
Smart Assistive Glasses: Arduino-Based Obstacle Detection System Using Ultrasonic Sensors and a Buzzer for the Visually Impaired

Aldi Nur Fahreza⁽¹⁾, Kusnandar⁽²⁾, dan Presa Taruna Olivier⁽³⁾

^{1,2,3} Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

^{1,2,3} Jl. M. Yamin, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75123

E-mail: 2243022@wicida.ac.id1), kusnandar@wicida.ac.id2), presa@wicida.ac.id3)

ABSTRACT

Visually impaired individuals have limitations in receiving visual information from their surroundings, making them vulnerable to collisions with various obstacles during mobility activities. Conventional assistive devices such as white canes generally detect obstacles only at ground level and are not optimal for detecting objects positioned in line with the user's direction of movement. Therefore, this study aims to design and develop Arduino Nano-based Smart Assistive Glasses capable of detecting obstacles in front of users in real time as a mobility assistance device for visually impaired individuals. The system development method used in this research is the Prototype method, which consists of the Communication, Quick Plan, Modeling Quick Design, Construction of Prototype, and Deployment Delivery & Feedback stages. The developed device utilizes an HC-SR04 ultrasonic sensor for object distance detection, an Arduino Nano as the main controller, a buzzer as the audio output medium, and a 3.7 V Li-Po battery as the power source. The system measures object distances using the ultrasonic sensor, and the data are processed by the Arduino Nano to generate different buzzer sound patterns according to the proximity of detected obstacles. The results indicate that the Smart Assistive Glasses successfully detect obstacles in front of users and provide real-time audio warnings. Based on the testing results, the HC-SR04 ultrasonic sensor was able to detect objects within the specified distance range, while the buzzer effectively conveyed obstacle proximity through variations in sound patterns. Therefore, the developed device can help improve awareness, safety, and mobility for visually impaired individuals in recognizing obstacles along their path. The proposed system is suitable for practical daily use.

Keywords: *Smart Assistive Glasses, Visual Impairment, Arduino Nano, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, Obstacle Detection.*

Smart Assistive Glasses: Sistem Deteksi Obstacle Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Buzzer Untuk Penyandang Tunanetra

ABSTRAK

Penyandang tunanetra memiliki keterbatasan dalam menerima informasi visual dari lingkungan sehingga berisiko mengalami benturan dengan berbagai rintangan (obstacle) saat melakukan mobilitas. Alat bantu konvensional seperti tongkat tunanetra umumnya hanya mampu mendeteksi rintangan pada permukaan bawah dan belum optimal dalam mendeteksi objek yang berada sejajar dengan arah pandang pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Smart Assistive Glasses berbasis Arduino Nano yang mampu mendeteksi obstacle di depan pengguna secara real-time sebagai alat bantu mobilitas bagi penyandang tunanetra. Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Prototype yang terdiri dari tahapan Communication, Quick Plan, Modeling Quick Design, Construction of Prototype, dan Deployment Delivery & Feedback. Perangkat yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak objek, Arduino Nano sebagai pengendali utama sistem, buzzer sebagai media keluaran suara, serta baterai Li-Po 3,7 V sebagai sumber daya. Sistem bekerja dengan mengukur jarak objek menggunakan sensor ultrasonik, kemudian data diproses oleh Arduino Nano untuk menghasilkan pola bunyi buzzer yang berbeda sesuai tingkat kedekatan obstacle. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Smart Assistive Glasses berhasil mendeteksi obstacle yang berada di depan pengguna dan memberikan peringatan suara secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi objek pada jarak yang telah ditentukan dengan baik, sedangkan buzzer mampu memberikan informasi kedekatan objek melalui variasi pola bunyi. Dengan demikian, perangkat yang dikembangkan dapat membantu meningkatkan kewaspadaan, keamanan, dan mobilitas penyandang tunanetra dalam mengenali rintangan yang berada pada jalur pergerakan mereka. Sistem yang diusulkan ini cocok untuk penggunaan sehari-hari secara praktis.

