
52	Distance belly to vertical	7
53	Distance breast to vertical	6
54	Distance buttock to vertical	3
55	Distance crotch to waistband	4
56	Distance front in hip height to vertical	6

**Tabel 4.12** Nilai Presisi dari Data Antropometri (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Range Terhadap Rata-rata Populasi (mm)</b>
57	Distance maximum belly to vertical	6
58	Distance neck front to vertical	5
59	Distance neck to hip	5
60	Distance neck-knee	8
61	Distance scapula to vertical	3
62	Distance waist back to vertical	3
63	Distance waist-knee	5
64	Distance waistband – buttock	5
65	Distance waistband-high hip back	3
66	Distance waistband-knee	6
67	Ellbow girth left	5
68	Ellbow girth right	4
69	Forearm girth left	6
70	Forearm girth right	4
71	Forearm length left	4
72	Forearm length right	5
73	Head height	3
74	Height of shoulder blades	12
75	High hip girth	23
76	High waist girth	19
77	High waist height	9
78	Hip girth	17
79	Hip height	9
80	Hip/thigh girth	14
81	Inseam left	8
82	Inseam right	8
83	Inside leg-ankle left	7
84	Inside leg-ankle right	7
85	Knee girth left	7
86	Knee girth right	7
87	Knee height	4
88	Maximum belly circumference	23
89	Maximum belly circumference height	9
90	Mid neck girth	5
91	min. leg girth left	4
92	min. leg girth right	4
93	Neck at base girth	5
94	Neck diameter	2
95	Neck front to waist	5

**Tabel 4.12** Nilai Presisi dari Data Antropometri (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Range Terhadap Rata-rata Populasi (mm)</b>
96	Neck front to waist over bust line	5
97	Neck height	11
98	Neck height front	12
99	Neck left to waist back	5
100	Neck right to waist back	4
101	Neck right to waist over bust	5
102	Neck to across back width (armpit level)	3
103	Neck to waist center back	4
104	scapula height 2	9
105	Shoulder angle left	7
106	Shoulder angle right	8
107	Shoulder width left	2
108	Shoulder width right	2
109	Side upper torso length left	4
110	Side upper torso length right	4
111	sideseam 3D waistband left	9
112	sideseam 3D waistband right	9
113	Sideseam ankle left	9
114	Sideseam ankle right	9
115	Sideseam at waist left	9
116	Sideseam at waist right	9
117	Sideseam left	9
118	Sideseam right	9
119	Thigh girth left (horizontal)	14
120	Thigh girth right (horizontal)	13
121	Torso width at waist	11
122	Total torso girth	19
123	Underbust circumference (horizontal)	18
124	Upper arm diameter left	4
125	Upper arm diameter right	3
126	Upper arm girth left	7
127	Upper arm girth right	7
128	Upper arm length left	3
129	Upper arm length right	3
130	Upper torso torsion	6
131	Waist band	21
132	Waist girth	22
133	Waist height	9
134	Waist to buttock	3

**Tabel 4.12** Nilai Presisi dari Data Antropometri (Sambungan)

<b>NO</b>	<b>Dimensi Antropometri</b>	<b>Range Terhadap Rata-rata Populasi (mm)</b>
135	Waist to buttock height left	3
136	Waist to buttock height right	3
137	Waist to high hip back	3
138	Waist to hip/thigh left	5
139	Waist to hip/thigh right	5
140	waistband back height	9
141	waistband back to vertical	3
142	waistband front height	10
143	waistband front to vertical	5
144	Waistband height	9
145	Waistband to buttock height left	5
146	Waistband to buttock height right	5
147	Weight (kg)	28
148	Width armpits	7
149	Wrist girth left	2
150	Wrist girth right	2

Berdasarkan Tabel 4.7, diketahui bahwa sekitar 83% dari keseluruhan data antropometri yang ada dapat menggambarkan nilai rata-rata populasi dengan range 10 mm.

Dengan demikian, keseluruhan data antropometri tersebut dapat digunakan untuk mewakili populasi mahasiswa pria berumur 18 – 25 tahun. Data antropometri tersebut nantinya dapat digunakan untuk membuat desain produk maupun stasiun kerja yang ditujukan bagi populasi tersebut.

#### 4.3.4. Kontrol Kualitas pada Data Antropometri

Setelah semua data antropometri diperoleh, maka yang harus dilakukan sebagai salah satu bagian dalam tahapan pelaksanaan adalah kontrol kualitas. Kontrol kualitas dilakukan untuk memastikan data antropometri yang diperoleh berada pada rentang nilai yang sesuai. Kontrol kualitas antara lain juga digunakan untuk memvalidasi data antropometri.

