

Pengembangan Tingkat Cerdas Pemandu Tunanetra Menggunakan Arduino Berbasis Sensor Ultrasonik

Joni Eka Candra¹, Daniel Nugroho²

joni@iteba.ac.id¹, daniel99@gmail.com²

¹Institut Teknologi Batam

²Universitas Putera Batam

Informasi Artikel

Diterima : 20 Jun 2024

Direvisi : 7 Apr 2025

Disetujui : 30 Apr 2025

Kata Kunci

Tunanetra, tingkat cerdas, Arduino, sensor ultrasonik, mobilitas, teknologi assistive,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tingkat cerdas yang dapat digunakan sebagai pemandu bagi tunanetra dengan memanfaatkan teknologi Arduino dan sensor ultrasonik. Tingkat cerdas ini dirancang untuk membantu penyandang tunanetra dalam mendeteksi dan menghindari rintangan di sekitar mereka, sehingga meningkatkan keamanan dan kemandirian saat berjalan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perangkat lunak yang terintegrasi pada tingkat cerdas. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak dan keberadaan objek di depan pengguna, sementara mikrokontroler Arduino mengolah data sensor tersebut dan memberikan umpan balik berupa getaran atau suara peringatan. Uji coba dilakukan pada beberapa penyandang tunanetra untuk mengevaluasi efektivitas dan kepraktisan alat ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat cerdas berbasis Arduino dengan sensor ultrasonik ini mampu mendeteksi objek dengan akurasi yang baik dan memberikan peringatan yang cukup efektif kepada pengguna. Umpan balik yang diberikan memungkinkan pengguna untuk mengenali dan menghindari rintangan dengan lebih mudah, sehingga meningkatkan rasa percaya diri saat bergerak di lingkungan yang tidak dikenal. Dengan demikian, tingkat cerdas ini diharapkan dapat menjadi solusi yang inovatif dan praktis untuk meningkatkan mobilitas dan kemandirian penyandang tunanetra. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi assistive bagi penyandang disabilitas.

Keywords

Visually impaired, smart cane, Arduino, ultrasonic sensors, mobility, assistive technology,

Abstract

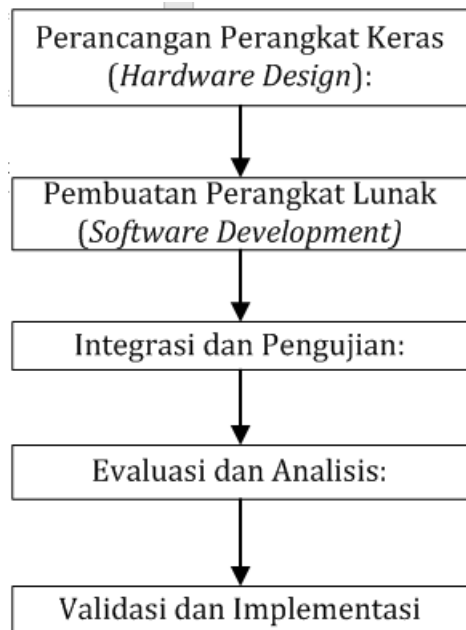
This research aims to develop a smart cane that can be used as a guide for the blind by utilizing Arduino technology and ultrasonic sensors. This smart cane is designed to help blind people detect and avoid obstacles around them, thereby increasing safety and independence when walking. The method used in this research involves designing and manufacturing hardware and software that are integrated into a smart stick. Ultrasonic sensors are used to detect the distance and presence of objects in front of the user, while the Arduino microcontroller processes the sensor data and provides feedback in the form of vibrations or warning sounds. Trials were carried out on several blind people to evaluate the effectiveness and practicality of this tool. The research results show that this Arduino-based smart stick with an ultrasonic sensor is able to detect objects with good accuracy and provide quite effective warnings to users. The feedback provided allows users to recognize and avoid obstacles more easily, thereby increasing confidence when moving in unfamiliar environments. Thus, it is hoped that this smart cane can be an innovative and practical solution to increase the mobility and independence of blind people. This research also opens up opportunities for further development in assistive technology for people with disabilities.

