

## PERANCANGAN TONGKAT TUNANETRA SENSOR ULTRASONIK MENGUNAKAN METODE ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)

(Design Of Ultrasonic Sensor Blind Cane Using The Ergonomic Function  
Deployment (EFD) Method)

Muhammad Khanif Hidayatullah<sup>1</sup>, Siswiyanti<sup>2</sup>, Rizki Prasetyo Tulodo<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal

<sup>3</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal

Corresponding Author: [Rizkiupstegal@gmail.com](mailto:Rizkiupstegal@gmail.com)

### Article Info

Page :  
65 – 75

Submission Date:  
25 / November / 2025

Accepted Date:  
19 / Desember / 2025

Published Date:  
31 / Desember / 2025

**Keywords:** blind person's  
cane, ergonomic function  
deployment method,  
ultrasonic sensor,  
anthropometry

### ABSTRACT

The use of a conventional cane for visually impaired individuals still has several limitations, such as discomfort during activities, difficulty aligning the cane with the walking path, and the inability to determine position and destination effectively through tracing or following techniques. Therefore, an improved and more ergonomic cane design is needed. The proposed design incorporates ultrasonic sensors to help users detect obstacles at a greater distance. To ensure user comfort, the design was evaluated using the Ergonomic Function Deployment (EFD) method and supported by anthropometric measurements so that the cane dimensions match user needs. The final design resulted in a cane length of 120 cm, a handle length of 17 cm, and a grip diameter of 3 cm. A paired samples test comparing the conventional cane with the ultrasonic sensor cane showed a sig. (2-tailed) value of  $0.000 < 0.05$ . This indicates that  $H_0$  is rejected and  $H_a$  is accepted, confirming that the ultrasonic cane provides a significant improvement in usability compared to the conventional cane.

### EMAIL

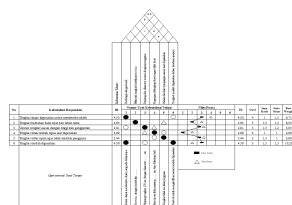
<sup>1</sup>[Rizkiupstegal@gmail.com](mailto:Rizkiupstegal@gmail.com)

### ABSTRAK

Penggunaan tongkat konvensional bagi penyandang tuna netra masih memiliki keterbatasan, seperti ketidaknyamanan saat beraktivitas, sulit ditempatkan sesuai jalur, dan kurang efektif dalam menentukan posisi maupun tujuan. Karena itu, diperlukan desain tongkat yang lebih ergonomis dan fungsional. Tongkat yang dirancang perlu dilengkapi sensor ultrasonik agar pengguna dapat mendeteksi objek di depan dengan jarak lebih jauh. Untuk memastikan kenyamanan pengguna, desain dievaluasi menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) dan perhitungan antropometri, sehingga dimensi tongkat sesuai kebutuhan pengguna. Hasil perancangan menghasilkan panjang tongkat 120 cm, panjang gagang 17 cm, dan diameter pegangan 3 cm. Berdasarkan uji statistik paired samples test antara tongkat konvensional dan tongkat sensor ultrasonik, diperoleh nilai sig. (2-tailed) sebesar  $0.000 < 0.05$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, sehingga terdapat pengaruh yang signifikan dalam penggunaan tongkat ultrasonik dibandingkan tongkat konvensional.

**Kata kunci:** tongkat  
tunanetra, metode ergonomic  
function deployment, sensor  
ultrasonik, antropometri.

### Main Figure



## PENDAHULUAN

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 salah satu unit layanan yang berada di bawah naungan Panti Lanjut Usia Bojonegara, Pemalang. Lembaga ini memiliki peran penting dalam memberikan pelayanan, pembinaan, serta pendampingan bagi penyandang disabilitas sensorik netra. Saat ini, RPSDSN Dristarastra membimbing 16 penyandang tunanetra dengan berbagai jenis kebutuhan, baik dalam aspek kemandirian, kemampuan mobilitas, maupun pengembangan aktivitas sehari-hari.

