



**PERANCANGAN TONGKAT TUNANETRA MENGGUNAKAN
SENSOR ULTRASONIK GUNA PENINGKATAN MOBILITAS
PENYANDANG TUNANETRA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S1 Teknik Industri

Oleh:

MUHAMMAD KHANIF HIDAYATULLAH
NPM. 6320600004

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Perancangan Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik
Guna Peningkatan Mobilitas Penyandang Disabilitas

Nama penulis : Muhammad Khanif Hidayatullah

NPM : 6320600004

Telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan
penguji Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal, pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 3 Januari 2025

Dosen Pembimbing I



Siswivanti, S.T., M.T

NIPY. 12551341974

Dosen Pembimbing II



Rizki Prasetyo, T., M.kom

NIPY. 31169101992

HALAMAN PENGESAHAN

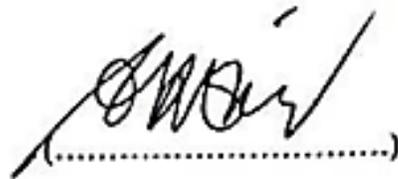
Telah disetujui dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik Dan Ilmu
Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Jum'at

Tanggal : 24 Januari 2025

Ketua Sidang

Ahmad Farid, S.T., M.T
NIPY. 191511101978



(.....)

Penguji Utama

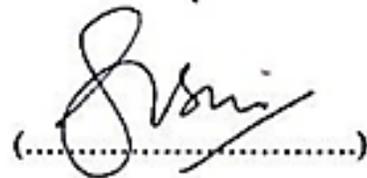
Ir. Hj. Zulfah, M.M
NIPY. 68531051964



(.....)

Penguji I

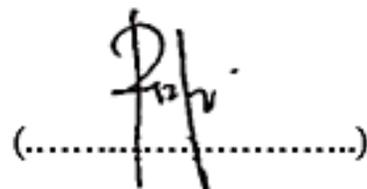
Siswiyanti, S.T., M.T
NIPY. 12551341974



(.....)

Penguji II

Rizki Prasetyo, T, M.kom
NIPY. 31169101992



(.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



M. Subowo, ST, MT
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penyusunan skripsi ini saya tidak melaksanakan peniruan. Dengan ini, saya memberitahukan jika skripsi yang berjudul “Perancangan Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Guna Peningkatan Mobilitas Penyandang Tunanetra” seluruh isinya benar – benar karya pribadi dan saya tidak melakukan kutipan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini saya mengambil resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya yang saya tulis.

Tegal, 18 Februari 2025



Muhammad Khanif Hidayatullah

NPM. 63206000004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“BAHAGIA MINAL IMAN”

PERSEMBAHAN

Untuk orang tua saya dan ilmu pengetahuan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur selalu dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Guna Peningkatan Mobilitas Penyandang Tunanetra”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi jenjang S1 Program Studi Teknik Industri.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti (UPS) Tegal.
2. Ibu Siswiyanti, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Rizki Prasetyo. T, M.kom selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Saufik Luthfianto, S.T., M.T selaku Kaprodi Teknik Industri UPS Tegal.
5. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer UPS Tegal.
6. Ibu, bapak, dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi.
7. Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra (RPSDSN) Ditrarastra Pemaalang.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini ke depannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

ABSTRAK

Muhammad Khanif Hidayatullah, 2025 “Perancangan Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Guna Peningkatan Mobilitas Penyandang Disabilitas”. Laporan skripsi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Penggunaan tongkat tunanetra didapati berbagai masalah seperti terbatasnya jarak hambatan, tidak dapat memposisikan tongkat sesuai jalur yang ada, tidak menggunakan teknik menelusur atau menyusur yang baik untuk mengetahui posisi dan tujuan, hingga tongkat yang kurang nyaman saat digunakan untuk beraktifitas.

Tujuan penelitian ini adalah menciptakan tongkat tunanetra yang harapannya dapat meningkatkan mobilitas dan aktivitas penyandang tunanetra, Selain hal itu juga perlu adanya tongkat yang sesuai dengan postur pengguna.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment (EFD)*, secara garis besar metode ini digunakan untuk mengetahui ergonomis atau tidaknya suatu rancangan sebuah produk. Perancangan produk menggunakan perhitungan antropometri guna menentukan persentil produk atau alat yang dirancang. Atribut yang digunakan adalah berdasar pada aspek – aspek ergonomi yaitu efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

Berdasarkan atribut yang digunakan, maka dapat diketahui keinginan dan kebutuhan responden terhadap produk yang akan dirancang. Ukuran tongkat tunanetra ultrasonik adalah panjang tongkat 120 cm, panjang pegangan tongkat 17 cm, dan diameter lingkaran genggam 3 cm. Data tersebut diperoleh dari perhitungan antropometri pada saat perancangan. Material yang digunakan adalah aluminium karena ringan dan tahan lama. Lalu berdasarkan uji paired samples test antara tongkat konvensional dan tongkat sensor ultrasonik didapati hasil *sig. (2 tailed)* $0.000 < 0.05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima, sesuai dengan hipotesa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan tongkat sensor ultrasonik.

Kata kunci: Tongkat sensor ultrasonik, *Ergonomic Function Deployment (EFD)*, Antropometri

ABSTRACT

Muhammad Khanif Hidayatullah, 2025 “Design of a Blind Cane Using Ultrasonic Sensors to Improve the Mobility of Persons with Disabilities”. Thesis report in Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University Tegal.

The use of a blind person's cane has various problems such as limited obstacle distance, inability to position the cane according to the existing path, not using proper tracing or following techniques to determine position and destination, and the cane being uncomfortable to use during activities.

The purpose of this research is to create a cane for the visually impaired that is expected to enhance the mobility and activities of visually impaired individuals. Additionally, there is a need for a cane that is suitable for the user's posture.

The method used in this research is Ergonomic Function Deployment (EFD), which is generally used to determine whether a product design is ergonomic or not. Product design uses anthropometric calculations to determine the percentile of the designed product or tool.

The attributes used are based on ergonomic aspects, namely effective, comfortable, safe, healthy, and efficient. Based on the attributes used, the desires and needs of the respondents regarding the product to be designed can be determined. The size of the ultrasonic blind cane is a length of 120 cm, a handle length of 17 cm, and a grip diameter of 3 cm. The data was obtained from anthropometric calculations during the design phase. The material used is aluminum because it is lightweight and durable. Then, based on the paired samples test between the conventional stick and the ultrasonic sensor stick, a significant result was found (2-tailed) $0.000 < 0.05$, which means H_0 is rejected and H_a is accepted, in accordance with the hypothesis that there is a significant effect on the use of the ultrasonic sensor stick.

Keywords: Ultrasonic sensor stick, Ergonomic Function Deployment (EFD), Anthropometry

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori.....	7
1. Tunanetra	7
2. Tingkat Tunanetra	10
3. Ergonomi.....	13
4. <i>Ergonomic Function Deployment (EFD)</i>	14
5. Pembentukan <i>House of Ergonomic</i>	15
6. MSI (Metode Suksesif Interval)	23
7. Uji validitas	24

8. Uji realibilitas.....	25
9. Antropometri.....	26
10. Kerangka Elektronika.....	36
10. Pengujian sensor HC – SR04	43
B. Tinjauan Pustaka	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
A. Metode Penelitian.....	48
B. Waktu dan Tempat Penelitian	49
1. Tempat penelitian.....	49
2. Waktu penelitian	49
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	50
1. Populasi.....	50
2. Sampel.....	50
D. Variabel penelitian	50
1. Variabel bebas (<i>Independent</i>).....	50
2. Variabel terikat (<i>Dependent</i>)	50
E. Metode Pengumpulan Data	51
1. Data primer	51
2. Data Sekunder	52
F. Instrumen Penelitian.....	53
1. Bahan dan alat	53
G. Rancangan Awal	61
1. Desain rumah sensor	61
2. Desain tongkat sensor ultrasonik	62
H. Metode Analisis Data.....	62
1. Uji validitas	63
2. Uji realibilitas.....	63
I. Diagram Alur Penelitian.....	66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Hasil penelitian	Error! Bookmark not defined.
1. Metode <i>Ergonomic Function Deployment (EFD)</i>	Error! Bookmark not defined.

2.	Perancangan alat.....	Error! Bookmark not defined.
B.	Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
1.	<i>Paired Samples T Test</i>	Error! Bookmark not defined.
2.	Uji coba alat	Error! Bookmark not defined.
3.	Perbandingan alat lama (Tongkat konvensional) dan alat baru (Tongkat sensor ultrasonik)	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
A.	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
B.	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penilaian tingkat kepentingan responden	19
Tabel 2. 2 Penilaian tingkat kepentingan responden.....	20
Tabel 2. 3 Arti nilai improvement ratio	21
Tabel 2. 4 Arti nilai sales point	21
Tabel 2. 5 Spesifikasi Arduino UNO R3	38
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian 2024 - 2025	49
Tabel 4. 1 Data intepretasi kepentingan responden	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Data ordinal tingkat kepentingan responden.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data interval tingkat kepentingan responden.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Rekapitulasi data tingkat kepentingan responden	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Data ordinal tingkat kepuasan alat lama	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Data interval tingkat kepuasan alat lama ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Rekapitulasi data tingkat kepuasan alat lama	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Data ordinal tingkat kepuasan alat lama	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Data interval tingkat kepuasan alat lama ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Rekapitulasi data tingkat kepuasan alat lama	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Uji validitas tingkat kepentingan responden	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Uji validitas tingkat kepuasan alat lama ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 13 Uji validitas tingkat kepuasan alat baru ...	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 14 Case processing summary tingkat kepentingan responden**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 15 Reliability statistics tingkat kepentingan responden**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 16 Case processing summary tingkat kepuasan alat baru ...**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 17 Reliability statistics tingkat kepuasan alat lama**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 18 Case processing summary tingkat kepuasan alat baru ...**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 19 Reliability statistics tingkat kepuasan alat baru**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 20 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 21 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 2**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 22 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 3**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 23 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 4**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 24 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 5**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 25 Perhitungan Importance Rating pertanyaan 6**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 26 Rekapitulasi Importance Rating **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 27 Technical requirement..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 28 Simbol hubungan kebutuhan responden dan kebutuhan teknis**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 29 Hubungan kebutuhan responden dan kebutuhan teknis.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 30 Perubahan simbol hubungan kebutuhan responden dan kebutuhan teknis	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 31 Bobot kolom.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 32 Hubungan teknis	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 33 Analisis Customer Competitive Evaluation	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 34 Matriks analisis Customer Competitive Evaluation	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 35 Nilai target (Goal)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 36 Improvement ratio.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 37 Sales point	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 38 Raw weight	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 39 House of Ergonomic	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 40 Rekapitulasi data antropometri	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 41 Dimensi pengukuran antropometri.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 42 Data uji keseragaman tinggi siku berdiri .	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 43 Data uji keseragaman panjang telapak tangan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 44 Data uji keseragaman diameter lingkaran genggam	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 45 Uji normalitas antropometri	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 46 Rekapitulasi perhitungan persentil.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 47 Keterangan rangkaian hardware.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 48 Coding tongkat sensor ultrasonik.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 49 Paired samples statistics	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 50 Paired samples correlations.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 51 Paired samples test	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 52 Hasil pengujian halangan sensor jarak HC - SR04 .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 53 Hasil nilai error pengujian sensor HC - SR04.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 54 Perbandingan alat lama dan alat baru **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model tongkat tunanetra konvensional	11
Gambar 2. 2 House of Ergonomic.....	16
Gambar 2. 3 Dimensi antropometri tubuh manusia	29
Gambar 2. 4 Atropometri tangan	32
Gambar 2. 5 Arduino UNO R3	38
Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik	39
Gambar 2. 7 Visualisasi sinyal dari sensor HC-SR04.....	40
Gambar 2. 8 Buzzer.....	41
Gambar 2. 9 Kabel jumper male to male	42
Gambar 2. 10 Baterai	42
Gambar 2. 11 Saklar atau switch.....	43
Gambar 3. 1 Tongkat tunanetra konvensional lipat 5	53
Gambar 3. 2 Arduino UNO R3	53
Gambar 3. 3 Sensor ultrasonik HC-SR04	54
Gambar 3. 4 Buzzer (Speaker)	54
Gambar 3. 5 Kabel jumper male to female	55
Gambar 3. 6 Baterai 9 Volt	55
Gambar 3. 7 Double tape	56
Gambar 3. 8 Connector baterai	56
Gambar 3. 9 Akrilik dengan ketebalan 2 mm	57
Gambar 3. 10 Saklar atau switch.....	57
Gambar 3. 11 1 Unit laptop.....	58
Gambar 3. 12 Sealant	58
Gambar 3. 13 Cutter (Pemotong)	59
Gambar 3. 14 Bor tangan dan mata bor	59
Gambar 3. 15 Penggaris	60