A. Pendahuluan

Indera penglihatan adalah salah satu indera yang sangat vital bagi manusia, karena sekitar 80% dari informasi yang diperoleh manusia berasal dari penglihatan. Oleh karena itu, gangguan pada indera penglihatan, seperti yang dialami oleh penyandang tunanetra, dapat menyebabkan berbagai kesulitan dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Penyandang tunanetra sering kali menghadapi tantangan besar dalam mobilitas dan orientasi di lingkungan mereka, yang dapat mempengaruhi aspek-aspek lain dalam hidup mereka seperti pendidikan, pekerjaan, dan interaksi sosial. Mobilitas dan orientasi yang terbatas sering kali menyebabkan penyandang tunanetra bergantung pada orang lain atau alat bantu tradisional seperti tongkat putih dan anjing pemandu. Meskipun alat bantu ini memberikan dukungan yang signifikan, mereka memiliki keterbatasan dalam mendeteksi rintangan yang lebih kompleks atau lebih jauh. Sebagai contoh, tongkat putih hanya dapat mendeteksi rintangan yang berada dalam jangkauan langsung dari pengguna, sedangkan anjing pemandu memerlukan pelatihan yang mahal dan tidak selalu tersedia. Dalam era teknologi saat ini, terdapat peluang besar untuk mengembangkan solusi yang lebih efektif dengan memanfaatkan kemajuan dalam bidang elektronika dan mikrokontroler. Arduino, sebuah platform mikrokontroler yang mudah diakses dan serbaguna, bersama dengan sensor ultrasonik, dapat digunakan untuk menciptakan alat bantu navigasi yang lebih canggih dan terjangkau bagi penyandang tunanetra. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek di sekitarnya dengan mengukur pantulan gelombang suara, memungkinkan identifikasi rintangan dengan akurasi yang lebih tinggi dan dalam jangkauan yang lebih luas. Tongkat cerdas yang dilengkapi dengan teknologi ini dapat memberikan umpan balik real-time kepada pengguna melalui getaran atau suara, membantu mereka mengenali dan menghindari rintangan di lingkungan mereka. Hal ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga kemandirian dan rasa percaya diri penyandang tunanetra saat bergerak di lingkungan yang tidak dikenal. Dengan adanya pengembangan tongkat cerdas berbasis Arduino dan sensor ultrasonik, diharapkan dapat tercipta sebuah solusi yang inovatif dan praktis untuk mengatasi keterbatasan alat bantu tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji efektivitas tongkat cerdas tersebut dalam meningkatkan mobilitas dan orientasi penyandang tunanetra.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tongkat cerdas yang dapat digunakan sebagai pemandu bagi penyandang tunanetra dengan memanfaatkan Arduino sebagai platform mikrokontroler dan sensor ultrasonik untuk deteksi objek di sekitar. Berikut adalah rincian metodologi yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Tahap Penelitian

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware Design*):
 - Sensor Ultrasonik: Memilih sensor ultrasonik yang sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan untuk mendeteksi rintangan dengan akurasi tinggi dalam jarak yang relevan bagi pengguna.
 - Arduino Board: Memilih jenis Arduino yang cocok untuk aplikasi ini, mempertimbangkan faktor seperti ukuran, konsumsi daya, dan kemampuan pemrosesan data.
2. Pembuatan Perangkat Lunak (*Software Development*):
 - Program Arduino: Mengembangkan program atau kode Arduino untuk mengontrol sensor ultrasonik, mengolah data yang diterima, dan memberikan umpan balik kepada pengguna melalui getaran atau suara.
 - Interfacing: Menyusun antarmuka yang intuitif antara perangkat keras dan pengguna, sehingga informasi yang relevan dapat disampaikan dengan jelas.
3. Integrasi dan Pengujian:
 - Pengujian Fungsionalitas: Mengintegrasikan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dikembangkan untuk memastikan semuanya berfungsi secara sinergis.
 - Pengujian Kinerja: Mengujikan tongkat cerdas dalam berbagai kondisi lingkungan dan skenario navigasi yang berbeda untuk mengevaluasi kehandalan, akurasi deteksi, dan respons umpan balik.
4. Evaluasi dan Analisis:
 - Pengumpulan Data: Mengumpulkan data dari pengujian lapangan dan pengalaman pengguna untuk mengevaluasi efektivitas tongkat cerdas dalam membantu navigasi penyandang tunanetra.