Salah satu bentuk bimbingan yang rutin diberikan adalah bimbingan orientasi dan mobilitas, yaitu pelatihan keterampilan bagi penyandang tunanetra agar mampu bergerak, mengenali lingkungan, serta melakukan perjalanan dengan aman dan mandiri. Dalam pelatihan ini, alat bantu utama yang digunakan adalah tongkat tunanetra konvensional. Tongkat ini berfungsi sebagai alat pendeteksi hambatan melalui sentuhan, sehingga pengguna dapat merasakan permukaan jalan, tangga, atau benda yang berada di jalur mereka. Secara umum, tongkat tunanetra berwarna putih dengan bagian merah di bawah pegangan, yang berfungsi sebagai penanda visual bagi masyarakat bahwa pengguna adalah penyandang tunanetra, sebagaimana disebutkan oleh Yulia Rahmawati dan Sunandar (2018). Namun, dalam praktik di lapangan, penggunaan tongkat tunanetra konvensional masih memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kelemahan yang paling signifikan adalah jangkauan pendeteksian hambatan yang terbatas. Tongkat hanya mampu mendeteksi objek yang berada sangat dekat dengan pengguna, sehingga ketika terdapat hambatan berjarak beberapa meter di depan, pengguna tidak dapat mengantisipasinya sejak dini. Kondisi ini berpotensi membahayakan, terutama ketika pengguna berada di area umum yang ramai, di jalan tidak rata, atau menghadapi objek yang tidak dapat dijangkau oleh tongkat fisik seperti dinding kaca, lubang kecil, atau halangan pada ketinggian tertentu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul kebutuhan akan adanya inovasi pada tongkat tunanetra, khususnya dalam hal peningkatan fungsi pendeteksian dan kenyamanan penggunaan. Inovasi tidak hanya berfokus pada penambahan teknologi, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek ergonomi, karena tongkat merupakan alat yang digunakan setiap hari sehingga harus memberikan kenyamanan maksimal bagi penggunanya. Tongkat yang tidak sesuai ukuran dapat menyebabkan kelelahan tangan, posisi tubuh tidak ideal, serta berpengaruh pada efektivitas deteksi hambatan.

Untuk menjawab tantangan tersebut, dirancangkah tongkat tunanetra berbasis sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dipilih karena mampu mendeteksi objek dengan jarak jauh menggunakan pantulan gelombang suara, sehingga pengguna dapat menerima peringatan dini sebelum mendekati hambatan. Dengan adanya fitur ini, penyandang tunanetra dapat bergerak lebih aman, percaya diri, dan efisien dalam berbagai kondisi lingkungan.

Dalam proses pengembangannya, metode Ergonomic Function Deployment (EFD) digunakan untuk memastikan bahwa produk yang dirancang benar-benar memenuhi prinsip ergonomi. EFD merupakan pendekatan sistematis yang mengevaluasi seberapa baik desain memenuhi kebutuhan pengguna dalam aspek kenyamanan, keamanan, dan efektivitas penggunaan. Melalui metode ini, berbagai aspek penting seperti bentuk pegangan, panjang tongkat, bobot alat, dan posisi sensor dianalisis dengan cermat. Selain EFD, proses perancangan juga melibatkan perhitungan antropometri, yaitu pengukuran dimensi tubuh manusia yang relevan dengan penggunaan tongkat. Antropometri digunakan untuk menentukan ukuran tongkat yang ideal untuk mayoritas pengguna tunanetra, sehingga tongkat dapat digunakan dengan nyaman tanpa menyebabkan rasa pegal atau postur tubuh yang buruk. Pengukuran ini meliputi tinggi badan pengguna, panjang lengan, lebar genggam tangan, hingga diameter pegangan yang sesuai agar tidak licin atau sulit digenggam.