Gambar 3. 16 Spidol (Marker)	60
Gambar 3. 17 Desain awal rumah sensor.....	61
Gambar 3. 18 Desain awal tongkat sensor ultrasonik	62
Gambar 3. 19 Diagram alur penelitian.....	66
Gambar 4. 1 Grafik uji keseragaman tinggi siku berdiri.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Grafik uji keseragaman panjang telapak tangan ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Grafik uji keseragaman diameter lingkaran gengaman..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Tongkat tunanetra konvensional	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Desain tongkat tunanetra ultrasonik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Rangkaian hardware.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Rangkaian hardware tongkat sensor ultrasonik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Proses perancangan sistem (Coding).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9 Rumah sensor	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 Hasil akhir tongkat sensor ultrasonik ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 11 Hasil pengujian pada jarak 50 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 12 Pengujian pada jarak 25 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 13 Hasil pengujian pada jarak 100 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 14 Hasil pengujian pada jarak 75 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 15 Alat lama dan Alat baru	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat keterangan selesai penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 Dokumentasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Tempat penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Kuisisioner penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra Dristarastra (RPSDSN Dristarastra) yang beralamat di Jl. Terusan Danayasa No. 4, Bojongbata, Kecamatan Pemalang, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah 50612 merupakan sebuah unit penunjang dari panti lanjut usia Bojongbata, Pemalang. RPSDSN Dristarastra memiliki kegiatan bimbingan, yang diantaranya adalah bimbingan fisik dan mental, bimbingan sosial dengan penguasaan *braille* dan orientasi mobilitas. RPSDSN Dristarastra membimbing 16 penyandang tunanetra. Bimbingan orientasi mobilitas salah satu yang diberikan adalah cara penggunaan tongkat tunanetra konvensional, namun dalam pelaksanaannya terdapat kelemahan pada tongkat tunanetra konvensional yaitu terbatasnya jarak hambatan.

Tunanetra adalah orang yang memiliki kekurangan dalam penglihatan atau tidak berfungsinya indera penglihatan. Tunanetra merupakan bagian dari komunitas yang memiliki keterbatasan mobilitas terhadap lingkungan dalam kehidupan sosial. Mobilitas yang diharapkan oleh penyandang tunanetra tidak sebatas dilihat dari sisi sosial saja, seperti adanya penerimaan dari masyarakat, akan tetapi juga dilihat secara fisik seperti sarana dan prasarana sehingga memberi kemudahan mobilitas bagi penyandang tunanetra dalam melakukan aktivitasnya.

Pejalan kaki yang menyandang tunanetra wajib mempergunakan tanda khusus yang mudah dikenali oleh pemakai jalan lain. Tanda bagi penyandang tunanetra dapat berupa tongkat yang diperuntukan bagi penyandang tunanetra. Tongkat tunanetra merupakan alat bantu tunanetra yang praktis dan murah, penggunaan tongkat penting sekali yaitu agar penyandang tunanetra dapat berjalan secara mandiri tanpa selalu minta tolong kepada orang lain. Penggunaan tongkat tunanetra didapati berbagai masalah seperti terbatasnya jarak hambatan, tidak dapat memposisikan tongkat sesuai jalur yang ada, tidak dapat menggunakan teknik perlindungan ketika menggunakan tongkat, tidak menggunakan teknik menelusur atau menyusur yang baik untuk mengetahui posisi dan tujuan, hingga tongkat yang kurang nyaman saat digunakan untuk beraktifitas.

Berdasarkan permasalahan diatas, ditemukan hasil bahwa diperlukan adanya inovasi baru pada tongkat tunanetra yang diperuntukan untuk meningkatkan mobilitas dan aktivitas penyandang tunanetra. Perlu adanya perancangan tongkat yang nyaman, dalam artian tongkat yang sesuai dengan postur pengguna. Selain itu tongkat yang dirancang juga perlu dilengkapi dengan menggunakan sensor ultrasonik agar penyandang tunanetra dapat mendeteksi objek yang ada didepanya dengan jarak yang batasnya lebih jauh. Perancangan tongkat sensor ultrasonik menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* yang merupakan pengembangan dari metode *Quality Function Deployment (QFD)*, metode EFD digunakan dengan tujuan mengetahui ergonomis atau tidaknya suatu rancangan, hal ini dilakukan dengan harapan agar tongkat yang dirancang dapat digunakan dengan

aman dan nyaman serta dapat meningkatkan mobilitas penyandang tunanetra. Karena perancangan tongkat tunanetra ultrasonik juga memperhatikan kenyamanan pengguna, maka perancangan perlu dilengkapi dengan perhitungan antropometri, hal ini dilakukan guna mendapatkan pengukuran yang sesuai dengan pengguna. Penelitian ini juga akan membahas perancangan alat mulai dari komponen – komponen yang diperlukan, *coding* hingga desain alat. Maka dari itu, penulis tertarik untuk mengangkat judul **“Perancangan Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Guna Peningkatan Mobilitas Penyandang Tunanetra”**.

B. Batasan Masalah

Adanya keterbatasan dalam melakukan penelitian sekaligus sebagai bentuk pertanggungjawaban penelitian maka penulis melakukan pembatasan masalah dalam penulisan ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan tongkat tunanetra dengan menggunakan sensor ultrasonik, yang selanjutnya dalam penulisan kali ini disebut dengan “Tongkat Sensor Ultrasonik”.
2. Pengambilan data dilakukan pada Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra (RPSDSN) Dristarastra, Pemalang.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment (EFD)*.
4. Penelitian ini tidak membahas dan tidak memperhitungkan aspek biaya produk.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang tongkat sensor ultrasonik yang ergonomis guna meningkatkan mobilitas penyandang tunanetra dengan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*?
2. Bagaimana perancangan tongkat sensor ultrasonik mulai dari perhitungan antropometri, desain alat, komponen – komponen yang diperlukan hingga *coding*?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana perancangan tongkat sensor ultrasonik yang ergonomis dengan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*.
2. Menghasilkan tongkat sensor ultrasonik yang mencakup komponen – komponen yang diperlukan, *coding*, desain alat hingga alat jadi sesuai dengan perhitungan antropometri.

E. Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan produk inovasi berupa tongkat tunanetra yang dibekali sensor ultrasonik.
2. Sebagai purwarupa dalam penulisan dan perancangan tongkat tunanetra berbasis sensor.
3. Diharapkan penulisan dan perancangan tongkat sensor ultrasonik ini mampu mengoptimalkan mobilitas penyandang tunanetra saat beraktivitas atau bekerja.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terbagi menjadi 5 bagian yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang memuat latar belakang dilaksanakannya penelitian, selain itu juga berisi tujuan, manfaat, batasan, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori seperti antropometri, metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* dan perancangan alat berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonik serta penjabaran – penjabaran teori yang diperoleh dari referensi buku dan hasil penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian, bahan atau materi penelitian, obyek penelitian, data yang diperlukan serta cara analisa yang akan digunakan dengan menampilkan rangkaian proses penelitian yang dilakukan dalam *flowchart*.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data yang dikumpulkan, yang kemudian akan digunakan dalam proses pengolahan data. Membahas hasil penelitian dalam bentuk tabel, grafik, persamaan atau model hasil pengolahan data, serta analisis yang melibatkan penjelasan teoritis kualitatif, kuantitatif dan statistic dari penelitian dan hasil penelitian untuk

memenuhi kebutuhan perancangan tongkat sensor ultrasonik. Hasil akhir dari penelitian ini adalah terciptanya tongkat sensor ultrasonik.

BAB V : PENUTUP

Terdapat temuan penelitian dan rekomendasi yang direkomendasikan oleh penulis sehingga mungkin ada penelitian yang lebih baik lagi dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Tunanetra

a. Pengertian Tunanetra

Tunanetra adalah individu yang memiliki hambatan dalam penglihatan, tunanetra diklasifikasikan kedalam dua golongan, yaitu butal total (*Blind*) dan *low vision*. Definisi tunanetra adalah individu yang memiliki lemah penglihatan atau akurasi penglihatan kurang dari 6/60 setelah dikoreksi atau tidak lagi memiliki penglihatan. Penyandang cacat netra merupakan individu yang indera penglihatannya (kedua-duanya) tidak berfungsi sebagai saluran penerimaan informasi dalam kegiatan harian seperti halnya orang awas (Masna, 2013).

Tunanetra memiliki keterbatasan dalam indra penglihatan maka proses pembelajaran menekankan pada alat indra yang lain yaitu indra peraba dan indra pendengaran. Oleh karena itu prinsip yang diperhatikan dalam memberikan pengajaran kepada individu Tunanetra adalah media yang digunakan harus bersifat taktual dan bersuara, contohnya adalah penggunaan tulisan braille, gambar timbul, benda model dan benda nyata. Sedangkan media yang bersuara adalah tape recorder dan peranti lunak

JAWS. Untuk membantu Tunanetra beraktivitas mengenai Orientasi dan Mobilitas. Orientasi dan Mobilitas diantaranya mempelajari bagaimana Tunanetra mengetahui tempat dan arah serta bagaimana menggunakan tongkat tunanetra (Yulia Rahmawati and Sunandar, 2018).

Tunanetra memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

- 1) Tidak dapat melihat gerakan tangan pada jarak kurang dari 1 (satu meter)
- 2) Ketajaman penglihatan 20/100 kaki yaitu ketjaman yang mampu melihat suatu benda pada jarak 20 kaki.
- 3) Bidang penglihatan tidak lebih luas dari 20^0 .

b. Klasifikasi Tunanetra

Klasifikasi Tunanetra menurut Direktorat Pendidikan Luar Biasa secara garis besar dibagi empat, yaitu:

- 1) Berdasarkan waktu terjadinya ketunanetraan.
 - a) Tunanetra sebelum dan sejak lahir, yakni mereka yang sama sekali tidak memiliki pengalaman penglihatan.
 - b) Tunanetra setelah lahir atau pada usia kecil, mereka telah memiliki kesan serta pengalaman visual tetapi belum kuat dan mudah terlupakan.
 - c) Tunanetra pada usia sekolah atau pada masa remaja, mereka telah memiliki kesan visual dan meninggalkan pengaruh yang mendalam terhadap proses perkembangan pribadi.