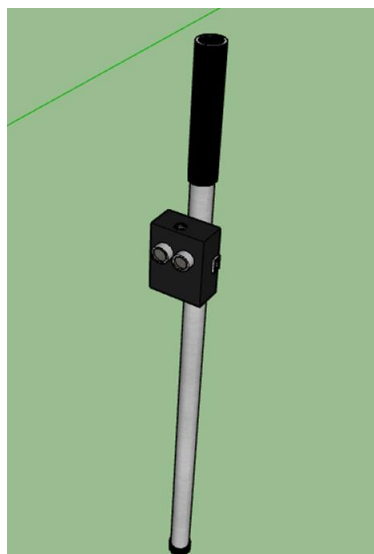
- Analisis Data: Menganalisis data yang terkumpul untuk mengevaluasi keunggulan dan kelemahan solusi yang diusulkan, serta mengevaluasi potensi perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.
5. Validasi dan Implementasi:
- Validasi: Memvalidasi hasil pengujian untuk memastikan bahwa tongkat cerdas dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pengguna dalam meningkatkan mobilitas dan kemandirian.
 - Implementasi: Merancang strategi implementasi yang mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya, keberlanjutan, dan skalabilitas solusi untuk diterapkan secara luas.

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menguji dan mengembangkan teknologi baru yang dapat memberikan dampak positif bagi penyandang tunanetra. Metodologi ini dirancang untuk memastikan bahwa tongkat cerdas yang dikembangkan tidak hanya efektif secara teknis tetapi juga praktis dan bermanfaat dalam konteks kehidupan sehari-hari.

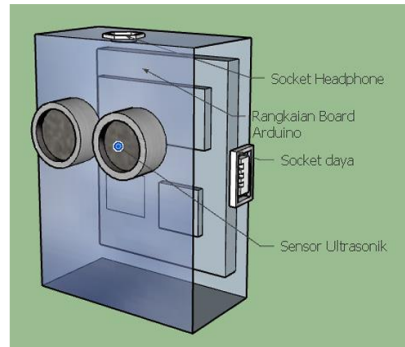
C. Hasil dan Pembahasan

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras mencakup desain konstruksi dan susunan komponen-komponen perangkat keras yang digunakan dalam membangun alat. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan kotak plastik berukuran 7,5 cm x 3 cm x 9,5 cm sebagai pembungkus rangkaian Arduino. Tongkat yang digunakan terbuat dari aluminium dengan panjang 115 cm, dilengkapi dengan bantalan karet di sisi bawah dan selongsong berbahan busa sebagai pegangan. Sensor ultrasonik ditempatkan di tengah kotak hitam bagian depan, sedangkan socket headphone diletakkan di sisi atas kotak dan socket daya di sisi samping. Di bagian bawah bantalan tongkat, terdapat 2 tonjolan besi kecil yang berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi genangan air. Untuk lebih jelasnya berikut adalah gambar dari desain tersebut.



Gambar 2. Tongkat Cerdas Ultrasonic



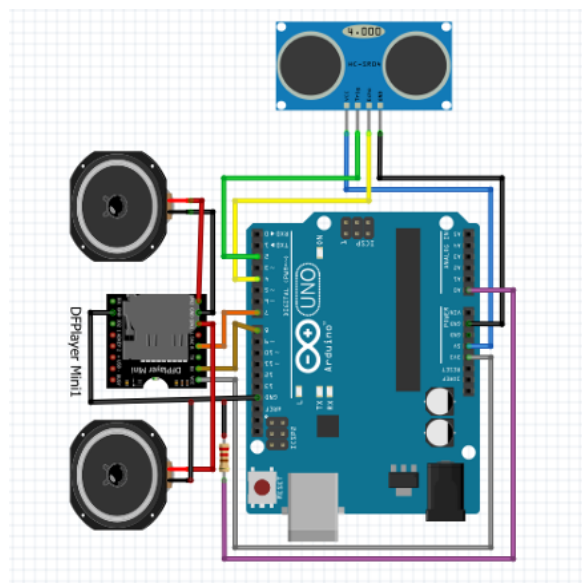
Gambar 3. Penataan Komponen Tongkat Cerdas

2. Perancangan Elektrik

Perancangan elektrik terdiri dari beberapa rangkaian yang memiliki fungsi tertentu dan saling berhubungan membentuk sebuah sistem. Alat ini dikontrol oleh sebuah mikrokontroler Arduino Uno. Pada alat ini terdapat sebuah sensor ultrasonic HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan benda sekitar di dalam ruangan dan di luar ruangan. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada penjelasan berikut.