Bagaimana sebuah kontrol kualitas dilakukan? Salah satu cara yang paling mudah adalah dengan menggunakan studi perbandingan. Data antropometri yang

diperoleh dibandingkan dengan berbagai data antropometri yang telah diperoleh pada penelitian-penelitian sebelumnya. Proses pembandingan ini digunakan untuk memastikan distribusi data antropometri yang berada pada rentang nilai terendah dan nilai tertinggi yang sesuai.

Pembandingan haruslah merupakan data antropometri dari segmentasi populasi yang sesuai. Oleh karena itu, banyak penelitian yang mendasarkan proses perbandingannya pada berbagai penelitian yang juga melibatkan target populasi yang serupa, misalnya pada penelitian CAESAR. Data antropometri yang diperoleh pada penelitian ini dimonitor dengan menggunakan data tinggi dan berat di negara yang bersangkutan. Studi yang digunakan sebagai bahan komparasi di Amerika Utara adalah *United States National Health and Nutritional Examination Study III* (NHANES III). Di Belanda, referensi yang digunakan adalah data Statistik Belanda (*Statistics Netherlands*). Sedangkan, data referensi yang digunakan di Italia telah disediakan oleh ISTAT.

Apabila tidak terdapat data antropometri dari penelitian sebelumnya yang melibatkan target populasi yang serupa, maka faktor pembandingan dapat diambil dari kumpulan populasi yang mirip. Sebagai contoh, data antropometri dari penduduk Indonesia mungkin dapat dibandingkan dengan data antropometri dari negara Asia lainnya, seperti Taiwan atau Jepang. Pengambilan data antropometri dari negara dengan perbedaan dimensi tubuh yang cukup signifikan mungkin akan menyebabkan terjadinya bias dalam data yang diperoleh (sebagai contoh, populasi Indonesia dibandingkan dengan populasi Eropa).

Tabel 4.13 menunjukkan ukuran antropometri rata-rata dari penduduk Asia Timur, yang terdiri dari populasi Taiwan, China, Jepang, dan Korea. Database antropometri penduduk China meliputi 47 ukuran yang diperoleh dari 11.164 pria dengan batasan umur 18 – 60 tahun dan 11.150 wanita dengan batasan umur 18 – 55 tahun. Database antropometri Jepang meliputi 178 ukuran yang diperoleh dari 34.000 orang dengan batasan umur 7 hingga 90 tahun. Untuk database antropometri Korea, 120 dimensi antropometri diperoleh dari sekitar 13.000 orang. Database antropometri Taiwan meliputi 265 ukuran yang diperoleh dari 11.000 orang. Sampel dewasanya sendiri terdiri dari 1322 pria dan 799 wanita dengan batasan umur 18 hingga 65 tahun.

**Tabel 4.13** Rata-Rata Data Antropometri dari Penduduk Asia Dewasa

Unit (mm)	Taiwanese		Chinese		Japanese		Korean	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Stature	1699	1573	1678	1570	1690	1569	1707	1588
Eye height	1579	1457	1568	1454	1566	1448	1588	1480
Jaw height	1467	1354	1455	1354	1455	1348	NA	NA
Shoulder height	1391	1285	1367	1271	1374	1270	1383	1289
Elbow height (straight arm)	1088	1007	1054	987	1064	983	NA	NA
Wrist height	849	794	817	774	826	766	NA	NA
Fingertip height	657	620	NA	NA	659	611	644	604
Head length	232	219	223	216	235	221	182	173
Upper arm length	302	281	313	284	315	291	NA	NA
Forearm length	240	213	237	213	253	230	NA	NA
Hand length	192	174	183	171	182	168	189	175
Biacromial breadth	375	331	375	351	388	348	391	352
Shoulder breadth	453	410	431	397	449	402	451	406
Chest breadth	322	293	280	260	312	281	NA	NA
Hip breadth	318	322	306	317	339	333	322	319
Armpit height	1274	1178	NA	NA	1260	1171	1279	1202
Trochanter height	859	804	909	915	NA	NA	842	791
Knee height	449	412	444	446	449	412	NA	NA
Left lateral malleolus height	68	61	NA	NA	46	41	NA	NA
Horizontal Fingertip reach (from wall)	826	757	NA	NA	820	751	821	760
Elbow height (flexed arm)	1055	980	1024	960	1043	965	1046	977
Waist height	1000	919	NA	NA	980	908	1026	966
Crotch height	731	702	790	732	748	704	757	718
Vertical fingertip reach	2120	1940	NA	NA	2095	1928	2125	1961
Elbow height, sitting	263	254	263	251	270	253	265	263
Eye height, sitting	788	735	798	739	789	732	809	758
Sitting height	907	848	908	855	909	850	921	866
Vertical fingertip reach, sitting	1331	1218	NA	NA	1314	1208	1346	1248
Knee height, sitting	523	472	493	458	NA	NA	508	470
Popliteal height, sitting	408	379	413	382	396	362	410	384
Buttock to popliteal length, sitting	454	439	457	433	452	437	470	449
Buttock to front of knee length, sitting	558	530	554	529	559	531	553	528
Weight (kg)	67.5	53.8	59.0	52.0	65.5	52.2	66.0	53.5