- d) Tunanetra pada usia dewasa, pada umumnya mereka yang dengan segala kesadaran mampu melakukan latihan penyesuaian diri.
 - e) Tunanetra dalam usia lanjut, sebagian besar sudah sulit mengikuti latihan penyesuaian diri.
- 2) Berdasarkan kemampuan daya penglihatan.
- a) Tunanetra ringan (*defective vision/low vision*), yakni mereka yang memiliki hambatan dalam penglihatan tetapi mereka masih dapat mengikuti program pendidikan dan mampu melakukan pekerjaan/kegiatan yang menggunakan fungsi penglihatan.
 - b) Tunanetra setengah berat (*partially sighted*), yakni mereka yang kehilangan sebagian daya penglihatan, hanya dengan menggunakan kaca pembesar mampu mengikuti pendidikan biasa atau mampu membaca tulisan yang bercetak tebal.
 - c) Tunanetra berat (*totally blind*), yakni mereka yang sama sekali tidak dapat melihat
- 3) Berdasarkan pemeriksaan klinis.
- a) Tunanetra yang memiliki ketajaman penglihatan kurang dari 20/200 dan atau memiliki bidang penglihatan kurang dari 20 derajat.
 - b) Tunanetra yang masih memiliki ketajaman penglihatan antara 20/70 sampai dengan 20/200 yang dapat lebih baik melalui perbaikan.

4) Berdasarkan kelainan-kelainan pada mata.

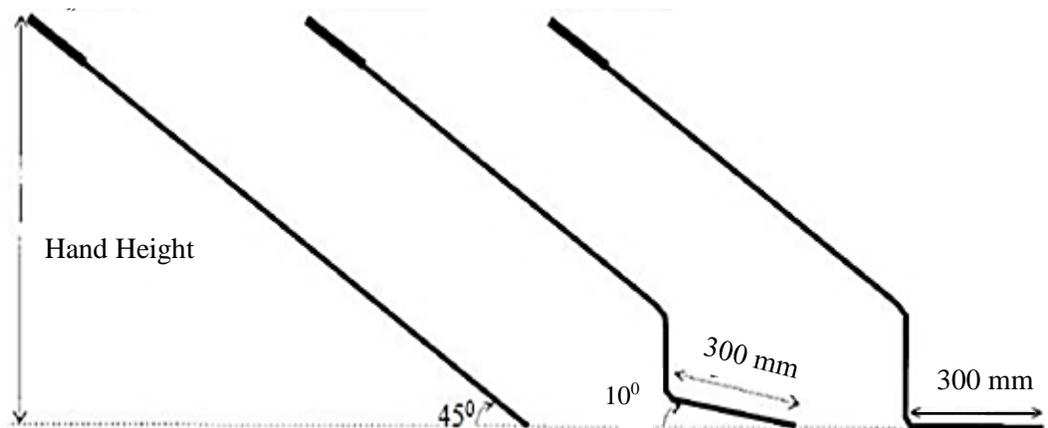
- a) *Myopia*, merupakan penglihatan jarak dekat, bayangan tidak terfokus dan jatuh di belakang retina. Penglihatan akan menjadi jelas kalau objek didekatkan. Membantu proses penglihatan pada penderita *Myopia* digunakan kacamata koreksi dengan lensa negatif.
- b) *Hyperopia*, merupakan penglihatan jarak jauh, bayangan tidak terfokus dan jatuh di depan retina. Penglihatan akan menjadi jelas jika objek dijauhkan. Membantu proses penglihatan pada penderita *Hyperopia* digunakan kacamata koreksi dengan lensa positif.
- c) *Astigmatisme*, merupakan penyimpangan atau penglihatan kabur yang disebabkan karena ketidakberesan pada kornea mata atau pada permukaan lain pada bola mata sehingga bayangan benda baik pada jarak dekat maupun jauh tidak terfokus jatuh pada retina. Membantu proses penglihatan pada penderita *astigmatisme* digunakan kacamata koreksi dengan lensa silindris.

2. Tongkat Tunanetra

Tongkat tuna netra konvensional adalah suatu tongkat yang lurus dan panjang yang merupakan alat bantu untuk mobilitas yang paling banyak digunakan untuk tuna netra (Yulia Rahmawati and Sunandar, 2018). Untuk kebanyakan tongkat tunanetra berupa tongkat panjang yang masih konvensional yaitu tongkat tunanetra yang dapat dilipat. Tongkat tunanetra

secara umum dibuat dari satu batang berbentuk tabung berbahan aluminium berongga dengan jari-jari luar 6 mm (dengan radius 4 mm) dan kerapatan 103 kg 2,7 'md. Pegangan tongkat tuna netra sendiri yang baik adalah pegangan yang terbungkus seperti pada raket tenis dengan ketebalan sekitar 200 mm dari atas tabung aluminium. Pada ujung bawah tongkat, ditutup dengan sebuah bahan yang terbuat dari plastik. Tongkat tuna netra tersebut diberi warna putih dan merah sebagai penanda yang menunjukkan sebagai kaum difabel. Penempatan warna sebagai penanda tersebut berada di bawah pegangan.

Panjang tongkat setara tinggi ulu hati seseorang yang memakainya (diukur dari pegangan sampai ke ujung tongkat). Desain umum dari tongkat konvensional di gambarkan dalam gambar 1 (paling kiri), dimana setiap tongkat mempunyai ketinggian yang relatif terhadap masing-masing penggunanya. Sudut yang dibentuk berdasarkan pemakaian tongkat tuna netra pada umumnya berkisar pada 45° .



Gambar 2. 1 Model tongkat tunanetra konvensional

Sumber: (Schellingerhout *et al.*, 2001)

Jenis dan macam tongkat tunanetra sangat beragam. Jenis tongkat tunanetra seperti pada gambar 2 (tengah) dan 3 (paling kanan) merupakan jenis tongkat tuna netra yang mempunyai jarak aman dengan objeknya. Tongkat konvensional pada gambar 1 (paling kiri) lebih banyak digunakan karena bentuknya yang simpel dan dapat dilipat. Sebuah tongkat putih digunakan oleh banyak orang yang buta atau tuna netra, baik sebagai alat mobilitas dan sebagai rasa hormat kepada orang lain. Selain model di atas setidaknya ada lima varietas yang berbeda dari alat bantu ini, masing-masing melayani kebutuhan yang sedikit berbeda (Suhaeb, 2016a). Kelima varietas tongkat tersebut, yaitu:

a. Tongkat jenis panjang atau tongkat *hoover*

Tongkat jenis panjang merupakan tongkat putih, dikenal sebagai tongkat *hoover* karena Dr. Richard Hoover merancanganya sebagai alat bantu mobilitas bagi penyandang tunanetra untuk mendeteksi benda di jalur penggunaannya.

b. Tongkat *kiddie*

Tongkat *kiddie* merupakan tongkat yang penggunaannya sama dengan tongkat *hoover*, namun diperuntukan bagi anak kecil.

c. Tongkat identifikasi

Tongkat identifikasi merupakan tongkat pengingat bagi orang lain tentang gangguan penglihatan yang dialami oleh penggunaannya.

d. Tongkat pendukung

Tongkat pendukung merupakan tongkat pendukung berwarna putih dirancang untuk menawarkan stabilitas fisik kepada pengguna dengan gangguan penglihatan.

e. Tongkat mobilitas

Tongkat mobilitas merupakan jenis tongkat tunanetra paling sederhana yang terbuat dari aluminium dan plastik yang diperkuat *fiber*.

3. Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu, seni dan teknologi yang secara sistematis menggunakan informasi-informasi tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja dan berupaya menyetarakan alat, cara dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat hidup dan bekerja dalam sistem tersebut dengan baik dan dapat tercapainya tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, aman, sehat dan nyaman. Tujuan utama penerapan ergonomi adalah pencapaian kualitas hidup manusia secara optimal ditempat manusia itu berada (Purbasari *et al.*, 2019).

Dalam ergonomi terdapat resiko ergonomi yang merupakan segala macam resiko yang bisa terjadi berupa ketidaknyamanan, cedera, sakit, bahkan cacat yang disebabkan cara kerja dan tempat kerja yang tidak ergonomis. Resiko ergonomi ini dapat muncul karena kesalahan postur manusia saat bekerja.

4. *Ergonomic Function Deployment (EFD)*

Ergonomic Function Deployment (EFD) yaitu pengembangan dari *Quality Function Deployment (QFD)*, dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk. Hubungan ini akan melengkapi bentuk matrik *house of quality* yang juga menerjemahkan kedalam aspek ergonomi.

Pada dasarnya *Ergonomic Function Deployment (EFD)* bertujuan mengetahui ergonomis atau tidaknya suatu rancangan. Korelasi antara kebutuhan konsumen dengan aspek – aspek ergonomi dapat dimasukkan kedalam matriks *House of Quality (HOQ)*. Matrik *House of Quality* yang dikembangkan dan digunakan pada *Ergonomic Function Deployment (EFD)* dinamakan *House of Ergonomic* (El Ahmady, Martini and Kusnayat, 2020).

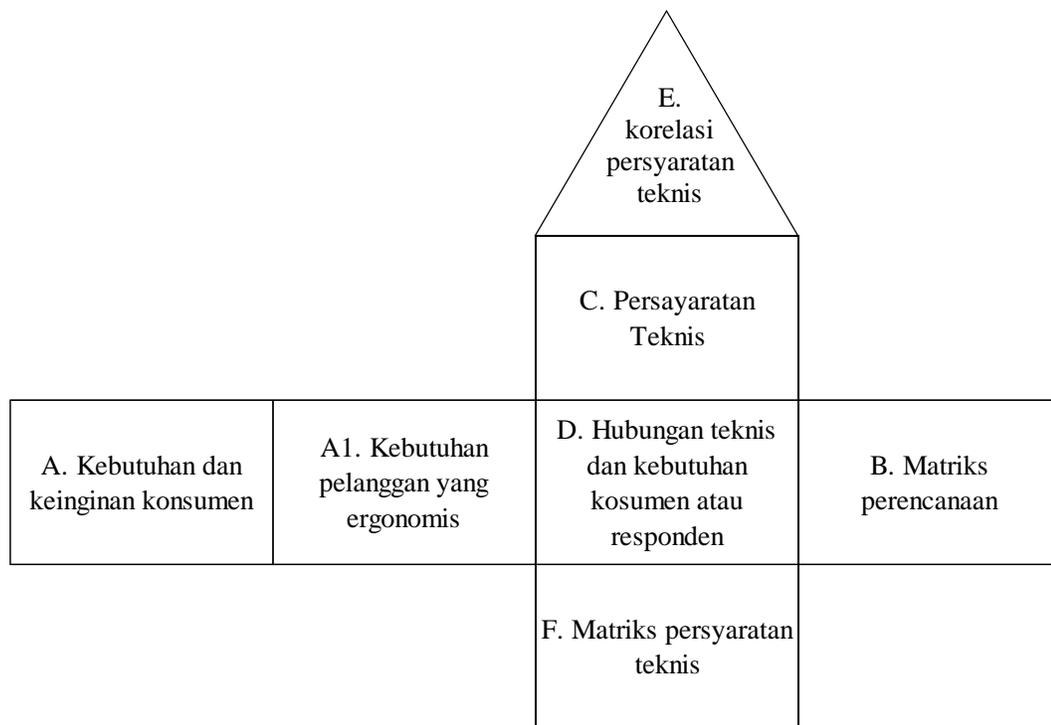
a. Langkah – langkah metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*

- 1) Penentuan Atribut Atribut yang digunakan berdasarkan aspek ergonomi, yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien (ENASE). Atribut digunakan untuk merancang kuesioner pendahuluan yang akan disebarkan kepada responden yaitu penyandang tunanetra total.
- 2) Perancangan Kuesioner digunakan untuk mengetahui kebutuhan kebutuhan penyandang tunanetra total. Kuesioner yang digunakan terdiri dari 3 tahapan kuesioner yaitu:
 - a) Kuesioner pendahuluan, digunakan untuk mengetahui kepentingan dan kebutuhan penyandang tunanetra total.