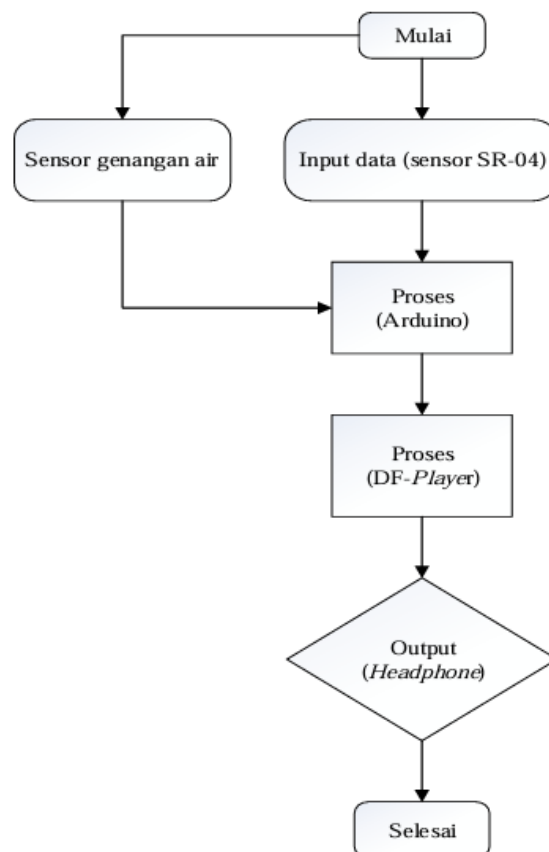
Gambar 4. Rancangan Elektrik



Gambar 5. Susunan Komponen dengan Aplikasi Fritzing

3. Perancangan Perangkat Lunak

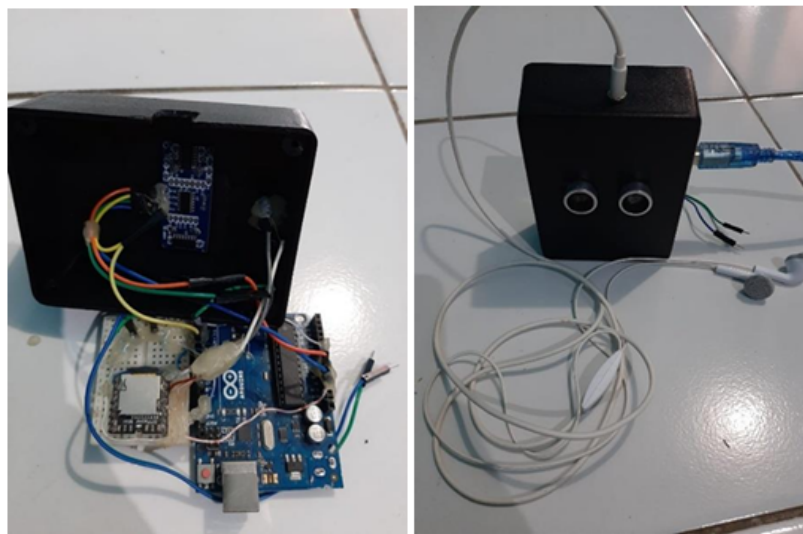
Perancangan perangkat lunak digunakan untuk melengkapi seluruh fungsi dari tongkat ultrasonic. Berikut adalah aliran diagram perangkat lunak:



Gambar 6. Flowchart Kerja Sistem

4. Hasil Akhir Pembuatan Alat

Setelah seluruh perangkat keras, rangkaian elektrik dan software selesai, berikutnya adalah tahap pemasangan rangkaian elektrik pada tongkat. Tongkat juga dilengkapi handgrip berbahan busa dan tali pada ujung handgrip hal ini membuat pengguna lebih nyaman dalam menggunakan tongkat.