(Lin, Yu-Cheng et al, 2004)

Karena Indonesia belum pernah memiliki data antropometri populasi sebelumnya, maka perbandingan dapat dilakukan dengan data antropometri dari negara-negara Asia. Untuk itu perlu dilakukan pencarian data mengenai data antropometri dengan kelompok yang spesifik, misalnya untuk kelompok umur tertentu.

#### 4.3.5. Pengembangan Kuesioner Demografis

Penelitian pendahuluan yang melibatkan penggunaan kuesioner demografis tersebut juga dijadikan sebagai bahan uji untuk mengetahui apakah kuesioner tersebut dapat digunakan secara layak.

Dalam penggunaannya, terdapat berbagai ide dan saran dalam memperbaiki format kuesioner demografis. Ide dan saran tersebut dikumpulkan dan dituangkan dalam kuesioner demografis versi terbaru, yaitu versi dua.

Perbedaan yang cukup signifikan dari versi sebelumnya adalah perbedaan pengelompokan item pertanyaan. Pengelompokan item pertanyaan pada versi satu dirasa membingungkan oleh sebagian besar subyek penelitian. Pada versi terbaru ini, item penelitian dikelompokkan berdasarkan kedekatan informasi. Dengan demikian, subyek penelitian tidak akan menjadi bingung ketika mendapati pertanyaan mengenai informasi yang mirip terulang di kelompok berikutnya – seperti yang terjadi pada kuesioner versi satu.

Pada kuesioner demografis versi terbaru ini, item pertanyaan diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama, yaitu informasi pribadi, informasi keluarga, dan informasi pelengkap.

Informasi pribadi terdiri dari berbagai pertanyaan mengenai status dan hal yang bersifat *personal*, seperti jenis kelamin, tempat dan tanggal lahir, pekerjaan, level pendidikan, status pernikahan, jumlah anak, serta status dalam keluarga.

Informasi keluarga mengungkap informasi detil mengenai asal-usul suku bangsa, level pendidikan, serta pekerjaan orang tua. Pada kuesioner ini suku bangsa diperdalam tingkatannya, hingga kakek dan nenek dari subyek penelitian. Tingkatan ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana tingkat akulturasi yang terjadi pada subyek penelitian.

Informasi pelengkap merupakan informasi tambahan, antara lain mengenai status militer, pendapatan keluarga, level kebugaran, serta ukuran-ukuran dari pakaian yang digunakan.

Dalam pembuatannya, kuesioner versi dua ini lebih banyak didominasi oleh item pilihan (*check list*) yang bertujuan untuk mempermudah subyek penelitian dalam mengisi kuesioner. Selain itu, penggunaan item pilihan juga dapat membatasi opsi (pilihan) yang dimiliki oleh subyek penelitian, sehingga proses pemfokusan data demografis menjadi lebih mudah untuk dilakukan.

Nomor \_\_\_\_\_  
Tanggal Pengambilan Data \_\_\_\_\_

**3D - ANTHROPOMETRY DATABASE**  
**DEMOGRAPHIC**  
**INPUT**  
**QUESTIONS**

**Gambar 4.18** Tampilan Kuesioner Demografis Versi 2.0 (Depan)

**INFORMASI PRIBADI**

1. Jenis Kelamin  Laki-laki  Perempuan

2. Tanggal Lahir: \_\_\_\_\_

3. Tempat Lahir: \_\_\_\_\_

4. Pekerjaan: \_\_\_\_\_

5. Level Pendidikan Terakhir: \_\_\_\_\_

6. Status Pernikahan  Belum menikah  Sudah menikah  Tidak ada status pernikahan

7. Jumlah Anak: \_\_\_\_\_

8. Status dalam Keluarga: \_\_\_\_\_

**INFORMASI KELUARGA**

9. Daftar Anggota

Urut	Umur	SSN (No)	Kelamin	SSN (No)	Kelamin
(No of Spouse)					

10. Level Pendidikan Terakhir: \_\_\_\_\_

11. Status Pernikahan  Belum menikah  Sudah menikah  Tidak ada status pernikahan

12. Level Pendidikan Terakhir: \_\_\_\_\_

13. Status Pernikahan  Belum menikah  Sudah menikah  Tidak ada status pernikahan



**Gambar 4.19** Tampilan Kuesioner Demografis Versi 2.0 (Isi)

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Tahapan-tahapan pengembangan rancangan penelitian pembuatan database antropometri 3D terdiri dari pendefinisian tujuan penelitian, pengembangan rencana penelitian, pengujian rencana penelitian, pelaksanaan penelitian, serta analisa dan penyajian hasil penelitian. Tahapan-tahapan utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa sub tahap dalam mendukung penelitian yang dilakukan.