- b) Kuesioner pengukuran, digunakan untuk mengetahui kevalidan dan kereliabelan alat ukur. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas. Kuesioner dibagikan kepada 16 orang responden.
- c) Kuesioner penelitian, dibagikan ke 16 responden untuk mengetahui tingkat kepentingan dan kepuasan konsumen (Herni dan Desrianty, 2013).

5. Pembentukan *House of Ergonomic*

Matriks *House of Ergonomic* yang digunakan dibentuk sesuai kebutuhan dan keinginan konsumen yang sesuai dengan prinsip – prinsip ergonomic yang dijadikan atribut produk (Adrianto, Desrianty and Herni, 2014). Langkah – langkah yang digunakan untuk membentuk *House of Ergonomic* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 House of Ergonomic

Sumber: (El Ahmady, Martini and Kusnayat, 2020)

a. Bagian – bagian *House of ergonomic*

1) Bagian A

Berisi sejumlah kebutuhan dan keinginan pelanggan, penentuan keinginan konsumen inilah yang biasanya ditentukan yang biasanya ditentukan berdasarkan penelitian pasar kualitatif.

2) Bagian A1

Merupakan terjemahan kebutuhan konsumen yang termasuk dalam aspek ergonomi penterjemahan ini di lakukan secara agar

memudahkan tip perancangan menentukan karakteristik aspek teknisnya.

3) Bagian B

Pada bagian ini terdiri dari 3 jenis data, yaitu:

- a) Tingkat kepentingan, kebutuhan dan keinginan konsumen.
- b) Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan dan pesaing.
- c) Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru akan dikembangkan.

4) Bagian C

Berisi tentang karakteristik teknis yang mendeskripsikan produk yang dirancang. Karakteristik teknis ini biasanya merupakan penterjemahan dari kebutuhan/keinginan pelanggan. Untuk setiap karakteristik teknis ini ditentukan satuan pengukuran, direction of goodness dan target yang harus dicapai. Sedangkan direction of goodness dibagi menjadi tiga:

- a) *The More the Better (MTB)* atau semakin besar semakin baik. Target maksimalnya adalah tidak terbatas.
- b) *The less the Better (LTB)* atau semakin kecil semakin baik, target maksimal adalah nol.
- c) *Target is the Best (TB)* atau nilai optimal, target maksimalnya adalah sedekat mungkin dengan suatu nilai nominal dimana tidak terdapat variasi sekitar nilai tersebut.

5) Bagian D

Berisi penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis (matriks C) terhadap kebutuhan konsumen (matriks A) yang dipengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.

6) Bagian E

Bagian kelima dari *House of Ergonomic* adalah *Technical Correlation*, matriks yang bentuknya menyerupai atap *Roof*. Dimana matriks ini digunakan untuk mengidentifikasi pertukaran sesuai yang terjadi, matriks ini menunjukkan hubungan antar atribut yang satu dengan yang lain. Kekuatan hubungan ini ditunjukkan dengan tanda sebagai berikut:

- a) Korelasi positif yang kuat
- b) Korelasi positif
- c) Korelasi negatif
- d) Korelasi negatif yang kuat bagian.

7) Bagian F

Bagian paling bawah dari *House of Ergonomic* merupakan daftar spesifikasi teknik yaitu akan memuaskan kebutuhan konsumen. Matriks ini berisi 3 jenis data, yaitu:

- a) *Technical Response Priorities*, urutan tingkat kepentingan (*Rangking*) persyaratan teknis.
 - b) *Competitive Technical Benchmark*, informasi hasil perbandingan kinerja persyaratan teknis produk yang dihasilkan dengan perusahaan terhadap kinerja produk pesaing.
 - c) *Target Technical*, target kinerja persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan.
- b. *Planning Matriks*, digunakan untuk menentukan prioritas pemenuhan kebutuhan konsumen. Dalam matrik perencanaan ini ada beberapa kolom, yaitu:
- 1) *Importance to customer*

Importance to customer diperoleh dari nilai tingkat kepentingan setiap kebutuhan konsumen.

Tabel 2. 1 Penilaian tingkat kepentingan responden

No.	Tingkat Kepentingan	Nilai Bobot Jawaban
1.	Sangat Penting	5
2.	Penting	4
3.	Cukup Penting	3
4.	Kurang Penting	2
5.	Tidak Penting	1

2) *Current satisfaction performance*

Current satisfaction performance diperoleh dari tingkat kepuasan untuk setiap kebutuhan konsumen dengan menghitung *weight average performance score* dengan rumus:

$Performance\ weight = Skala \times Jumlah\ responden$

$Weight\ average\ performance\ score = Performance\ weight / Jumlah\ responden.$

Tabel 2. 2 Penilaian tingkat kepentingan responden

No.	Tingkat Kepuasan	Nilai Bobot Jawaban
1.	Sangat Puas	5
2.	Puas	4
3.	Cukup Puas	3
4.	Kurang Puas	2
5.	Tidak Puas	1

3) *Goal*

Goal adalah nilai yang ingin dicapai oleh produk yang dirancang. Nilai *goal* pada umumnya menggunakan skala yang sama dengan tingkat kepuasan. Penentuan nilai *goal* mengacu pada nilai *importance to customer* yang dilakukan oleh tim pengembangan produk.

4) *Improvement ratio*

Improvement ratio menunjukkan seberapa besar perbaikan atau peningkatan yang harus dilakukan dalam mengembangkan produk. Cara untuk mengetahui nilai *improvement ratio* adalah sebagai berikut:

$$\text{Improvement Ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Current Satisfaction Performance}}$$

Setiap nilai dari *improvement ratio* memiliki arti masing – masing. Arti dari nilai *improvement ratio* dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah.

Tabel 2. 3 Arti nilai *improvement ratio*

Nilai	Arti
< 1	Tidak ada perubahan
1 – 1.5	Perbaikan sedang
> 1.5	Perbaikan menyeluruh

5) *Sales point*

Sales point merupakan atribut yang dianggap memiliki nilai jual yang tinggi terutama untuk penjualan. Setiap nilai dari *sales point* memiliki arti. Arti dari nilai *sales point* dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2. 4 Arti nilai *sales point*

Nilai	Arti
1	Tidak ada <i>sales point</i>
1.2	<i>Sales point</i> sedang
1.5	<i>Sales point</i> kuat

6) *Raw weight and normalized raw weight*

Raw weight and normalized raw weight menunjukkan seberapa besar perbaikan produk. Perhitungan *Raw weight and normalized raw weight* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

Nilai *Raw Weight* = *Importance to customer* x *Improvement ratio* x *Sales point*

$$\text{Normalized Raw Weight} = \frac{\text{Raw Weight}}{\text{Raw Weight Total}} \dots\dots\dots (2.1)$$

- c. Spesifikasi teknik produk, penentuan spesifikasi teknik produk berasal dari kebutuhan konsumen yang sesuai dengan prinsip – prinsip ergonomi. Penentuan spesifikasi produk ini dilakukan untuk menjelaskan tentang hal – hal yang dapat dilakukan oleh produk.
- d. *Relationship* adalah pengaruh persyaratan teknik terhadap kebutuhan konsumen. Pada kolom ini berisi tentang penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen – elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis terhadap kebutuhan konsumen yang dipengaruhi kekuatan hubungan, ditandai dengan menggunakan symbol tertentu.
- e. *Technical Corellation*, digunakan untuk menunjukkan interaksi antar karakteristik teknik.
- f. *Technical Matriks*, digunakan untuk menentukan prioritas karakteristik teknik. Prioritas diurutkan berdasarkan nilai *normalized contrubutions* yang

tertinggi. Nilai ini berasal dari nilai pada *relationship matrix* yang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Normalized Raw Weight} \times \text{Bobot Relationship Contributions} = \Sigma \text{ Nilai Relationship Matrix}$$

$$\text{Normalized Contributions} = \text{Contributions} / \text{total contributions}$$

6. MSI (Metode Suksesif Interval)

Metode suksesif interval adalah sebuah metode transformasi yang digunakan untuk mengubah data ordinal menjadi data interval dengan mengubah proporsi kumulatif setiap perubahan pada kategori menjadi nilai kurva normal bakunya (Ningsih and Dukalang, 2019).

a. Tahapan MSI, sebagai berikut:

- 1) Menghitung frekuensi observasi untuk setiap kategori.
- 2) Menghitung proporsi pada masing – masing kategori.
- 3) Dari proporsi yang diperoleh, dihitung proporsi kumulatif untuk setiap kategori.
- 4) Menghitung nilai Z (distribusi normal) dari proporsi kumulatif.
- 5) Menentukan nilai batas Z (nilai *probabily density function* pada absis Z)

untuk kategori, dengan rumus:

$$\delta (Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{z^2}{2}\right)}, -\infty < z < +\infty$$

Dengan $\pi = 3.14159$ dan $e = 2.71828$

6) Menghitung *scale value* (interval rata – rata) untuk setiap kategori

$$Scale = \frac{\text{kepadatan batas bawah–kepadatan batas atas}}{\text{daerah dibawah batas atas–daerah dibawah atas bawah}}$$

7) Menghitung *score* (nilai hasil transformasi) untuk setiap kategori melalui persamaan:

$$Score = scale\ value + |scale\ value_{min}| + 1$$

7. Uji validitas

Uji validitas digunakan untuk mengukur sah, atau valid tidaknya suatu kuesioner. Suatu kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu untuk mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut (Musrifah Mardiani, La Moh. Saleh and Henriette, 2021). Uji validitas dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi

n = Banyaknya sampel

$\sum XY$ = Jumlah perkalian variabel x dan y

$\sum X$ = Jumlah nilai variabel x

$\sum Y$ = Jumlah nilai variabel y

$\sum X^2$ = Jumlah pangkat dari nilai variabel x

$\sum Y^2$ = Jumlah pangkat dari nilai variabel y

Uji validitas pada penelitian ini dihitung menggunakan *software IBM SPSS Statistics 27*.

8. Uji realibilitas

Uji reliabilitas adalah alat untuk mengukur suatu kuesioner yang merupakan indikator dari peubah atau konstruk. Suatu kuesioner dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pernyataan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Reliabilitas suatu test merujuk pada derajat stabilitas, konsistensi, daya prediksi, dan akurasi. Pengukuran yang memiliki reliabilitas yang tinggi adalah pengukuran yang dapat menghasilkan data yang reliabel (Musrifah Mardiani, La Moh. Saleh and Henriette, 2021).

Uji reabilitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$r = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

r = Reabilitas Instrumen

k = Jumlah pertanyaan

$\sum \sigma_b^2$ = Jumlah varian butir

$\sum \sigma_t^2$ = Total varian

9. Antropometri

Aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Perlunya memperhatikan faktor ergonomi dalam proses rancang bangun fasilitas pada dekade sekarang ini adalah merupakan sesuatu yang tidak dapat ditunda lagi. Hal tersebut tidak akan terlepas dari pembahasan mengenai ukuran antropometri tubuh operator maupun penerapan data operatornya.

a. Pengertian Antropometri

Ergonomi merupakan bidang ilmu, seni, dan teknologi yang secara terstruktur memanfaatkan informasi tentang karakteristik, kemampuan, dan batasan manusia dalam perancangan sistem kerja. Pendekatan ini berusaha untuk menyelaraskan alat, metode, dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat menjalani kehidupan dan bekerja dalam sistem tersebut secara efisien, aman, sehat, dan nyaman. Penerapan ergonomi memiliki tujuan utama, yaitu meningkatkan kualitas hidup manusia secara maksimal di tempat dan situasi tertentu. Hal ini menandakan bahwa perancangan produk, perlu memperhatikan prinsip-prinsip ergonomi guna menciptakan produk yang tidak hanya estetis tetapi juga mendukung kehidupan dan pekerjaan manusia dengan optimal (Purbasari *et al.*, 2019).

Anthropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil

sampai terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 percentile sampai 100 percentile. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya. Pemakaian data anthropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat. Rancangan yang mempunyai kompatibilitas tinggi dengan manusia yang memakainya sangat penting untuk mengurangi timbulnya bahaya akibat terjadinya kesalahan kerja akibat adanya kesalahan desain.

Menurut (Maulana and Tranggono, 2024), data antropometri yang berhasil diperoleh akan digunakan secara meluas, antara lain, dalam aspek-aspek berikut:

- 1) Penyusunan desain area kerja, termasuk work station, interior mobil, dan sebagainya.
- 2) Perancangan peralatan kerja, seperti mesin, peralatan, perkakas, dan lain sebagainya.
- 3) Desain produk konsumtif, seperti pakaian, /meja komputer, dan lain-lain.
- 4) Perancangan lingkungan kerja fisik.

Data antropometri diperlukan untuk menyesuaikan desain produk dengan pengguna yang akan menggunakannya. Pengukuran dimensi tubuh pada dasarnya dapat dilakukan melalui pengukuran individual. Menurut

(Maulana and Tranggono, 2024), data antropometri dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1) Dimensi tubuh *structural* (Antropometri statis)

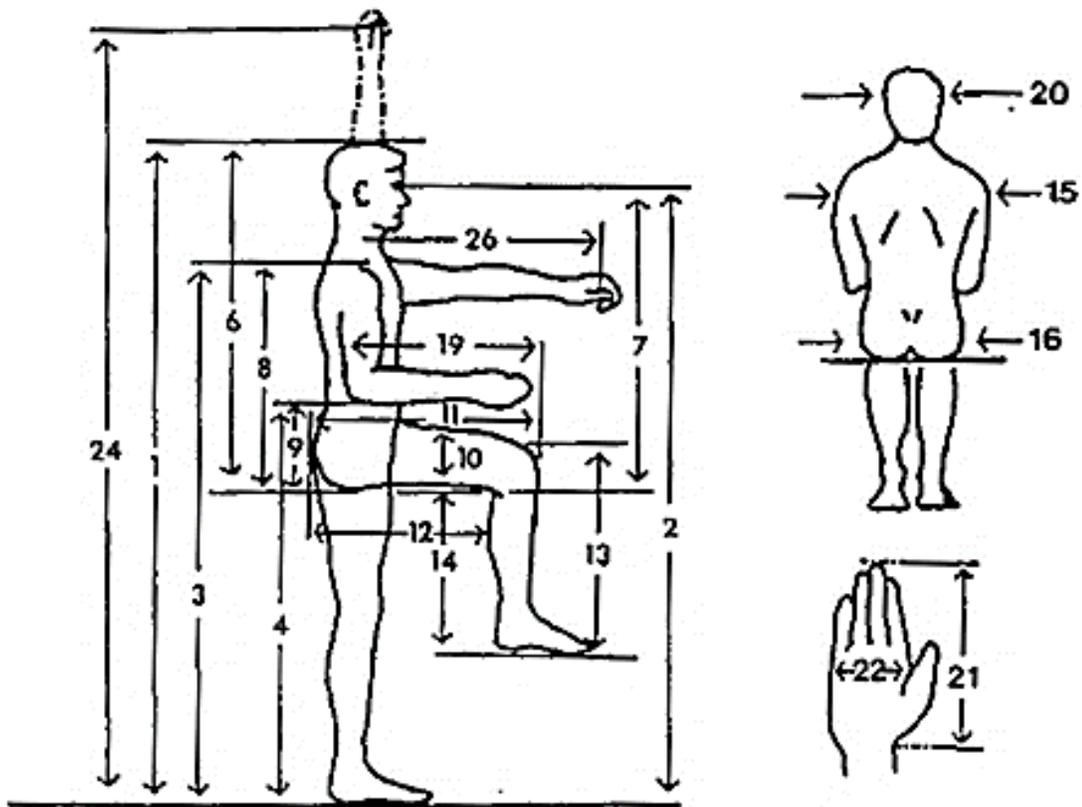
Tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Pengukuran tubuh dengan cara ini juga dikenal sebagai "*static anthropometry*" dan diambil dengan persentil.

2) Dimensi tubuh fungsional (Antropometri dinamis)

Pengukuran dilakukan pada posisi tubuh saat berfungsi melakukan gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan.

b. Dimensi Antropometri

Data anthropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Pengukuran dimensi struktur tubuh yang biasa diambil dalam perancangan produk maupun fasilitas dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2. 3 Dimensi antropometri tubuh manusia

Sumber: (Maulana and Tranggono, 2024)

Keterangan gambar 2.3, yaitu;

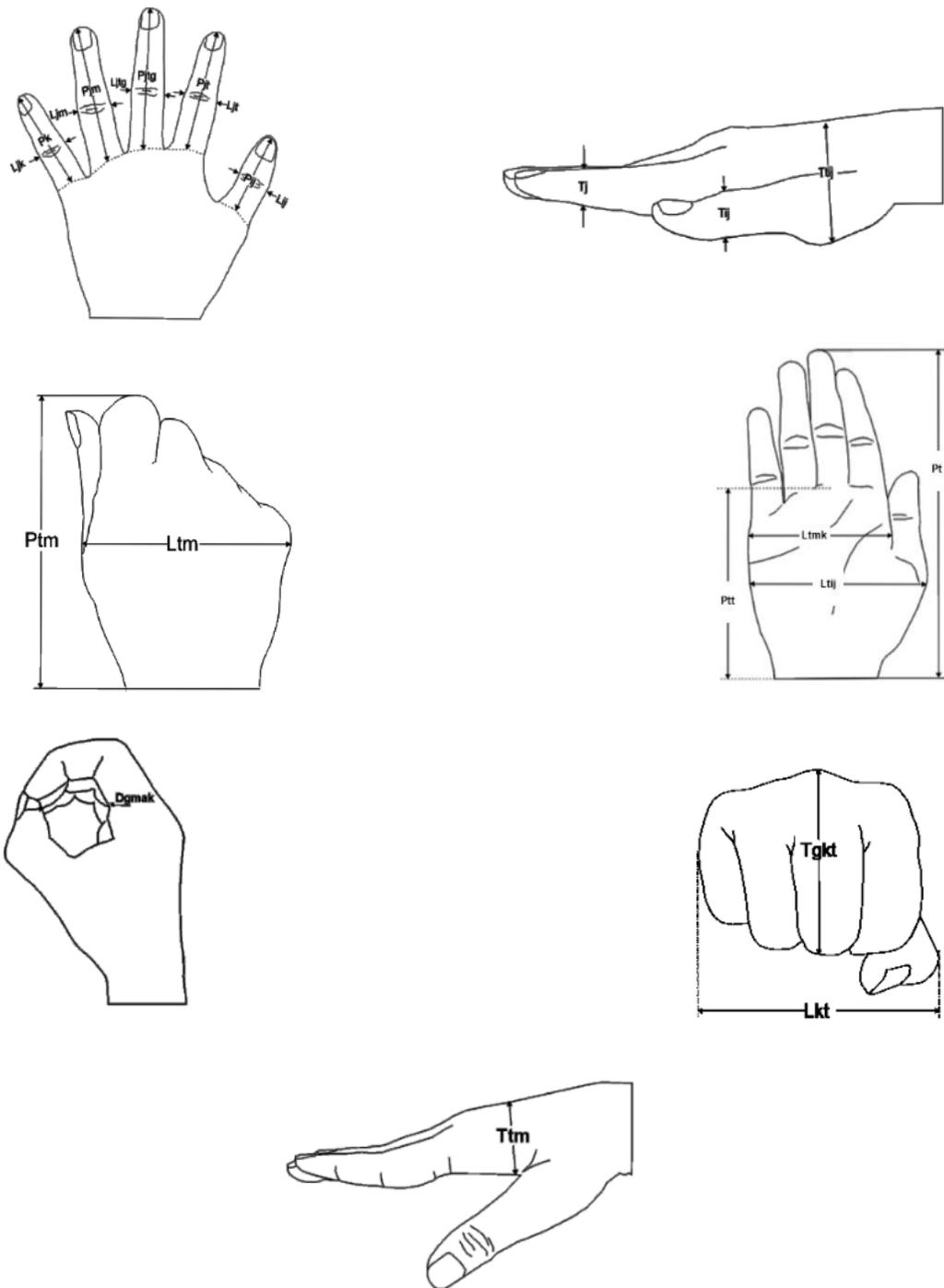
- 1) Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
- 2) Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
- 3) Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
- 4) Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
- 5) Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).

- 6) Tinggi tubuh dalam posisi duduk (di ukur dari alas tempat duduk pantat sampai dengan kepala).
- 7) Tinggi mata dalam posisi duduk.
- 8) Tinggi bahu dalam posisi duduk.
- 9) Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
- 10) Tebal atau lebar paha.
- 11) Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan. ujung lutut.
- 12) Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut betis.
- 13) Tinggi lutut yang bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
- 14) Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang di ukur dari lantai sampai dengan paha.
- 15) Lebar dari bahu (bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).
- 16) Lebar pinggul ataupun pantat.
- 17) Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
- 18) Lebar perut.
- 19) Panjang siku yang di ukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
- 20) Lebar kepala. Panjang tangan di ukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
- 21) Lebar telapak tangan.

- 22) Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- 23) Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
- 24) Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
- 25) Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan di ukur dari bahu sampai dengan ujung jari tangan

c. Antropometri Tangan

Dimensi antropometri tangan yang diambil pada penulisan dan perancangan tongkat sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 4 Atropometri tangan

Sumber: (Purnomo, 2014)

Berdasarkan gambar 2.4 diatas didapati 25 dimensi tangan yang diukur

(Purnomo, 2014), yaitu:

- 1) Lij : Lebar ibu jari
- 2) Ljt : Lebar jari telunjuk
- 3) Ljtg : Lebar jari tengah
- 4) Ljm : Lebar jari manis
- 5) Ljk : Lebar jari kelingking
- 6) Pij : Panjang ibu jari
- 7) Pjt : Panjat jari telunjuk
- 8) Pjtg : Panjang jari tengah
- 9) Pjm : Panjang jari manis
- 10) Pjk : Panjang jari kelingking
- 11) Ttm : Tebal tangan metakTarpal
- 12) Ttij : Tebal tangan ibu jari
- 13) Tij : Tebal ibu jari
- 14) Tj : Tebal jari
- 15) Ptm : Panjang tangan menggenggam
- 16) Ltm : Lebar tangan menggenggam
- 17) Pt : Panjang tangan
- 18) Ptt : Panjang telapak tangan
- 19) Ltmk : Lebar tangan metakarpal
- 20) Ltij : Lebar tangan sampai ibu jari

- 21) Jjk : Jarak ibu jari keliling
- 22) Dgmak: Diameter genggaman maksimal
- 23) Dgmin : Diameter genggaman minimal
- 24) Lkt : Lebar kepalan tangan
- 25) Tgkt : Tinggi kepalan tangan.

d. Pengolahan data antropometri

Data mentah yang sudah didapatkan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan metode statistik sederhana yaitu uji beda dua mean. Hal tersebut dilakukan agar data yang diperoleh bersifat representatif, artinya data tersebut dapat mewakili populasi yang diharapkan.

1) Perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT)

Perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dilakukan guna menilai apakah berat badan seseorang proporsional dengan tinggi badanya. Perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dapat menggunakan rumus berikut:

$$IMT = \text{Berat badan (Kg)} : \text{Tinggi badan (m)}^2$$

Klasifikasi Indeks Masa Tubuh (IMT) yang normal bagi pria dan wanita dewasa adalah sebagai berikut

- a) Kurang dari 18,5 = Berat badan kurang (*Underweight*)
- b) Antara 18,5 – 24,9 = Berat badan normal
- c) Antara 25 – 29,9 = Berat badan berlebih (*Overweight*)
- d) Diatas 30 = Obesitas

2) Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dibutuhkan dan bertujuan meyakinkan bahwa data yang telah dihimpun telah memadai secara objektif (Marinu Waruwu, 2023). Sebelum melakukan uji kecukupan data perlu menentukan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian. Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%.

Rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

3) Uji Keseragaman data

Uji keseragaman data bermanfaat dalam meyakinkan data yang terhimpun bersumber dari sistem yang serupa, sehingga dilaksanakan pengujian pada keseragaman data. Uji keseragaman data dibutuhkan guna memilah data yang mempunyai ciri yang berlainan. (Marinu Waruwu, 2023) Rumus uji keseragaman adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Setelah menghitung standar deviasi, maka langkah berikutnya adalah menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) dengan rumus berikut

$$BKA = \bar{X} + (3 \times \sigma)$$

$$BKB = \bar{X} - (3 \times \sigma)$$

4) Uji normalitas data

Uji normalitas data digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan terdistribusi normal atau tidak. Karena jumlah responden atau sampel berjumlah 16 maka penelitian ini menggunakan jenis perhitungan *shapiro – wilk*. *Shapiro – wilk* digunakan dalam uji normalitas apabila sampel berjumlah kurang dari 50 (Marinu Waruwu, 2023).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

5) Perhitungan persentil

Perhitungan persentil digunakan untuk menentukan ukuran perancangan dengan melakukan perhitungan persentil dari data antropometri yang didapat. Perhitungan persentil pada penelitian ini adalah persentil 5 (P5), persentil 50 (P50), persentil 95 (P95) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentil 5 (P5)} = x - 1,645 \times (\sigma)$$

$$\text{Persentil 50 (P50)} = x$$

$$\text{Persentil 95 (P95)} = x + 1,645 \times (\sigma)$$

10. Kerangka Elektronika

a. Pemrograman IDE Arduino

1) Definisi IDE Arduino

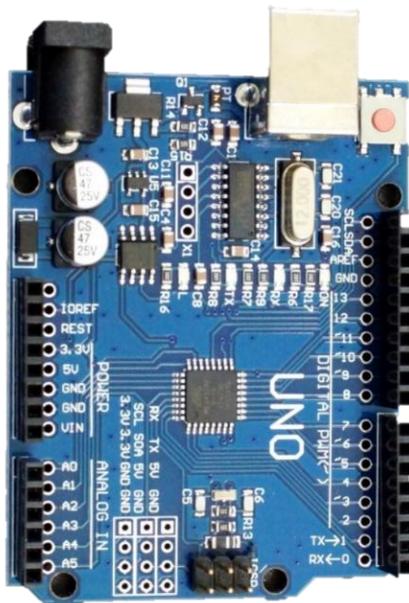
Merupakan *software* yang ditulis dengan java. IDE Arduino terdiri dari:

- a) Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna mengedit dan menulis program dalam bahasa *processing*.
- b) Compiler, sebuah modul yang bisa mengubah kode program menjadi kode biner. Hal ini karena mikrokontroler hanya bisa memahami kode biner dan tidak bisa memahami bahasa *processing*.
- c) *Uploader*, sebuah modul yang membuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” bias digunakan bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama. Program Arduino menggunakan bahasa (Hidayat and Supriadi, 2019).

b. Arduino UNO R3

Arduino UNO R3 merupakan sebuah papan modul mikrokontroler ATmega328. Arduino UNO R3 mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation*), 6 *input analog*, sebuah isolator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO R3 dapat dihubungkan dengan PC (*Personal Computer*) melalui kabel USB (Hidayat and Supriadi, 2019). Bentuk Arduino UNO R3 dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah.



Gambar 2. 5 Arduino UNO R3

Tabel 2. 5 Spesifikasi Arduino UNO R3

Spesifikasi Arduino UNO R3	
Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan kerja	5 Volt
Tegangan <i>supply</i>	7 – 12 Volt
Jumlah pin <i>I/O digital</i>	14 pin (6 pin <i>Pulse Width Modulation</i>)
Jumlah pin <i>input analog</i>	6 pin
Arus <i>DC</i> tiap pin <i>I/O</i>	40 mA (maksimal)
Memori <i>Flash</i>	32 KB (0,5 <i>bootlounder</i>)
<i>SRAM</i>	2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Sumber: (Hidayat and Supriadi, 2019)

c. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis alias bunyi menjadi besaran listrik, begitupun sebaliknya. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini cukup simpel, yakni berdasarkan pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat digunakan untuk mendefinisikan eksistensi atau jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu.

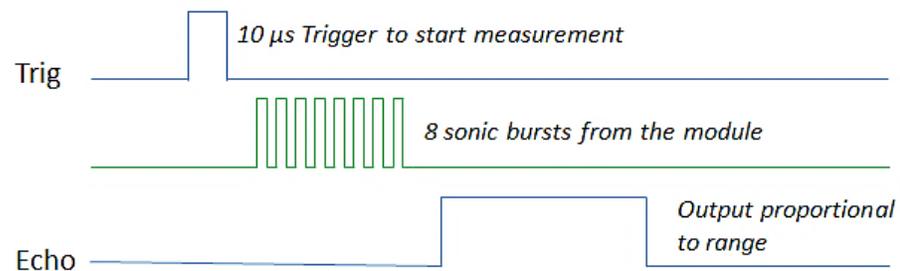
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak bisa di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa didengar oleh kucing, anjing, lumba – lumba, dan kelelawar. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat cair, padat dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat lumba lumba, kucing, dan kelelawar. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat cair, padat dan gas (Purnomo and Isnanto, 2017). Sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik

1) Cara kerja sensor ultrasonik HC SR – 04

Apabila alat diberikan memberikan tegang positif (+) pada pin *trigger* selama 10 μ S, maka sensor tersebut mengirim 8 langkah sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal tersebut akan diterima oleh *pin echo*. Untuk mengukur jarak pantulan pada sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika menerima dan mengirim sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah (Hidayat and Supriadi, 2019).



Gambar 2. 7 Visualisasi sinyal dari sensor HC-SR04

Sumber: (Hidayat and Supriadi, 2019)

d. *Buzzer (Speaker)*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi suara. Prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. karena kumparan dipasang pada

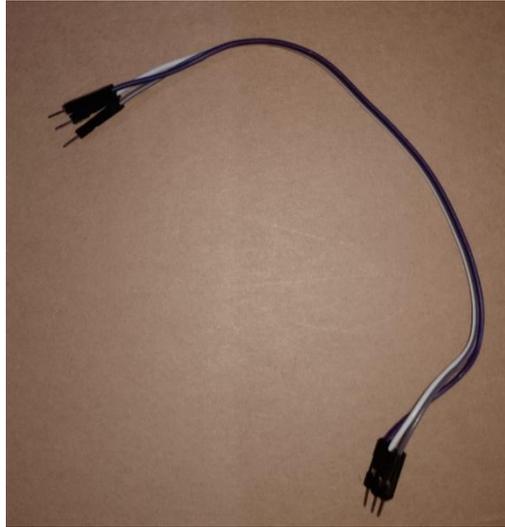
diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa di gunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*) (Suhaeb, 2016). Bentuk dari *Buzzer* dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2. 8 Buzzer

e. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Pada intinya kegunaan kabel *jumper* ini adalah sebagai penghubung antar perangkat (Hidayat and Supriadi, 2019).



Gambar 2. 9 Kabel jumper male to male

f. Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Baterai memiliki tiga bagian, anoda (-), katoda (+), dan elektrolit. Katoda dan anoda (sisi positif dan negatif pada kedua ujung baterai tradisional) dihubungkan ke sirkuit listrik (Purnomo and Isnanto, 2017).



Gambar 2. 10 Baterai

g. Saklar atau *switch*

Saklar atau *switch* berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. Dalam rangkaian elektronika dan rangkaian listrik saklar berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir dari sumber tegangan menuju beban (*output*) atau dari sistem ke sistem lainnya (Amasanggeng Patapuro *et al.*, 2023).



Gambar 2. 11 Saklar atau *switch*

10. Pengujian sensor HC – SR04

Pengujian sensor jarak atau sensor ultrasonik HC – SR04 bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut dan guna menentukan nilai *error*. Pengujian sensor dilakukan dengan cara mengukur menggunakan alat ukur baik penggaris atau meteran, lalu dengan melihat pada *output serial* monitor (Zainal Faruk, 2017).

Perhitungan nilai *error* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil pengujian} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil pengukuran}} \right| \times 100\%$$

B. Tinjauan Pustaka

Sebagai bahan pertimbangan tinjauan pustaka, penulis mengambil referensi dari penelitian – penelitian yang sudah dilakukan yaitu, sebagai berikut:

1. (Nanda and Herawati, 2021) “Kendala dan Solusi Bagi Penyandang Disabilitas Kota Semarang Dalam Mengakses Pekerjaan”.

Penelitian ini membahas perihal kendala – kendala yang dialami oleh penyandang disabilitas dalam mengakses pekerjaan yang ditinjau melalui dasar hukum yang ada. Berdasarkan dari penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapati hasil bahwa masih belum adanya dukungan baik dari pemerintah dan masyarakat, serta belum adanya dasar hukum yang kuat mengenai hak penyandang disabilitas.

2. (Masna, 2013) “Resiliensi Remaja Penyandang Tunanetra Pada SLB A Ruhui Rahayu di Samarinda”.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa subjek penelitian (penyandang tunanetra) mampu mengembangkan potensi yang dimiliki, percaya diri, menerima kondisi fisiknya, bertanggungjawab, dapat mencari bantuan, mampu bersosialisasi, menyadari dukungan orang lain dan memiliki hubungan yang baik.

3. (Yulia Rahmawati and Sunandar, 2018) “Peningkatan Keterampilan Orientasi Dan Mobilitas Melalui Tongkat Bagi Penyandang Tunanetra”.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh penggunaan tongkat terhadap ketrampilan orientasi dan mobilitas penyandang tunanetra. Dapat

disimpulkan bahwa keterampilan orientasi dan mobilitas penyandang tunanetra meningkat jauh lebih baik setelah penggunaan tongkat. Tongkat membuat penyandang tunanetra mandiri dalam berorientasi dan mobilitas.

4. (El Ahmady, Martini and Kusnayat, 2020) “Penerapan Metode *Ergonomic Function Deployment* Dalam Perancangan Alat Bantu Untuk Menurunkan Balok Kayu”.

Penelitian ini ditujukan untuk perbaikan postur kerja pekerja dibagian *receiving* perusahaan X. Luaran dari penelitian ini adalah perancangan alat yang sesuai dengan pendekatan EFD dan didapati kesimpulan bahwa alat yang dirancang dapat mengurangi terjadi *musculoskeletal disorders (MSDs)* pada pekerja.

5. (Adrianto, Desrianty and Herni, 2014) “Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*”.