Gambar 7. Hasil Pemasangan Komponen Elektrik



Gambar 8. Tongkat cerdas tuna netra

5. Hasil Pengujian Alat

Setelah sketch tersebut diunggah ke dalam Arduino Uno, dilakukan pengujian perangkat lunak. Perangkat lunak diuji dari segi akurasi untuk mengetahui tingkat ketepatan alat dalam pembacaan jarak. Dari pengujian tersebut, dapat diketahui tingkat stabilitas alat dalam membaca jarak.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Halangan	Kondisi Headphone	Keterangan
1	15cm	Aktif	0.5m di depan ada halangan
2	38cm	Aktif	0.5m di depan ada halangan
3	49cm	Aktif	0.5m di depan ada halangan
4	52cm	Tidak aktif	-
5	75cm	Tidak aktif	-
6	89cm	Tidak aktif	-
7	93cm	Aktif	1m di depan ada halangan
8	97cm	Aktif	1m di depan ada halangan
9	100cm	Aktif	1m di depan ada halangan
10	115cm	Tidak aktif	-
11	134cm	Tidak aktif	-
12	139cm	Tidak aktif	-
13	142cm	Aktif	1,5m di depan ada halangan
14	147cm	Aktif	1,5m di depan ada halangan
15	150cm	Aktif	1,5m di depan ada halangan
16	159cm	Tidak aktif	-
17	178cm	Tidak aktif	-
18	189cm	Tidak aktif	-
19	190cm	Aktif	2m di depan ada halangan

20	197cm	Aktif	2m di depan ada halangan
21	200cm	Aktif	2m di depan ada halangan
22	202cm	Tidak aktif	-

Tabel di atas adalah hasil pengujian rangkaian Arduino Uno. Hasil pengujian menunjukkan kesesuaian dengan sketch yang ada pada Arduino. Berikut adalah penjelasan dari tabel tersebut:

1. Pada jarak 15 cm, 38 cm, dan 49 cm, kondisi headphone aktif dan memberi peringatan bahwa terdapat halangan 0,5 m di depan.
2. Pada jarak 52 cm, 75 cm, dan 89 cm, kondisi headphone tidak aktif karena tidak diprogram untuk memberi peringatan adanya halangan.
3. Pada jarak 93 cm, 97 cm, dan 100 cm, kondisi headphone aktif dan memberi peringatan bahwa terdapat halangan 1 m di depan.
4. Pada jarak 115 cm, 134 cm, dan 139 cm, kondisi headphone tidak aktif karena tidak diprogram untuk memberi peringatan adanya halangan.
5. Pada jarak 142 cm, 147 cm, dan 150 cm, kondisi headphone aktif dan memberi peringatan bahwa terdapat halangan 1 m di depan.
6. Pada jarak 159 cm, 178 cm, dan 189 cm, kondisi headphone tidak aktif karena tidak diprogram untuk memberi peringatan adanya halangan.
7. Pada jarak 190 cm, 197 cm, dan 200 cm, kondisi headphone aktif dan memberi peringatan bahwa terdapat halangan 2 m di depan.
8. Pada jarak 202 cm, kondisi headphone tidak aktif karena tidak diprogram untuk memberi peringatan adanya halangan.

Pada jarak kurang dari 50 cm, sensor ultrasonik HC-SR04 terus menerus memberi output kepada DF-Player Mini karena jarak halangan dengan pengguna semakin dekat. Hal ini bertujuan agar pengguna tongkat dapat segera mencari arah lain sampai pemberitahuan berhenti.

Pada jarak 100 cm, 150 cm, dan 200 cm, peringatan hanya diberikan dalam rentang 10 cm. Jika tidak, rentang yang terlalu besar akan menyebabkan DF-Player Mini terus menerus memberikan output suara ke headphone, yang dikhawatirkan akan mengganggu pengguna tongkat ini.