Dalam mendefinisikan tujuan penelitian pembuatan database antropometri 3D, perlu ditetapkan terlebih dahulu konsep produk yang diinginkan, segmentasi pasar, serta data antropometri yang diperlukan pada perancangan produk.

Pengembangan rencana penelitian terdiri dari penentuan sampel, penentuan kebutuhan berdasarkan alat pemindai 3D, pembuatan deskripsi teknis kegiatan penelitian, serta pembuatan kuesioner.

Pengujian rencana penelitian dilakukan dengan tes penggunaan kuesioner, pengujian kesiapan personil, serta dengan menentukan prakiraan waktu yang diperlukan.

Setelah penelitian dilaksanakan dan data antropometri terkumpul, maka langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan analisa serta publikasi hasil penelitian.

Studi kasus yang dilakukan pada penelitian pembuatan database antropometri 3D Indonesia membuktikan bahwa metode penelitian yang dirancang (sesuai dengan batasan masalah) dapat diimplementasikan secara terpadu. Langkah-langkah yang ada pada rancangan metode penelitian tersebut dapat diikuti untuk membuat perencanaan penelitian berbasis antropometri.

Penelitian awal yang dilakukan dengan menggunakan alat pemindai Vitronic VITUS XXL di Ergonomics Centre Universitas Indonesia menghasilkan data antropometri yang dapat digunakan untuk menggambarkan populasi manusia Indonesia berjenis kelamin laki-laki, berumur 18 – 25 tahun, dan berasal dari ras Southeast Asiatic.

## 5.2. Saran

Rancangan metode penelitian ini merupakan rancangan umum yang dapat dikembangkan untuk memenuhi berbagai macam kondisi yang mungkin terjadi. Pengembangan yang perlu dilakukan juga meliputi penambahan kelengkapan informasi yang terdapat pada metode penelitian.

1. Metode penelitian ini perlu dikembangkan sesuai dengan berjalannya waktu. Ditemukannya teknologi baru, serta selesainya berbagai penelitian pembuatan database antropometri 3D di seluruh dunia, dapat dijadikan sebagai sebuah dasar dalam pengembangan metode penelitian ini.
2. Sebaiknya dibuat kelengkapan standar mengenai kebutuhan postur maupun kelengkapan pemindaian sesuai dengan alat pemindai antropometri yang digunakan. Banyaknya tipe yang tersedia menyebabkan prosedur pemindaian harus menyesuaikan diri dengan alat pemindainya. Daftar kebutuhan pemindaian berdasarkan alat pemindai perlu dibuat sehingga memudahkan pelaksanaan metode penelitian ini.
3. Perlu dilakukan studi yang mendalam terhadap standar yang mempengaruhi metode penelitian ini. Adapun saat ini terdapat berbagai standar, mulai dari standar yang berlaku secara lokal hingga standar yang berlaku internasional. Studi terhadap standar tersebut perlu memperhatikan masalah isi dan relevansinya terhadap penelitian yang dilakukan di masa sekarang.

Apabila ditinjau dari studi kasus yang dilakukan, yaitu pembuatan database antropometri nasional Indonesia, maka saran yang diajukan oleh penulis adalah:

1. Perlu dilakukan pembahasan lebih lanjut dengan berbagai ahli dan pihak yang berhubungan dengan permasalahan antropometri ini. Penelitian ini bukanlah merupakan sebuah penelitian berskala kecil, oleh karena itu perlu diperoleh persamaan konsep dari berbagai ahli di bidang ini. Adapun studi kasus yang terdapat pada penelitian ini dimaksudkan untuk dijadikan sebagai panduan dalam pelaksanaannya nanti.