Penelitian ini tidak hanya membahas tentang kenyamanan desain, tetapi juga seluruh proses perancangan alat mulai dari penentuan komponen elektronik, perakitan sensor ultrasonik, penyusunan kode program (coding) untuk mengatur pembacaan sensor dan sistem getar atau bunyi sebagai peringatan, hingga desain akhir tongkat yang siap digunakan. Setiap komponen dipilih berdasarkan standar efisiensi, ketahanan, dan kemudahan pemeliharaan.

Melalui inovasi tongkat ultrasonik ini, diharapkan mobilitas penyandang tunanetra di RPSDSN Dristarastra maupun di masyarakat luas dapat meningkat secara signifikan. Tongkat ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu mobilitas, tetapi juga sebagai solusi yang mampu memberikan rasa aman, meningkatkan kemandirian, serta memperkecil risiko kecelakaan selama aktivitas sehari-hari. Dengan pendekatan desain yang mengutamakan kebutuhan pengguna dan

didukung oleh teknologi serta prinsip ergonomi yang tepat, inovasi ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas hidup penyandang disabilitas netra.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2024 dan berlokasi di Rumah Pelayanan Sosial Disabilitas Sensorik Netra (RPSDSN) Dristarastra, yang berada di Jl. Terusan Danayasa No. 4, Bojongsata, Pematang, Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih karena memiliki 16 penyandang tunanetra yang aktif mengikuti pembinaan orientasi dan mobilitas, sehingga sangat relevan dengan tujuan penelitian mengenai perancangan tongkat sensor ultrasonik.

Secara umum, penelitian ini merupakan studi perancangan produk dengan pendekatan rekayasa ergonomi. Metodologi utama yang digunakan adalah Ergonomic Function Deployment (EFD), yaitu metode yang bertujuan mengevaluasi apakah suatu rancangan produk telah memenuhi aspek ergonomis berdasarkan kebutuhan pengguna. EFD mengintegrasikan faktor manusia ke dalam proses desain melalui identifikasi kebutuhan, analisis fungsi, dan penentuan karakteristik teknis yang sesuai. Penggunaan metode ini penting untuk memastikan bahwa tongkat sensor ultrasonik tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga aman, nyaman, dan efektif untuk digunakan secara berkelanjutan.

Dalam kajian teori, ergonomi didefinisikan sebagai ilmu yang mengumpulkan informasi mengenai kemampuan, keterbatasan, karakteristik, serta pola perilaku manusia untuk diterapkan dalam perancangan alat, mesin, sistem kerja, dan lingkungan yang produktif, aman, dan nyaman (Luthfianto & Siswiyanti, 2008). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknologi seperti sensor ultrasonik, tetapi juga menekankan kesesuaian antara dimensi alat dengan tubuh pengguna melalui pengukuran antropometris.

Perhitungan antropometri digunakan untuk menentukan ukuran tongkat yang ideal, seperti panjang tongkat, panjang handle, serta diameter pegangan. Pengukuran dilakukan berdasarkan parameter tubuh penyandang tunanetra yang menjadi responden, kemudian ditentukan persentil yang paling representatif agar desain dapat digunakan oleh mayoritas pengguna. Bagian teori antropometri ini sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan dimensi produk dalam tahap perancangan praktis.

Adapun penelitian ini tidak menggunakan bahan kimia, namun menggunakan beberapa komponen elektronik, antara lain: sensor ultrasonik HC-SR04, modul getar atau buzzer sebagai indikator, mikrokontroler sebagai pengolah data, baterai, serta pipa atau bahan tongkat sebagai struktur fisik. Komponen-komponen ini dirakit berdasarkan rancangan teknis yang telah dibuat dalam tahap desain awal. Metode eksperimen yang digunakan adalah pengujian fungsional sensor, uji jangkauan deteksi hambatan, serta uji kenyamanan pengguna.

Sementara itu, teknik sampling yang digunakan adalah sampling jenuh, yaitu teknik pengambilan sampel di mana seluruh populasi dijadikan sampel (Sugiyono, 2017). Karena jumlah populasi penyandang tunanetra di lokasi penelitian hanya 16 orang, maka seluruhnya dijadikan responden untuk memperoleh data antropometri serta menilai prototipe tongkat yang dirancang.