Bike trial adalah salah satu jenis olahraga sepeda yang tidak memiliki tempat duduk dan bentuk *frame* sepeda yang lebih ramping dari sepeda lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang tas sepeda yang mudah dibawa untuk jarak jauh dan harus sesuai dengan aspek – aspek ergonomi seperti aspek – aspek ergonomi yaitu efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE).

6. (Purbasari *et al.*, 2019) “Analisis Postur Kerja Secara Ergonomi Pada Operator Pencetakan Pilar Yang Menimbulkan Risiko Musculoskeletal”.

Penelitian ini merupakan kajian ergonomi yang ditujukan untuk menganalisis dan mengajukan usulan perbaikan postur kerja operator pencetakan pilar.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Quick Exposure Check (QEC)* dan kuesioner *Nordic Body Map (NBM)*.

7. (Purba and Jabbar Rambe, 2014) “Analisis Beban Kerja Fisiologis Operator Di Stasiun Penggorengan Pada Industri Kerupuk”.

Penelitian ini meneliti beban kerja fisik dengan tujuan mengetahui konsumsi energi dan %CVL operator dan didapati hasil bahwa operator wanita memiliki persentasi kategori sangat sakit tertinggi yaitu 47,4%, operator pria sebesar 28,2%. Pengukuran untuk operator wanita menunjukkan bahwa 80% konsumsi energi operator berada dalam kategori berat yaitu 351-379 KKal/jam sedangkan operator laki-laki hanya 20% berada dalam kategori berat. Berdasarkan %CVL operator operator wanita berada dalam kategori diperlukan perbaikan dan operator laki-laki hanya 60% yang berada dalam kategori diperlukan perbaikan selebihnya berada dalam kategori tidak terjadi kelelahan.

8. (Purnomo, 2014) “Pengukuran Antropometri Tangan Usia 18 Sampai 22 Tahun Kabupaten Sleman Yogyakarta”.

Pada penelitian dilakukan penelitian pengukuran antropometri tangan untuk umur 18 tahun sampai dengan 22 tahun Kabupaten Sleman Yogyakarta. Dimensi tangan yang diukur sebanyak 25 dimensi yang selanjutnya dilakukan pengukuran persentil ke-5, persentil ke-50 dan persentil ke-95. Disamping itu dilakukan perhitungan korelasi dan regresi yang digunakan untuk menentukan persamaan regresi. Hasil perhitungan koefisien korelasi antara TB dengan Pij, Pjt, Pt, Ptt, Ptm untuk laki-laki menunjukkan korelasi yang kuat dengan nilai

>0,5-0,75. Hubungan TB dengan Pjtg, Pjm dan Pjk menunjukkan korelasi cukup dengan nilai >0,25-0,50. Sedangkan untuk perempuan semua dikategorikan cukup dengan nilai >0,25-0,50.

9. (Hidayat and Supriadi, 2019) “Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino”

Penelitian ini muncul karena ditemukanya kelemahan pada tongkat konvensional yang memiliki kelemahan yaitu hanya dapat meraba benda atau halangan dengan jangkauan terbatas. Oleh karena itu dirancanglah sebuah alat yang dapat membantu dan memudahkan penyandang tunanetra untuk beraktivitas. Dari gambaran masalah diatas ditemukan ide untuk membuat alat tongkat tunanetra pintar menggunakan arduino. (Suhaeb, 2016) “Desain Tongkat Elektronik Bagi Tunanetra Berbasis Sensor Ultrasonik dan *Mikrokontroller ATmega8535*”

Desain tongkat elektronik ini dibuat untuk penderita tunanetra sebagai pembantu berjalan yang dapat mendeteksi penghalang yang ada disekitar mereka. Bentuk tongkat akan dibuat seperti tongkat tunanetra pada umumnya, hal ini bertujuan agar tunanetra merasa nyaman pada saat menggunakannya. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa tongkat elektronik tunanetra ini cukup memuaskan, karena hasil respon pengujian perbandingan tongkat elektronik dengan tongkat tunanetra yang dinilai dari aspek keefektifan, kemudahan, keamanan, dan keunggulan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif yaitu penelitian yang berfokus pada peristiwa alami, nyata, subjektif dan interaktif dengan partisipan (Marinu Waruwu, 2023).

Pada penelitian ini merupakan studi tentang perancangan tongkat sensor ultrasonik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment (EFD)*, secara garis besar metode ini digunakan untuk mengetahui ergonomis atau tidaknya suatu rancangan sebuah produk. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Eksperimen adalah suatu percobaan yang tersistem dan terencana untuk membuktikan suatu teori, metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* (Zainal Faruk, 2017).

Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengetahui kebutuhan responden untuk perancangan alat mulai dari komponen – komponen yang dibutuhkan, kebutuhan dan kepuasan responden. Perancangan produk menggunakan perhitungan antropometri guna menentukan persentil produk atau alat yang dirancang Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua yaitu data primer dan data sekunder.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra (RPSDSN) Distarastra yang berlokasi di Jl. Terusan Danayasa No. 4, Bojongbata, Kec. Pemalang, Kab. Pemalang, Jawa Tengah 50612.

2. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Agustus 2024 hingga Januari 2025 yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian 2024 - 2025

Kegiatan								
	Juni	Juli	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Jan
Pembuatan Proposal	■							
Bimbingan Proposal	■	■	■					
Seminar Proposal				■				
Perancangan Alat				■	■			
Pengumpulan dan Pengolahan Data				■	■			
Penyusunan Skripsi					■	■		
Bimbingan Skripsi						■	■	■
Penyelesaian Skripsi						■	■	■
Sidang Skripsi							■	■

Sumber: (Data penelitian)

C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

1. Populasi

Dalam penelitian ini, jumlah populasi yang digunakan adalah sebanyak 16 orang. Jumlah ini dipilih karena sesuai dengan jumlah populasi penyandang tunanetra di Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra Distarastra.

2. Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik *sampling jenuh* dimana seluruh populasi yang ada dijadikan sampel (Sugiyono, 2017). Sampel yang diambil dalam penelitian ini yaitu sesuai dengan jumlah populasi dengan jumlah 16 sampel.

D. Variabel penelitian

Terdapat 2 variabel pada penelitian ini, yaitu:

1. Variabel bebas (*Independent*)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi terjadinya sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (*Dependent*), yang dalam penelitian ini yaitu tingkat tunanetra sensor ultrasonik.

2. Variabel terikat (*Dependent*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi dan yang menjadi hasil dari variabel bebas, yang dalam penelitian ini yaitu metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*. Atribut – atribut adalah quisioner, kebutuhan responden dan usia responden.

E. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan aktifitas yang dilakukan guna mendapatkan informasi yang diperlukan dalam rangka mencapai tujuan dari sebuah penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi kepustakaan, observasi, wawancara, dokumentasi penelitian, pengujian dan pencatatan data. Data yang dikumpulkan adalah data terkait fisiologi kerja saat penggunaan tingkat konvensional dan tingkat sensor ultrasonik.

1. Data primer

a. Observasi

Observasi adalah pengamatan atau peninjauan secara langsung di tempat penelitian, yang dalam penelitian ini yaitu di Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra Distarastra dengan mengamati kebiasaan penyandang tunanetra total di lokasi penelitian, menanyakan kesulitan saat melakukan aktivitas sehari – hari dan merumuskan masalah yang dihadapi.

b. Eksperimen

Eksperimen adalah suatu percobaan yang tersistem dan terencana untuk membuktikan suatu teori. Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengetahui kebutuhan responden untuk perancangan alat mulai dari komponen – komponen yang dibutuhkan, kebutuhan dan kepuasan responden.

c. Wawancara

Wawancara atau *interview* merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan tanya jawab yang dilakukan secara langsung pada responden guna mengetahui tentang objek yang diteliti, wawancara digunakan karena responden penelitian adalah penyandang tunanetra total yang berlokasi di Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra Dristarastra.

d. Dokumentasi

Dokumentasi adalah teknik pengumpulan, pemilihan, penyimpanan dan pengolahan informasi dalam bidang pengetahuan. Informasi yang dimaksud dapat berupa data, catatan penelitian, foto, video dan bahan referensi lainnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal penelitian dan buku.

F. Instrumen Penelitian

1. Bahan dan alat

a. Bahan

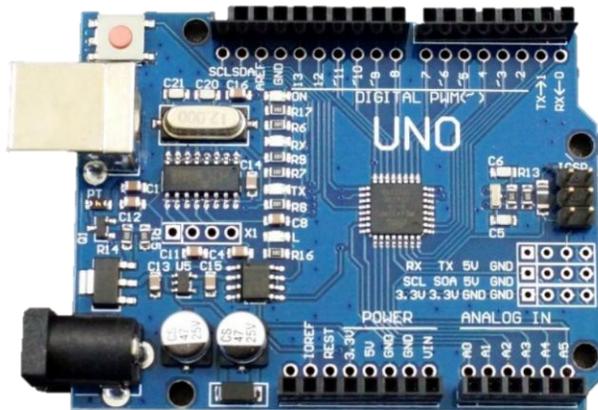
1) Tongkat Konvensional



Gambar 3. 1 Tongkat tunanetra konvensional lipat 5

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

2) Arduino UNO R3



Gambar 3. 2 Arduino UNO R3

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

3) Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 3. 3 Sensor ultrasonik HC-SR04

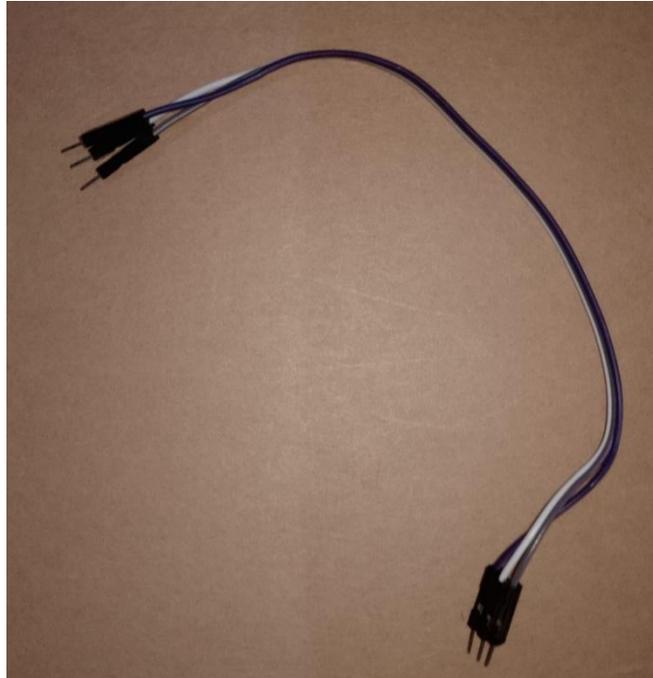
Sumber: (Dokumentasi penelitian)

4) *Buzzer (Speaker)*



Gambar 3. 4 *Buzzer (Speaker)*

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

5) Kabel *jumper male to female*

Gambar 3. 5 Kabel *jumper male to female*

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

6) Batera



Gambar 3. 6 Baterai 9 Volt

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

7) *Double tape*



Gambar 3. 7 *Double tape*

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

8) Dudukan Baterai



Gambar 3. 8 Connector baterai

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

9) Akrilik 2 mm



Gambar 3. 9 Akrilik dengan ketebalan 2 mm

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

10) Saklar atau *switch*



Gambar 3. 10 Saklar atau *switch*

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

b. Alat

- 1) 1 Unit laptop untuk mengolah *coding*



Gambar 3. 11 1 Unit laptop

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

- 2) *Sealant*



Gambar 3. 12 Sealant

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

3) *Cutter* (Pemotong)



Gambar 3. 13 Cutter (Pemotong)