2. Perlu dilakukan pelatihan lanjutan dalam penggunaan alat pemindai 3D. Pelatihan yang dibutuhkan meliputi penggunaan alat pada penelitian berskala besar yang sesungguhnya, penggunaan *landmark*, penggunaan postur-postur tubuh tertentu, dan sebagainya. Apabila pelatihan lanjutan tidak dimungkinkan untuk diadakan, maka perlu dilakukan studi yang mendalam mengenai operasionalisasi alat.
3. Perlengkapan dan kebutuhan prosedur yang dicantumkan pada studi kasus ini merupakan konsep dasar. Dengan demikian, sebaiknya dilakukan pembahasan lebih lanjut untuk menambahkan berbagai spesifikasi detail pada prosedur yang ada.
4. Hubungan kerja sama juga perlu menjadi sorot perhatian pada pengembangan studi kasus ini. Prosedur kerja sama dengan pihak ketiga harus dibuat, demikian pula halnya dengan penentuan siapa saja pihak-pihak yang dapat diajak bekerja sama.
5. Studi kasus ini perlu mendapat tambahan kelengkapan di beberapa bagian, seperti anggaran dana, dan *timeline* penelitian, guna menghasilkan sebuah panduan yang lengkap dan siap pakai.

## DAFTAR REFERENSI

- Andersson, M., Hwang, S.G. and Green, W.T. (1965). Growth of the normal trunk in boys and girls during the second decade of life, *Journal of Bone and Joint Surgery*, 47A, 1554–64.
- Ashby, P. (1979). *Ergonomics Handbook 1: Body Size and Strength*. SA Design Institute, Private Bag X191, Pretoria 0001.
- Blackwell, S., Robinette, K., Daanen, H., Boehmer, M., Fleming, S., Kelly, S., Brill, T., Hoferlin, D., And Burnsides, D., (2002) *Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (CAESAR), Final Report, Volume I: Summary*, (in press)
- Blackwell, S., Robinette, K., Daanen, H., Boehmer, M., Fleming, S., Kelly, S., Brill, T., Hoferlin, D., And Burnsides, D., (2002) *Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (CAESAR), Final Report, Volume II: Descriptions*, (in press)
- Blaich, R. (1987). Ergo design as a corporate strategy. In: *Behavior and information technology*. London: Taylor & Francis. Vol 6, no. 3. pag. 219-227.
- Boas, F. (1940). *Race, Language, and Culture*. New York: Macmillan.
- Boas, F. (1912). *Changes in Bodily Form of Descendants of Immigrants*. New York: Columbia University Press.
- Boas, F. (1930). Observations on the growth of children. *Science*. 72: 44-48.
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction to Ergonomics* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Taylor & Francis.
- Burnsides, D.B., Boehmer, M. and Robinette, K.M. (2001) 3-D Landmark Detection and Identification in the CAESAR Project. In: *Proceedings of the Third International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling Conference*. Quebec City, Canada, pp. 393-398, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA.
- Buxton B, Dekker L, Douros I, Vassilev T. (2000). *Reconstruction and Interpretation of 3D Whole Body Surface Images Scanning*. Paris, France

- Chapanis, Alphonse. (1994). Ergonomics in product development: a personalized review. In: *Proceedings of IEA 94*. Toronto: IEA. Vol 1, pag. 52 – 54.
- Chapanis, Alphonse. (1999). *The Chapanis chronicles: 50 years of human factors research, education, and design*. Santa Barbara (California): Aegean Publishing Company.
- Cobb, P. (2001). *Supporting the Improvement of Learning and Teaching in Social and Institutional Context*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Coon S. C., S. M. Garn, J. B. Birdsell. (1950). *Races: A Study of Race Formation in Man*.
- Cushman, William H. and Daniel J. Rosemberg. (1991). *Human Factors in Product Design*. Amsterdam: Elsevier.
- Daanen, Hein. (2007). *3D anthropometric data collection*. In: WEAR meeting. Brazil.
- Daw, S. F. (1970). Age of boys' puberty in Leipzig, 1727-49, as indicated by voice breaking in J. S. Bach's choir members. *Human Biology* 42: 87-89.
- Edelson, Daniel C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of The Learning Sciences*, 11(1), pp. 105-121. Northwestern: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Floud, R., K. Wachter, and A. Gregory. (1990). *Height, Health, and History: Nutritional Status in the United Kingdom, 1750-1980*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Garn, Stanley M. *Human Races*. Charles C. Thomas: United States of America. 1971.
- Harsojo, Prof. (1988). *Pengantar Antropologi*. Bandung: Binacipta,
- Hertzberg, H. T. E. et al. (1963). *Anthropometric Survey of Turkey, Greece, and Italy*. AGARDograph 73. Pergamon Press, Oxford.
- Hoebel, E. Adamson. (1949). *Anthropology: The Study of Man*. McGraw-Hill, Inc: United States of America.
- Knight, I. (1984). *The Heights and Weights of Adults in Great Britain*, London: HMSO.