Secara keseluruhan, metode ini menghasilkan alur kerja yang terdiri dari: (1) pengumpulan kebutuhan pengguna, (2) pengukuran antropometri, (3) perancangan teknis tongkat, (4) perakitan alat, dan (5) pengujian fungsi serta kenyamanan. Pendekatan metodologis ini memastikan bahwa desain tongkat sensor ultrasonik benar-benar berbasis teori ergonomi dan dapat diterapkan secara praktis di lapangan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

## Hasil Penelitian

A. Metode *ergonomic function deployment (EFD)*

## 1) Atribut kepentingan responden

Tabel 1. Data tingkat kepentingan responden Tingkat

Responden	Kepentingan						Jumlah	Rerata	Pembulatan
	1	2	3	4	5	6			
Safir	2	2	3	2	2	2	13	2,17	2
Ikwan	1	2	2	1	1	1	8	1,33	1
Rizky	1	2	2	1	2	3	11	1,83	2
Tabah	4	3	4	4	3	4	22	3,67	4
Baharudin	1	3	1	1	3	1	10	1,67	2
Luthfi	2	2	2	2	2	2	12	2,00	2
Ridho	4	2	4	4	2	4	20	3,33	3
Eko	4	3	4	4	3	4	22	3,67	4
Arifin	3	3	3	4	3	3	19	3,17	3
Deni	4	4	4	4	4	3	23	3,83	4
Tri Adi	4	3	3	4	3	4	21	3,50	4
Bagas P	4	3	4	4	4	4	23	3,83	4
Bayu	4	3	4	4	3	4	22	3,67	4
Irfan S	3	4	3	5	2	3	20	3,33	3
Zulqornain	4	4	4	4	4	4	24	4,00	4
Egi	4	3	4	4	3	2	20	3,33	3

## 2) Atribut tingkat kepuasan pengguna

## a) Kepuasan alat lama

Data kepuasan alat lama diperoleh dari kuisioner tingkat kepuasan alat lama yang diberikan ke responden atau pengguna. Data kepuasan alat lama ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data tingkat kepuasan alat lama

Responden	Tingkat Kepuasan						Jumlah	Rerata	Pembulatan
	1	2	3	4	5	6			
Safir	4	4	4	4	5	3	24	4,00	4
Ikwan	3	4	5	5	4	5	26	4,33	4
Rizky	5	3	5	4	3	3	23	3,83	4
Tabah	4	5	4	4	5	4	26	4,33	4
Baharudin	5	5	5	5	4	5	29	4,83	5
Luthfi	5	4	5	5	4	5	28	4,67	5
Ridho	3	3	3	4	3	3	19	3,17	3
Eko	3	3	3	5	3	3	20	3,33	3
Arifin	4	4	4	3	4	4	23	3,83	4
Deni	5	5	4	3	4	5	26	4,33	4
Tri Adi	3	3	4	3	3	5	21	3,50	4
Bagas P	4	3	4	3	3	4	21	3,50	4
Bayu	5	5	5	5	5	5	30	5,00	5
Irfan S	4	4	4	5	4	4	25	4,17	4
Zulqornain	3	3	4	3	3	4	20	3,33	3
Egi	4	3	4	3	5	3	22	3,67	4

## b) Kepuasan alat baru

Data kepuasan alat baru diperoleh dari kuisioner tingkat kepuasan alat lama yang diberikan ke responden atau pengguna. Data kepuasan alat lama ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data tingkat kepuasan alat baru