Kata Kunci: Smart Assistive Glasses, Tunanetra, Arduino Nano, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Deteksi Obstacle.

1. PENDAHULUAN

Penyandang tunanetra mengalami keterbatasan dalam menerima informasi visual sehingga memiliki risiko tinggi mengalami benturan dengan berbagai rintangan saat beraktivitas. Alat bantu konvensional seperti *white cane* umumnya hanya mampu mendeteksi objek di permukaan jalan dan belum efektif mengenali rintangan pada area tubuh bagian atas atau kepala. Kondisi ini menunjukkan perlunya teknologi asistif yang mampu mendeteksi rintangan secara cepat dan memberikan informasi kepada pengguna secara real-time.

Perkembangan teknologi memungkinkan pemanfaatan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak pada perangkat bantu mobilitas. Sensor HC-SR04 banyak digunakan karena memiliki harga yang terjangkau, konsumsi daya rendah, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino, serta mampu mengukur jarak objek dengan cukup akurat. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan alat bantu mobilitas berbasis sensor ultrasonik. (Chandra & Pratama, 2023) mengembangkan *smart cane* berbasis Arduino dengan sensor ultrasonik dan buzzer, (Taneo dkk., 2022) mengembangkan tongkat pintar menggunakan Arduino Nano dan sensor HC-SR04, (Allkadri, 2023) merancang alat bantu berbentuk gelang (*smart bracelet*), sedangkan (Riswanto dkk., 2025) mengembangkan *smart guidance stick* untuk mendeteksi rintangan. Meskipun mampu membantu mobilitas penyandang tunanetra, sebagian besar perangkat tersebut masih berbentuk tongkat atau gelang sehingga posisi sensor belum sejajar dengan arah pandang pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan Smart Assistive Glasses berbasis Arduino Nano dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan buzzer sebagai media peringatan audio. Sensor dipasang pada kacamata sehingga sejajar dengan arah pandang pengguna untuk meningkatkan efektivitas deteksi rintangan. Perangkat juga menggunakan baterai Li-Po yang terintegrasi dengan modul TP4056, MT3608, dan sakelar ON/OFF sehingga bersifat *wearable*, *rechargeable*, dan mudah digunakan.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Smart Assistive Glasses yang mampu mendeteksi rintangan secara real-time serta memberikan peringatan audio berdasarkan jarak objek. Diharapkan perangkat yang dikembangkan dapat meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan kemandirian penyandang tunanetra dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

2. RUANG LINGKUP

2.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang Smart Assistive Glasses berbasis Arduino Nano menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sistem deteksi rintangan secara real-time bagi penyandang tunanetra?

2. Bagaimana mengimplementasikan buzzer sebagai media peringatan audio berdasarkan jarak objek yang terdeteksi?
3. Bagaimana kinerja Smart Assistive Glasses dalam mendeteksi rintangan berdasarkan akurasi dan respons sistem?

2.2 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai satu-satunya sensor untuk mendeteksi rintangan pada jarak 10–400 cm. Pengujian difokuskan pada objek padat seperti tembok, tiang, dan meja, sehingga tidak mencakup sensor lain, objek dengan karakteristik khusus, maupun jarak di luar spesifikasi sensor.
2. Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan indoor dan semi-indoor dengan kondisi yang relatif terkontrol. Sistem menggunakan buzzer sebagai media peringatan audio berdasarkan jarak objek dan tidak membahas metode peringatan lain seperti getaran, *voice output*, maupun integrasi dengan perangkat pintar.
3. Penelitian difokuskan pada implementasi prototype Smart Assistive Glasses untuk mendeteksi rintangan yang sejajar dengan arah pandang pengguna. Penelitian tidak mencakup aspek desain produk, produksi massal, maupun deteksi kondisi permukaan bawah seperti lubang, tangga, selokan, atau perubahan permukaan jalan, sehingga penggunaan tongkat tunanetra tetap diperlukan sebagai alat bantu pendukung.