- Konig HL, Kreuger AP, Lang S, Sonning W (1980) *Biologic Effects of Enviromental Electromagnetism*. Springer Verlag.
- Kouchi. M and M. Mochimaru. (2006). Quality Control of Anthropometric Database. Digital Human Research Center, AIST
- Lasker, G. W. and C. G. N. Mascie-Taylor.(1989). Effects of social class and social mobility on growth in height, weight and *Body* mass index in a British cohort. *Ann Hum. Biol.* 16(1): 1-8.
- Lin, Yu-Cheng et al. (2004). The Comparison of Anthropometric Characteristics Among Four Peoples in East Asia. In: *Applied Ergonomics* 35, pp 173-178). Elsevier.
- Little, M.A (1995). Adaptation, adaptability, and multidisciplinary research. In: *Biological Anthropology: The State of the Science*, ed. By N. T. Boaz and L. D. Wolfe, pp. 121-147. Bend, Oregon: International Institute for Human Evolutionary Research.
- Moraes, A. de et al. (1996). Ergonomics & design, ergonomic design, ergodesign: how the task activities determine the product configuration, *layout* and profile. In: *Proceedings of the III International Congress of Project Engineering*. Barcelona: AEIPRO/UPC.
- Pheasant, Steven. (1997). *Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work*. London: Taylor & Francis.
- Roberts, D.F. (1975) Population differences in dimensions, their genetic basis and their relevance to practical problems of design, in A.CHAPANIS (Ed.), *Ethnic Variables in Human Factors Engineering*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Robinette, K. M. (2000). CAESAR Measures Up, in *Ergonomics in Design*, Vol. 8, No. 3, pp 17-23, Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA
- Robinette K. M., Daanen H, Paquet E. (1999). The Caesar project: a 3-D surface anthropometry survey. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling*. Ottawa, Canada, pp 380–386

- Roche, A.F and Davila, G.H. (1972). Late adolescent growth in stature, *Pediatrics*, 50, 874–80.
- Sanders, Mark and McCormick, Ernest. (1993). *Human Factors in Engineering and Design 7<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Sutalaksana. (1992). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: KMTI ITB.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H. and Takaishi, M. (1966). *Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children*, 1965, Part I, *Archives of Diseases of Childhood*, 41, 454–71; Part 2, *Archives of Diseases of Childhood*, 41, 613–35
- Tanner, J.M. and Whitehouse, R.H. (1976). *Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty*, *Archives of Diseases in Childhood*, 51, 170–9.
- Tanner, J.M., Hayashi, T., Preece, M.A. and Cameron, N. (1982). Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957–1977: a comparison with British and with Japanese Americans, *Annals of Human Biology*, 9, 411–23.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at Adolescence*. Blackwell, Oxford.
- Tayyari, Fariborz and Smith, James L. (1997). *Occupational Ergonomics: Principles and Applications*. London: Chapman & Hall.
- Wang et al. (2007). Automated anthropometric data collection from three-dimensional digital human models. In *International Journal of Technology* 32: 109-115.
- Wirsching, Hans-Joachim. (2009). *SizeGERMANY – the new German Anthropometric Survey Conceptual Design, Implementation, and Results*. IEA: 17<sup>th</sup> World Congress on Ergonomics, Beijing.
- Yap, Leong; Vitalis, Tony; Legg, Stephen. (1997). Ergodesign: from description to transformation. In: *Proceedings of the 13<sup>th</sup> triennial congress of the international ergonomics association*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health. Vol. 2. pag. 320 – 322.

3D - ANTHROPOMETRY DATABASE

# DEMOGRAPHIC INPUT QUESTIONS

NOMOR :

TANGGAL : \_\_\_\_\_  
WAKTU : \_\_\_\_\_



## KRITERIA SAMPLING

Apakah jenis kelamin Anda? (lingkari salah satu)  
Laki-laki      Perempuan

Berapakah tinggi Anda? \_\_\_\_\_

Berapakah berat Anda? \_\_\_\_\_

## MONITORED SAMPLING

Apakah tanggal kelahiran Anda? \_\_\_\_\_

Di manakah Anda lahir? \_\_\_\_\_

Apakah etnis/ras dari ayah Anda? \_\_\_\_\_

Apakah etnis/ras dari ibu Anda? \_\_\_\_\_

## PERSONAL INFORMATION

Apakah Anda pernah atau sedang menjadi anggota aktif dari militer? (lingkari salah satu)  
Ya      Tidak

Apakah pekerjaan Anda sekarang? \_\_\_\_\_

Apakah status pernikahan Anda? (lingkari salah satu)  
Single      Menikah

Jika menikah, berapakah jumlah anak yang Anda miliki?  
Apakah level pendidikan terakhir Anda? (lingkari salah satu)

- Sekolah Dasar
- Sekolah Menengah Pertama
- Sekolah Menengah Atas
- D3
- S1
- S2
- S3
- Tidak ada dalam pilihan