Responden	Tingkat Kepuasan						Jumlah	Rerata	Pembulatan
	1	2	3	4	5	6			
Safir	4	4	4	4	5	3	24	4,00	4
Ikwan	3	4	5	5	4	5	26	4,33	4
Rizky	5	3	5	4	3	3	23	3,83	4
Tabah	4	5	4	4	5	4	26	4,33	4
Baharudin	5	5	5	5	4	5	29	4,83	5
Luthfi	5	4	5	5	4	5	28	4,67	5
Ridho	3	3	3	4	3	3	19	3,17	3
Eko	3	3	3	5	3	3	20	3,33	3
Arifin	4	4	4	3	4	4	23	3,83	4
Deni	5	5	4	3	4	5	26	4,33	4
Tri Adi	3	3	4	3	3	5	21	3,50	4
Bagas P	4	3	4	3	3	4	21	3,50	4
Bayu	5	5	5	5	5	5	30	5,00	5
Irfan S	4	4	4	5	4	4	25	4,17	4
Zulqornain	3	3	4	3	3	4	20	3,33	3
Egi	4	3	4	3	5	3	22	3,67	4

## 3) Pengujian instrumental

## a) Uji validitas

Uji validitas digunakan guna mengetahui apakah instrument yang terdapat pada kuisioner dapat merepresentasikan apa yang diinginkan responden. Pengujian dilakukan pada data tingkat kepentingan responden (uji 1), data tingkat kepuasan alat lama (uji 2) dan alat baru (uji 3) dengan nilai  $r$  Tabel 0.482. Rekapitulasi uji validitas ditunjukkan dalam tabel 4 dibawah.

Tabel 4. Hasil uji validitas

Suara responden	R hitung Uji 1	R hitung Uji 2	R hitung Uji 3	Keterangan
pertanyaan 1	0.966	0.971	0.762	Valid
pertanyaan 2	0.680	0.663	0.872	Valid
pertanyaan 3	0.897	0.546	0.759	Valid
pertanyaan 4	0.933	0.520	0.552	Valid
pertanyaan 5	0.734	0.541	0.634	Valid
pertanyaan 6	0.830	0.799	0.649	Valid

Dari tabel 4 telah menunjukkan bahwa nilai  $R$  dihitung pada uji 1, uji 2 dan uji 3 valid seluruhnya, hal ini karena hasil  $R$  hitung  $< 0.482$  ( $R$  hitung).

## b) Uji realibilitas

Uji realibitas bertujuan untuk memastikan bahwa instrumen penelitian yang digunakan dapat menghasilkan hasil yang konsisten dan dapat dipercaya. Pengujian dilakukan pada data tingkat kepentingan responden (uji 1), data tingkat kepuasan alat lama (uji 2) dan alat baru (uji 3). Rekapitulasi uji realibilitas ditunjukkan dalam tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil uji realibilitas

Pengujian	R hitung Uji 1	R hitung Uji 2	R hitung Uji 3	Keterangan
<i>Case processing summary</i>	100.0	100.0	100.0	Realibel
<i>Reliability (Cronbach's alpha)</i>	0.918	0.760	0.782	Realibel

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai R hitung pada uji 1, uji 2, uji 3 realibel seluruhnya, hal ini karena nilai

#### 4) Rekapitulasi metode EFD

Rekapitulasi *Ergonomic Function Deployment (EFD)* yang tercantum adalah *Importance Rating (IR)*, *Goal*, *Improvement Ratio*, *Sales Point*, *Raw Weight*. Tabel rekapitulasi ditunjukkan dalam Tabel 6. dibawah.

Tabel 6 Rekapitulasi metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*

<i>Importance Rating</i>	<i>Goal</i>	<i>IR</i>	<i>Sales point</i>	<i>Raw weight</i>
4.50	4	1	1.5	6.75
4.63	3	1.5	1.2	8.33
2.81	3	1.5	1.2	5.05
4.69	4	1	1	4.69
2.44	3	1.5	1	3.66
4.56	3	1.5	1.5	10.26

#### 5) House of Ergonomic

Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* digunakan dalam perancangan tongkat tunanetra untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis produk. Kebutuhan pengguna diperoleh melalui observasi dan studi literatur, yang meliputi aspek kenyamanan genggam, kemudahan penggunaan, keamanan, serta kemampuan tongkat dalam mendeteksi rintangan. Kebutuhan tersebut kemudian disusun dalam bentuk matriks EFD dan dikaitkan dengan karakteristik teknis seperti berat tongkat, diameter pegangan, jarak deteksi sensor ultrasonik, serta jenis output peringatan yang digunakan.