D. Simpulan

Hasil pengujian rangkaian Arduino Uno menunjukkan kesesuaian dengan sketch yang telah diprogram. Perangkat lunak bekerja dengan baik dalam mendeteksi dan memberikan peringatan terkait keberadaan halangan pada jarak tertentu. Secara keseluruhan, sistem yang diuji menunjukkan tingkat akurasi dan stabilitas yang baik dalam mendeteksi dan memberikan peringatan tentang halangan pada berbagai jarak yang diprogram. Persentase Headphone Aktif: 9 dari 21 jarak = 42.9%. Persentase Headphone Tidak Aktif: 12 dari 21 jarak = 57.1%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara akurat mengaktifkan headphone untuk memberikan peringatan pada jarak-jarak yang diprogram, sementara tetap tidak aktif pada jarak yang tidak diprogram, dengan persentase headphone aktif sekitar 42.9% dari total jarak yang diu

E. Referensi

- [1] N. Bitterman And D. Sharan, "Technological Aids For The Blind And Visually Impaired," *J. Assist. Technol.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 123-137, Jun. 2019.
- [2] A. Khattab And H. Safa, "Development Of Smart Cane Using Ultrasonic Sensors And Arduino," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, Vol. 11, No. 3, Pp. 45-52, Jan. 2020.
- [3] H. Mahmoud And S. Ahmed, "Enhancing Mobility For The Visually Impaired Through Smart Technologies," *J. Rehabil. Res. Dev.*, Vol. 55, No. 4, Pp. 287-298, Aug. 2018.
- [4] D. Tzovaras, G. Nikolakis, And M. Stavrakis, "Assistive Technologies For Blind And Visually Impaired Individuals: A Review," *Assist. Technol.*, Vol. 33, No. 1, Pp. 19-30, Mar. 2021.
- [5] D. Wicaksono And E. Prasetyo, "Implementation Of Ultrasonic Sensor-Based Navigation System For Blind People Using Arduino," *J. Adv. Eng. Comput. Technol.*, Vol. 9, No. 2, Pp. 67-75, Apr. 2022.
- [6] J. Rong And Y. Liu, "A Smart Assistive Cane For Visually Impaired People," *Sensors*, Vol. 17, No. 5, Article Id 1035, May 2017.
- [7] B. Marr And J. Lamont, "The Impact Of Emerging Technologies On Blind And Visually Impaired Individuals," *Technol. Disabil.*, Vol. 31, No. 1, Pp. 45-58, Jan. 2019.
- [8] Andrianato, H., & Darmawan, A. (2016). *Arduino Belajar Cepat Dan Pemograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [9] Anindya, S. F., & Rachmat, H. H. (2015). Implementasi Sistem Bel Rumah Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik. *Jurnal Elkomika Teknik Elektro Itenas No.1 Vol. 3 Januari-Juni 2015*, 3(1), 64–74.
- [10] Hernanto, D., & Fadlilah, N. I. (2014). Pembuatan Gelang Ultrasonik Untuk Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Menggunakan Mikrokontroler. *Evolusi*, 11(2), 19–28.
- [11] Kadir, A. (2015). *From Zero To A Pro Arduino*. (T. A. Prabawati, Ed.) (1st Ed.). Yogyakarta: Cv. Andi Offset.
- [12] Oktarina, Y. (2015). Alat Bantu Mobilitas Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Yang Diaplikasikan Pada Sabuk Pinggang. *Dielektrika, Issn 2086-9487 Vol. 2 , No. 2 : 114 - 123, Agustus 2015*, 2(2), 114–123.
- [13] Purnomo, E. S., Rochim, A. F., & Widiyanto, E. D. (2016). Handsight: Hand-Mounted Device Untuk Membantu Tunanetra Berbasis Ultrasonic Dan Arduino. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(1), 51–57. <https://doi.org/10.14710/Jtsiskom.3.1.2015.51-57>
- [15] Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta, Cv.
- [16] Syahwil, M. (2013). *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroller Arduino*. (Theresia Ari Prabawati, Ed.) (1st Ed.). Yogyakarta.
- [17] Wijayanto, D., Hadiyoso, S., & Hariyani, Y. S. (2015). Implementasi Sistem Pemanggil Antrian Dengan Tampilan Seven, 1(1), 847–853.