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

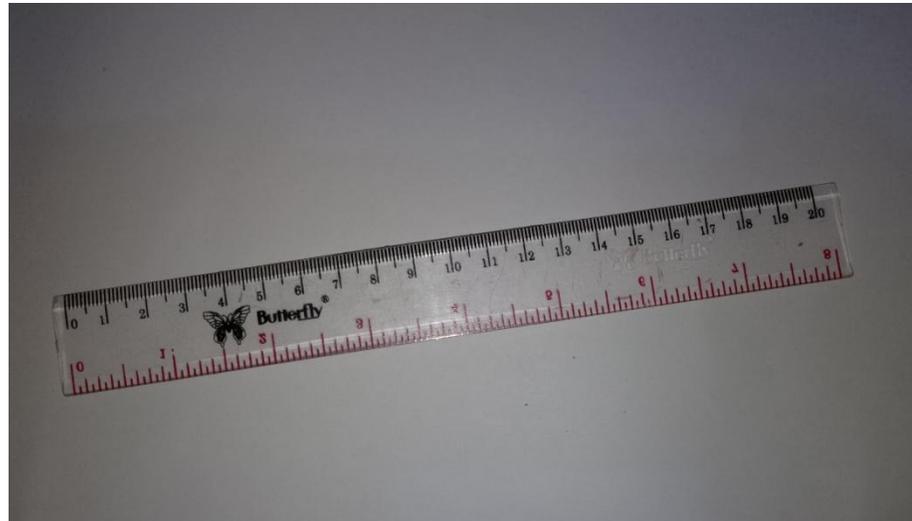
4) Bor tangan dan mata bor



Gambar 3. 14 Bor tangan dan mata bor

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

5) Penggaris



Gambar 3. 15 Penggaris

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

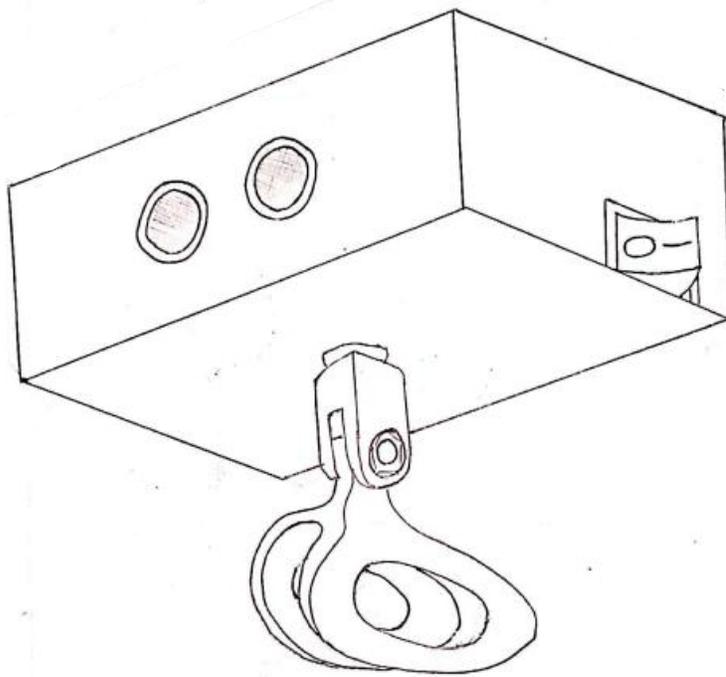
6) Spidol (*Marker*)

Gambar 3. 16 Spidol (*Marker*)

Sumber: (Dokumentasi penelitian)

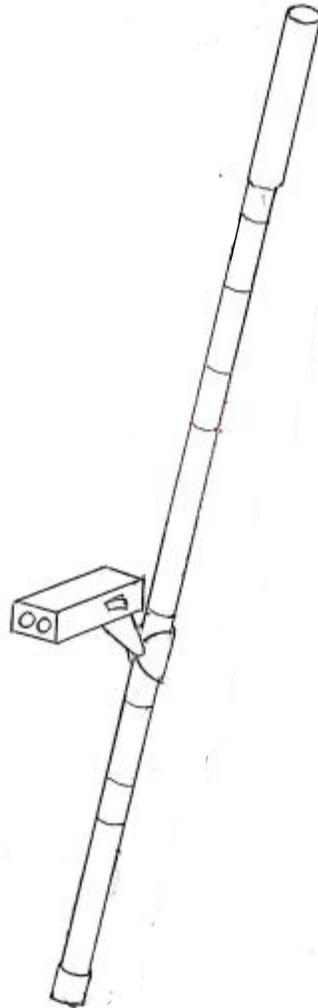
G. Rancangan Awal

1. Desain rumah sensor



Gambar 3. 17 Desain awal rumah sensor

2. Desain tongkat sensor ultrasonik



Gambar 3. 18 Desain awal tongkat sensor ultrasonik

H. Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah cara yang digunakan untuk mengolah atau menganalisis serta membuktikan kebenaran data yang telah diperoleh dari pengumpulan data. Analisis data pada penelitian ini yaitu:

1. Uji validitas

Uji validitas adalah uji yang digunakan untuk mengukur instrument dalam quisioner tersebut dan dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas yang dilakukan pada penelitian ini yaitu data tingkat kepentingan responden dan tingkat kepuasan pengguna. Uji validitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 \cdot (\sum Y^2) - (\sum X)^2 \cdot (\sum Y)^2\}}}$$

Pengujian dilakukan menggunakan *software SPSS 27*. Penelitian ini menggunakan taraf kepercayaan 95% atau signifikansi 5% ($p = 0.05$). Keputusan ini diambil berdasarkan dengan jumlah responden atau N, jika $N = 16$ maka derajat bebasnya adalah $N - 1 = 15$. Nilai r tabel pada df 14 dan signifikansi 0.05 adalah 0.482, maka jika r hitung $>$ r tabel maka data dinyatakan valid.

2. Uji realibilitas

Uji realibitas merupakan alat pengujian yang digunakan untuk mengukur konsistensi quisioner yang merupakan indikator dari variabel. Uji realibilitas yang dilakukan pada penelitian ini yaitu data tingkat kepentingan responden dan tingkat kepuasan pengguna. Pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan *software SPSS 27*. Uji realibilitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$r = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

3. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dibutuhkan dan bertujuan meyakinkan bahwa data yang telah dihimpun telah memadai secara objektif. Sebelum melakukan uji kecukupan data perlu menentukan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian. Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

4. Uji Keseragaman data

Uji keseragaman data bermanfaat dalam meyakinkan data yang terhimpun bersumber dari sistem yang serupa, sehingga dilaksanakan pengujian pada keseragaman data. Uji keseragaman data dibutuhkan guna memilah data yang mempunyai ciri yang berlainan. Rumus uji keseragaman adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Setelah menghitung standar deviasi, maka langkah berikutnya adalah menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) dengan rumus berikut

$$BKA = \bar{X} + (3 \times \sigma)$$

$$BKB = \bar{X} - (3 \times \sigma)$$

5. Uji normalitas data

Uji normalitas data digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan terdistribusi normal atau tidak. Karena jumlah responden atau sampel berjumlah 16 maka penelitian ini menggunakan jenis perhitungan *shapiro – wilk*. *Shapiro – wilk* digunakan dalam uji normalitas apabila sampel berjumlah kurang dari 50 (Marinu Waruwu, 2023).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

6. Perhitungan persentil

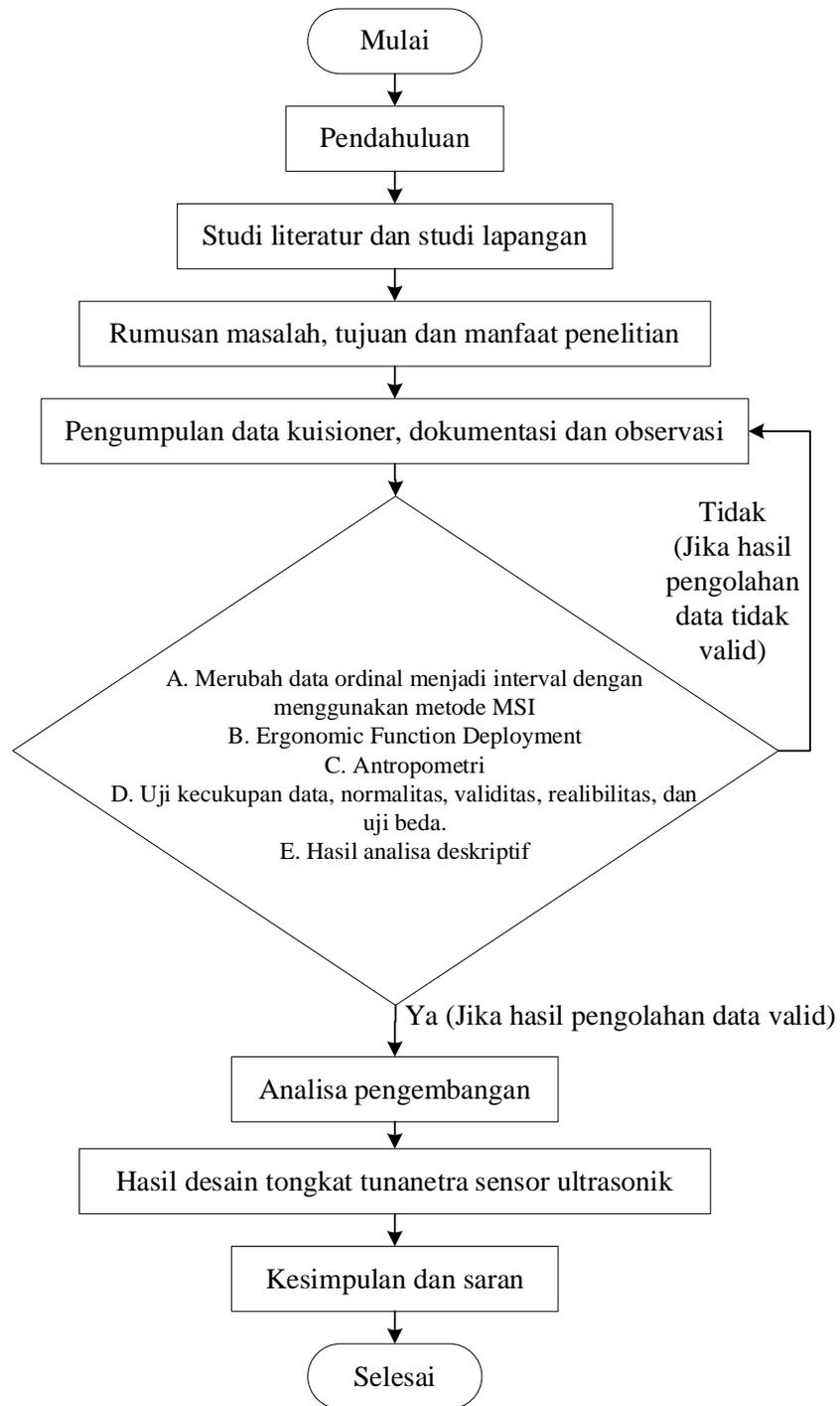
Perhitungan persentil digunakan untuk menentukan ukuran perancangan dengan melakukan perhitungan persentil dari data antropometri yang didapat. Perhitungan persentil pada penelitian ini adalah persentil 5 (P5), persentil 50 (P50), persentil 95 (P95) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentil 5 (P5)} = x - 1,645 \times (\sigma)$$

$$\text{Persentil 50 (P50)} = x$$

$$\text{Persentil 95 (P95)} = x + 1,645 \times (\sigma)$$

I. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 19 Diagram alur penelitian