Hasil analisis matriks EFD menunjukkan bahwa beberapa parameter teknis memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi, terutama berat tongkat, ukuran pegangan, dan jarak deteksi sensor. Parameter-parameter tersebut berpengaruh langsung terhadap kenyamanan dan keselamatan pengguna tunanetra saat menggunakan tongkat dalam aktivitas sehari-hari. Dengan menerapkan metode EFD, desain tongkat yang dihasilkan menjadi lebih ergonomis, fungsional, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga dapat meningkatkan kemandirian dan keamanan tunanetra dalam bernavigasi.



12	Bagas P	19	55	1,67	19,72	Normal
13	Bayu	29	60	1,55	24,97	Normal
14	Irfan S	22	60	1,60	23,44	Normal
15	Zulqornain	19	65	1,72	21,97	Normal
16	Egi	30	62	1,60	24,22	Normal

Dari Tabel 7. menunjukkan bahwa Indeks Masa Tubuh (IMT) dari 16 responden adalah normal karena berada pada rentang 18,5 – 24,9.

## 2) Pengelolaan data antropometri

### a) Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dibutuhkan dan bertujuan meyakinkan bahwa data yang telah dihimpun telah memadai secara objektif (Pratama, 2024). Prosentsae yang digunakan adalah 95% dengan tingkat ketelitian sebesar 5%.

Uji kecukupan data menggunakan rumus, sebagai berikut:

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

Berdasarkan rumus diatas maka didapati hasil yang ditunjukkan dalam Tabel 8. dibawah.

Tabel 8. Hasil uji kecukupan data

Deskripsi data	N'	Kesimpulan
TSB	1	Data cukup
PTT	9	Data cukup
DLG	8	Data cukup

### b) Uji keseragaman data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan seragam atau tidak. Data penelitian dikatakan seragam jika nilai rerata berada di rentang batas kontrol bawah (BKB) dan batas kontrol atas (BKA). Rekapitulasi hasil uji keseragaman data ditunjukkan dalam Tabel 9. dibawah.

Tabel 9. Hasil uji keseragaman data

Deskripsi data	$x$	$\sigma$	BKA	BKB	Kesimpulan
TSB	114	3,3	120	101	Seragam
PTT	17	1,7	21	10	Seragam
DLG	5	1,0	8,10	1,90	Seragam

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa data seragam seluruhnya, karena nilai rata – rata berada diantara Batas Kontrol Bawah (BKB) dan Batas Kontrol Atas (BKA).

### c) Uji normalitas

Uji normalitas yang digunakan yaitu menggunakan metode shapiro-wilk. Hal ini dilakukan karena jumlah sampel hanya 16 orang. Uji normalitas dapat dikatakan normal jika nilai  $Sig. (2 - tailed) > 0,05$ . Hasil uji normalitas ditunjukkan dalam Tabel 10. dibawah.

Tabel 10. Hasil uji normalitas

Deskripsi data	Shapiro – wilk	Sig. (2 - tailed)	Kesimpulan
TSB	0.905	0.096	Normal
PTT	0.903	0.090	Normal
DLG	0.892	0.060	Normal

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui nilai pada TSB, PTT, dan  $DLG > 0,05$ . Maka berdasarkan dasar pengambilan keputusan dapat diambil kesimpulan bahwa data terdistribusi normal.

d) Perhitungan persentil

Perhitungan persentil bertujuan menentukan urutan dan data dari terkecil hingga terbesar, serta untuk mengindikasikan posisi suatu nilai dalam data. Rekapitulasi hasil perhitungan persentil dapat dilihat pada Tabel 11. dibawah.