2.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun Smart Assistive Glasses berbasis Arduino Nano menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi rintangan secara real-time bagi penyandang tunanetra.
2. Mengembangkan sistem peringatan berupa buzzer yang memberikan informasi jarak rintangan melalui variasi pola bunyi agar mudah dipahami pengguna.
3. Menguji dan menganalisis kinerja sistem berdasarkan akurasi deteksi dan respons peringatan audio untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan kemandirian mobilitas penyandang tunanetra.

2.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu penyandang tunanetra meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan kemandirian mobilitas melalui peringatan dini terhadap rintangan menggunakan alarm audio.
2. Menyediakan alternatif alat bantu mobilitas berbentuk Smart Assistive Glasses yang ringan, *wearable*, dan mudah digunakan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi rintangan secara real-time.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa, dosen, dan peneliti dalam pengembangan teknologi asistif berbasis Arduino Nano dan sensor ultrasonik, serta mendukung pengembangan penelitian di STMIK Widya Cipta Dharma.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Bahan Penelitian

Smart Assistive Glasses merupakan perangkat wearable berbentuk kacamata pintar yang dirancang untuk membantu mobilitas penyandang tunanetra melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan sistem peringatan audio. Sistem bekerja dengan mendeteksi keberadaan objek menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, kemudian memproses data melalui Arduino Nano dan menghasilkan peringatan berupa bunyi buzzer secara real-time. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penempatan sensor pada kacamata memberikan akurasi deteksi yang lebih baik karena sejajar dengan arah pandang pengguna, terutama untuk mendeteksi rintangan pada area kepala (As Shiddiq dkk., 2021). Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Arduino Nano, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, baterai Li-Po 3,7 V, modul TP4056, modul MT3608, sakelar ON/OFF, dan rangka kacamata sebagai media pemasangan komponen, sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman dan pengunggahan program ke mikrokontroler.

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Prototype. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran awal sistem yang akan dikembangkan melalui pembuatan model sederhana (prototype), yang kemudian dapat diuji dan diperbaiki secara berulang hingga mencapai hasil yang optimal. Metode prototype sangat sesuai digunakan dalam penelitian ini karena sistem yang dikembangkan berupa perangkat berbasis mikrokontroler yang memerlukan pengujian langsung terhadap kinerja sensor, respon sistem, serta kenyamanan penggunaan perangkat. Dengan metode ini, peneliti dapat dengan mudah melakukan evaluasi dan perbaikan terhadap sistem sebelum menghasilkan produk akhir. Tahapan dalam metode prototype yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

3.2.1 Communication

Tahap Communication bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan permasalahan yang dihadapi penyandang tunanetra sebagai dasar pengembangan Smart Assistive Glasses. Tahap ini dilakukan melalui studi pustaka, observasi, dan analisis kebutuhan sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem harus mampu mendeteksi rintangan di depan pengguna secara real-time menggunakan sensor ultrasonik, mengolah data dengan Arduino Nano, serta memberikan peringatan melalui buzzer. Selain itu, perangkat dirancang dalam bentuk wearable yang ringan, praktis, dan nyaman digunakan.

3.2.2 Quick Plan

Tahap Quick Plan dilakukan untuk menyusun rencana pengembangan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada tahap ini ditentukan komponen utama yang digunakan, yaitu Arduino Nano, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, baterai Li-Po, modul TP4056, dan

modul MT3608. Selain itu, dirancang alur kerja sistem mulai dari proses pendeteksian objek, pengolahan data, hingga pemberian peringatan melalui buzzer, serta disusun tahapan pembuatan, pemrograman, dan pengujian prototipe agar proses pengembangan berjalan secara sistematis.