Berapa jam dalam seminggu yang Anda gunakan untuk melakukan latihan fisik? (lingkari salah satu)

- 0 – 1 jam
- 2 – 3 jam
- 4 – 6 jam
- 6 – 10 jam
- Lebih dari 10 jam

Berapakah penghasilan sebulan dalam keluarga Anda? (lingkari salah satu)

- Kurang dari Rp 500.000,00
- Rp 500.000,00 – Rp 1.500.000,00
- Rp 1.500.000,00 – Rp 2.500.000,00
- Rp 2.500.000,00 – Rp 5.000.000,00
- Rp 5.000.000,00 – Rp 10.000.000,00
- Lebih dari Rp 10.000.000,00
- Tidak tahu

## SIZING INFORMATION

Berapakah ukuran biasa dari sepatu Anda?  
\_\_\_\_\_

Berapakah nomor celana yang sering Anda gunakan?  
\_\_\_\_\_

Apakah ukuran baju yang sering Anda kenakan?  
\_\_\_\_\_

# TERIMA KASIH

Nomor \_\_\_\_\_  
Tanggal Pengambilan Data \_\_\_\_\_



**3D - ANTHROPOMETRY DATABASE**  
**DEMOGRAPHIC**  
**INPUT**  
**QUESTIONS**

### INFORMASI PRIBADI

1. Jenis Kelamin  Laki-laki  Perempuan
2. Tempat Lahir \_\_\_\_\_
3. Tanggal Lahir \_\_\_\_\_
4. Pekerjaan \_\_\_\_\_
5. Level Pendidikan Terakhir
- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Sekolah Dasar<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Pertama<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Atas<br><input type="checkbox"/> D3 | <input type="checkbox"/> S1<br><input type="checkbox"/> S2<br><input type="checkbox"/> S3<br><input type="checkbox"/> Tidak sekolah | <input type="checkbox"/> Tidak ada dalam pilihan |
|--|---|--|
6. Status Pernikahan
- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Belum Menikah<br><input type="checkbox"/> Menikah | <input type="checkbox"/> Bercerai<br><input type="checkbox"/> Janda / Duda |
|--|--|
7. Jumlah Anak \_\_\_\_\_
8. Status dalam Keluarga  
 Anak ke \_\_\_\_\_ dari \_\_\_\_\_ bersaudara

### INFORMASI KELUARGA

9. Suku Bangsa

AYAH	IBU	KAKEK (dari Ayah)	NENEK (dari Ayah)	KAKEK (dari Ibu)	NENEK (dari Ibu)

10. Level Pendidikan Terakhir Ayah
- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Sekolah Dasar<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Pertama<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Atas<br><input type="checkbox"/> D3 | <input type="checkbox"/> S1<br><input type="checkbox"/> S2<br><input type="checkbox"/> S3<br><input type="checkbox"/> Tidak sekolah | <input type="checkbox"/> Tidak ada dalam pilihan |
|--|---|--|
11. Level Pendidikan Terakhir Ibu
- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Sekolah Dasar<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Pertama<br><input type="checkbox"/> Sekolah Menengah Atas<br><input type="checkbox"/> D3 | <input type="checkbox"/> S1<br><input type="checkbox"/> S2<br><input type="checkbox"/> S3<br><input type="checkbox"/> Tidak sekolah | <input type="checkbox"/> Tidak ada dalam pilihan |
|--|---|--|



12. Pekerjaan Ayah \_\_\_\_\_

13. Pekerjaan Ibu \_\_\_\_\_

**INFORMASI PELENGKAP**

14. Apakah Anda pernah bergabung dengan kesatuan militer?

 Ya Tidak

15. Berapakah pendapatan per bulan dari keluarga Anda?

- Kurang dari Rp 500.000,00  
 Rp 500.000,00 – Rp 1.500.000,00  
 Rp 1.500.000,00 – Rp 2.500.000,00  
 Rp 2.500.000,00 – Rp 5.000.000,00  
 Rp 5.000.000,00 – Rp 10.000.000,00  
 Lebih dari Rp 10.000.000,00

16. Berapa jam yang Anda habiskan untuk berolahraga dalam seminggu?

- 0 – 1 jam  
 2 – 3 jam  
 4 – 6 jam  
 7 – 10 jam  
 Lebih dari 10 jam

17. Berapakah tinggi perkiraan Anda? \_\_\_\_\_ cm

18. Berapakah berat perkiraan Anda? \_\_\_\_\_ kg

19. Berapakah ukuran sepatu yang sering Anda gunakan?

- |  |                             |  |
|--|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 35 atau lebih kecil | <input type="checkbox"/> 39 | <input type="checkbox"/> 43                  |
| <input type="checkbox"/> 36                  | <input type="checkbox"/> 40 | <input type="checkbox"/> 44                  |
| <input type="checkbox"/> 37                  | <input type="checkbox"/> 41 | <input type="checkbox"/> 45                  |
| <input type="checkbox"/> 38                  | <input type="checkbox"/> 42 | <input type="checkbox"/> 46 atau lebih besar |