Tabel 11. Rekapitulasi perhitungan persentil

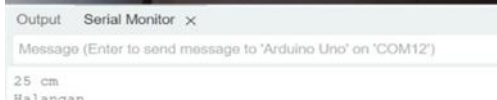
Dimensi antropometri	P5%	P50%	P95%
TSB	108	114	120
PTT	14	17	19
DLG	3	5	6

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pada Tinggi siku berdiri 120 cm, panjang telapak tangan 17 cm, dan diameter lingkaran genggam 3 cm.

## Pembahasan

Pembahasan dilakukan dengan uji coba alat yaitu pada sensor jarak dan uji *paired samples T – Test*.

### 1) Uji coba alat



Gambar 2. Pengujian pada jarak 25 cm



Gambar 3. Pengujian pada jarak 50 cm



Gambar 4. Pengujian pada jarak 25 cm



Gambar 5. Pengujian pada jarak 100 cm

### 2) Analisa pengujian

Setelah diketahui hasil pengujian sensor ultrasonik atau sensor *HC – SR04*, maka langkah berikutnya adalah menentukan nilai error sensor dengan menggunakan rumus berikut:

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

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *error* pada sensor ultrasonik atau sensor HC – SR04 maka didapati hasil nilai *error* yang ditunjukkan dalam Tabel 12 dibawah.

Tabel 12. Hasil nilai error pengujian sensor HC - SR04

No.	Jarak (Cm)		Error (%)
	Pengujiam	Pengukuran	
1.	25	25	0
2.	51	50	2,6
3.	73	75	2
4.	99	100	1

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai *error* pengujian sensor ultrasonik pada jarak 25 cm sebesar 0%, jarak 25 cm sebesar 2,16%, jarak 75 cm sebesar 2%, dan pada jarak 100 cm sebesar 1%.

### 3) Paired samples *t* – test

Paired Samples T Test atau uji sampel berpasangan merupakan uji hipotesis komparatif atau uji perbandingan. Paired Samples T Test digunakan bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata – rata pada dua sampel yang saling berpasangan atau berhubungan. Hasil T test ditunjukkan dalam Tabel 13. dibawah.

Tabel 13. Paired samples statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Alat Lama (Tongkat Konvensional)	2.00	16	.632	.158
	Alat Baru (Tongkat Sensor Ultrasonik)	4.00	16	.632	.158

Tabel 13. menunjukkan bahwa nilai rata – rata atau *mean* alat lama 2.00 < alat baru 4.00, maka dapat diartikan ada perbedaan nilai rata – rata antara alat lama dan alat baru. maka dapat diartikan ada perbedaan nilai rata – rata antara alat lama dan alat baru. Selanjutnya adalah menguji ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan. Maka dengan itu perlu dilakukan uji *paired sample t test*. Hasil uji *paired sample t test* ditunjukkan dalam Tabel 14. dibawah.

Tabel 14. Paired samples corellations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Alat Lama (Tongkat Konvensional) & Alat Baru (Tongkat Sensor Ultrasonik)	16	.000	1.000

Tabel 15. Paired samples test

	Mean	Std. Dev	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)		
			Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower				Upper	
Pair 1	Alat Lama (Tongkat Konvensional) - Alat Baru (Tongkat Sensor Ultrasonik)	-2.000	.894	.224	-2.477	-1.523	8.944	15	.000

Tabel 15. menunjukkan output paired samples test diatas diketahui nilai signifikansi atau Sig. (2 tailed) adalah  $0.000 < 0.05$ , yang berarti  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Sehingga berdasarkan dasar pengambilan keputusan maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan tongkat sensor ultrasonic.

## KESIMPULAN

Hasil atribut menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) difokuskan pada 6 kebutuhan responden yaitu tongkat dapat berfungsi dengan baik, material menggunakan aluminium, panjang tongkat sesuai dengan pengguna, pegangan dilengkapi karet agar tidak licin, bahan dan karet aman digunakan dan tongkat mudah digunakan. Pada penilaian alat lama dan alat baru dapat diketahui bahwa penilaian kebutuhan responden lebih unggul alat baru, maka berdasarkan kebutuhan responden alat baru mengungguli alat lama.