3.2.3 Modeling Quick Design

Tahap Modeling Quick Design merupakan proses perancangan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan Quick Plan. Pada tahap ini dibuat diagram blok, flowchart, dan rancangan rangkaian elektronik yang menggambarkan hubungan antar komponen serta alur kerja Smart Assistive Glasses dalam mendeteksi rintangan dan memberikan peringatan audio secara real-time. Perancangan ini menjadi acuan dalam proses implementasi prototipe.

3.2.4 Construction Of Prototype

Tahap Construction of Prototype merupakan proses implementasi desain sistem ke dalam bentuk prototipe Smart Assistive Glasses. Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras yang terdiri dari Arduino Nano, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, baterai Li-Po, modul TP4056, dan MT3608 sesuai rancangan. Selanjutnya, program dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan diunggah ke Arduino Nano untuk mengendalikan pembacaan sensor serta mengaktifkan buzzer berdasarkan jarak objek. Setelah seluruh komponen terintegrasi pada rangka kacamata, dilakukan pengujian awal untuk memastikan sistem mampu mendeteksi rintangan dan memberikan peringatan audio sesuai fungsi yang dirancang.

3.2.5 Deployment, Delivery And Feedback

Tahap Deployment, Delivery, and Feedback dilakukan untuk menguji dan mengevaluasi prototipe Smart Assistive Glasses. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak objek untuk menilai kemampuan sensor HC-SR04 dalam mendeteksi rintangan serta respons buzzer sebagai peringatan audio. Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi akurasi, respons sistem, dan kestabilan kinerja. Apabila ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan pada perangkat keras maupun perangkat lunak hingga sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.3 Skenario Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja Smart Assistive Glasses dalam mendeteksi rintangan dan memberikan peringatan audio. Pengujian menggunakan variasi jarak objek, yaitu 200 cm, 150 cm, dan 100 cm, yang merepresentasikan kategori jauh, sedang, dan dekat. Sensor HC-SR04 mendeteksi jarak objek, kemudian Arduino Nano memproses data dan mengaktifkan buzzer dengan pola bunyi yang berbeda, yaitu bunyi lambat pada jarak 200 cm, bunyi sedang pada jarak 150 cm, dan bunyi cepat pada jarak 100 cm. Setiap skenario pengujian dilakukan secara berulang pada lingkungan *indoor* untuk mengevaluasi akurasi deteksi, respons buzzer, dan kestabilan sistem. Hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk menilai kinerja prototipe.

Tabel 3. 1 Skenario Pengujian

No	Jarak Uji (cm)	Kategori Jarak	Output Buzzer	Keterangan
1	200 cm	Jauh	Bunyi lambat	Aman
2	150 cm	Sedang	Bunyi lumayan cepat	Waspada
3	100 cm	Dekat	Bunyi cepat	Bahaya

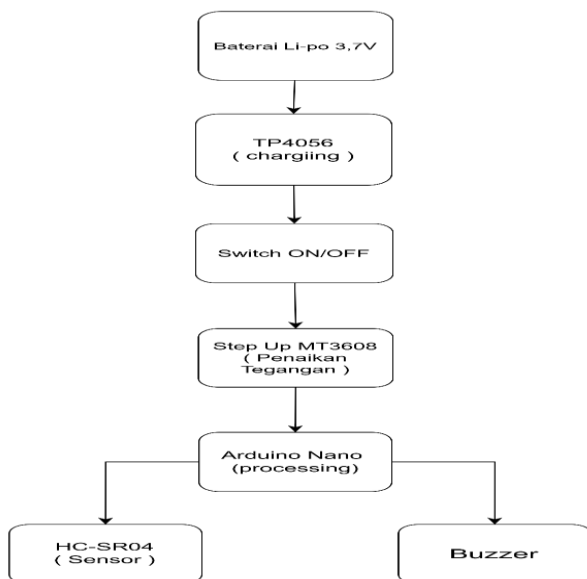
4. PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Pengembangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sistem dirancang dalam bentuk Smart Assistive Glasses berbasis Arduino Nano yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi rintangan secara *real-time* dan buzzer sebagai media peringatan suara. Data jarak yang diperoleh sensor diproses oleh Arduino Nano untuk menghasilkan pola bunyi sesuai tingkat kedekatan objek. Perangkat menggunakan baterai Li-Po yang dapat diisi ulang sehingga mendukung mobilitas pengguna tanpa bergantung pada sumber listrik eksternal.