20. Berapakah ukuran celana yang sering Anda gunakan?

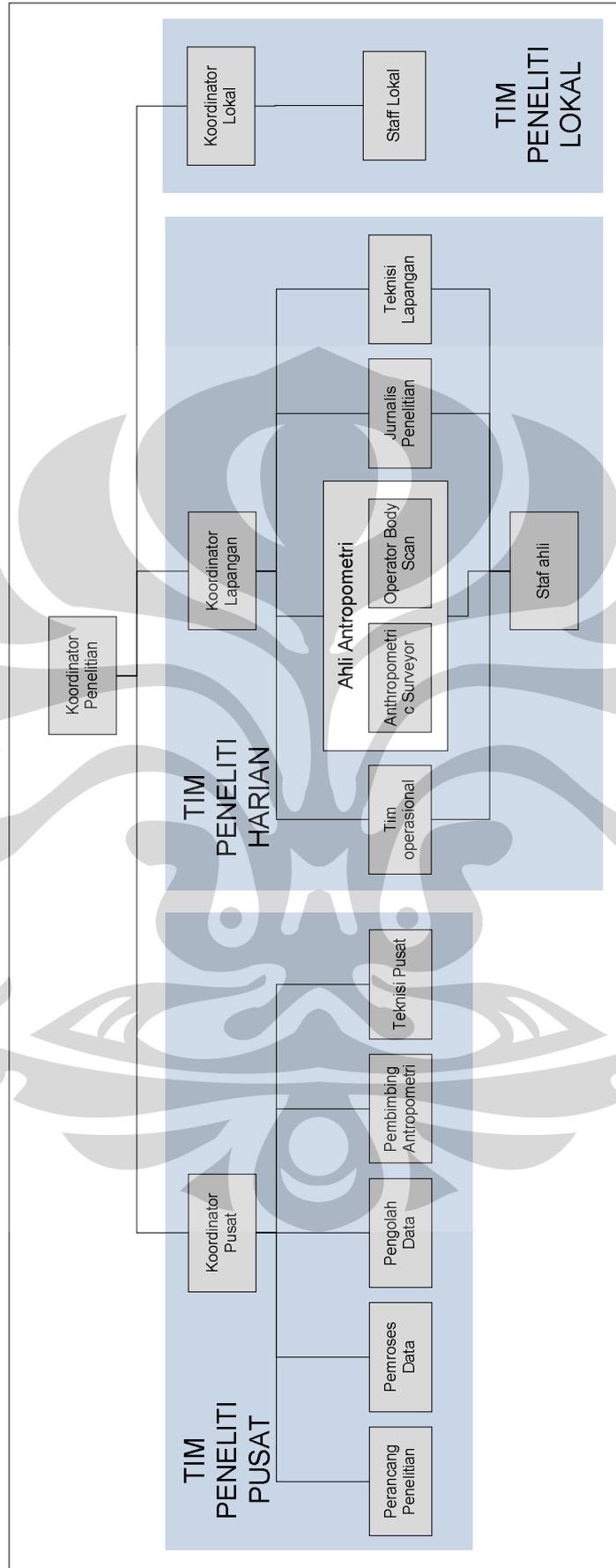
- |  |                             |  |
|--|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 26 atau lebih kecil | <input type="checkbox"/> 30 | <input type="checkbox"/> 34                  |
| <input type="checkbox"/> 27                  | <input type="checkbox"/> 31 | <input type="checkbox"/> 35                  |
| <input type="checkbox"/> 28                  | <input type="checkbox"/> 32 | <input type="checkbox"/> 36                  |
| <input type="checkbox"/> 29                  | <input type="checkbox"/> 33 | <input type="checkbox"/> 37 atau lebih besar |

21. Berapakah ukuran baju yang sering Anda gunakan?

- |                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> Super Small | <input type="checkbox"/> Large              | <input type="checkbox"/> Triple Extra Large |
| <input type="checkbox"/> Small       | <input type="checkbox"/> Extra Large        |   |
| <input type="checkbox"/> Medium      | <input type="checkbox"/> Double Extra Large |   |



LAMPIRAN 3  
RANCANGAN STRUKTUR ORGANISASI



# LAMPIRAN 4 RANCANGAN LAYOUT RUANG PENELITIAN