Tongkat menggunakan bahan aluminium dan rumah sensor menggunakan akrilik dengan ketebalan 2 mm. Pembuatan desain tongkat menggunakan software AutoCad, ukuran tongkat sensor ultrasonik disesuaikan dengan perhitungan antropometri dengan panjang 120 cm, panjang pegangan tongkat 19 cm dan diameter lingkaran genggam 3 cm. Pengolahan coding menggunakan software Arduino IDE. Berdasarkan uji beda dan uji T – Test yang telah dilakukan didapati hasil nilai signifikansi atau Sig. (2 tailed)  $0.000 < 0.05$ , yang dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan tongkat sensor ultrasonik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Luthfianto S, Siswiyanti. Pengujian Ergonomi dalam Perancangan Desain Produk. Prosiding Seminar Nasional Teknoin. 2008.
- [2] Pratama BWN, Herlianti R, Ikatrinasari ZF. Perancangan Meja Kerja Ergonomis Dengan Metode Antropometri pada Proses Inspection Checking Output Green Tire di Perusahaan X. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*. 2024;23(2):141. doi:10.20961/performa.23.2.84759.
- [3] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta; 2017.
- [4] Rahmawati Y, Sunandar A. Peningkatan Keterampilan Orientasi dan Mobilitas melalui Penggunaan Tongkat bagi Penyandang Tunanetra. *Jurnal Ortopedagogi*. 2018;4:100–103.
- [5] Budiarsa IM, Ardana IM. Rancang Bangun Tongkat Pintar untuk Tunanetra Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*. 2020;6(2):99–106. doi:10.12928/jiteki.v6i2.17046.
- [6] Huda M, Santosa PI. Perancangan Alat Bantu Navigasi untuk Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Vibrator. *Jurnal Teknik ITS*. 2016;5(2):A280–A283. doi:10.12962/j23373539.v5i2.17618.
- [7] Nuraini D, Utomo TB. Implementasi Metode Ergonomic Function Deployment dalam Perancangan Produk. *Jurnal Teknik Industri*. 2019;20(1):57–64. doi:10.9744/jti.20.1.57-64.
- [8] Andriani R, Wulandari M. Penerapan Metode EFD untuk Pengembangan Produk Ergonomis pada Alat Bantu Jalan. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*. 2021;13(1):25–32.
- [9] Handayani I, Susanto H. Sistem Deteksi Halangan untuk Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Buzzer. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 2022;18(1):45–52.
- [10] Kartika AD, Saputra RE. Analisis Antropometri dalam Perancangan Produk Ergonomis untuk Pengguna Disabilitas Netra. *Jurnal Ergonomi Indonesia*. 2021;7(2):88–95.
- [11] Mulyadi D, Kurniawan A. Desain Ergonomis Tongkat Elektronik Berbasis Sensor untuk Tunanetra. *Prosiding SNST FT Undip*. 2017;8(1):112–117.
- [12] Ramadhan A, Hidayat A. Smart Cane Design for Visually Impaired People Using Ultrasonic and GPS Sensors. *International Journal of Assistive Technologies*. 2023;5(2):61–69.
- [13] Oktaviani S, Wibowo A. Pengaruh Ergonomi dalam Perancangan Produk Bagi Pengguna Berkebutuhan Khusus. *Jurnal Desain Produk*. 2020;14(1):12–20.
- [14] Rahmawati D, Hidayati N. Evaluasi Tongkat Sensorik Bagi Tunanetra Ditinjau dari Aspek

- Ergonomi. *Jurnal Rehabilitasi Medik*. 2019;4(1):20–25.
- [15] Setiawan D, Pramudito A. Implementasi EFD dalam Desain Produk Inovatif bagi Penyandang Disabilitas. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. 2018;6(3):109–116.
- [16] Wahyudi R, Triyono E. Desain Produk Ergonomis Berdasarkan Karakteristik Antropometri Pengguna. *Jurnal Teknik Industri*. 2018;19(2):95–102.