4.1.1 Hasil Perancangan Diagram Blok Sistem

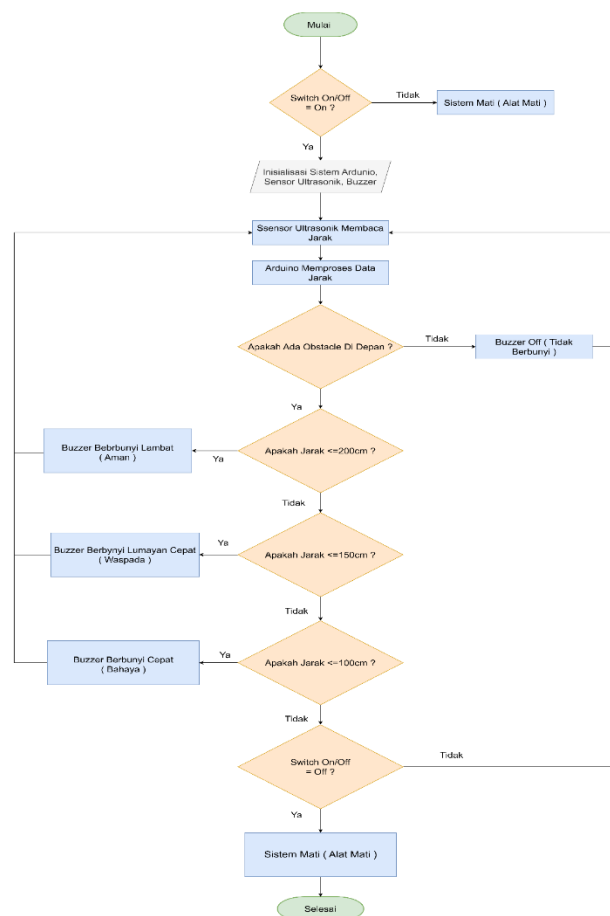
Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen utama pada Smart Assistive Glasses. Sumber daya berasal dari baterai Li-Po 3,7 V yang diisi melalui modul TP4056, kemudian dialirkan melalui sakelar ON/OFF dan dinaikkan menjadi 5 V menggunakan modul MT3608. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi sebagai input untuk mendeteksi jarak rintangan, sedangkan Arduino Nano memproses data yang diterima dan mengendalikan buzzer sebagai output. Buzzer menghasilkan pola bunyi yang berbeda sesuai jarak rintangan sehingga pengguna dapat mengetahui tingkat kedekatan objek secara *real-time*.



Gambar 4. 1 Diagram Blok Sistem

4.1.2 Hasil Perancangan Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja Smart Assistive Glasses mulai dari perangkat diaktifkan hingga menghasilkan peringatan audio. Setelah sistem dinyalakan, Arduino Nano menginisialisasi komponen dan membaca jarak objek secara terus-menerus menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Data jarak diproses untuk menentukan respons buzzer, yaitu tidak berbunyi jika jarak >200 cm, bunyi lambat pada sekitar 200 cm, bunyi sedang pada <150 cm, dan bunyi cepat pada <100 cm. Proses ini berlangsung secara berulang (*looping*) sehingga sistem dapat mendeteksi rintangan dan memberikan peringatan secara *real-time*.



Gambar 4. 2 Flowchart Sistem

4.1.3 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan Arduino Nano, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, baterai Li-Po 3,7 V, modul TP4056, modul MT3608, switch ON/OFF, dan frame kacamata menjadi satu sistem. Baterai Li-Po sebagai sumber daya dihubungkan ke TP4056 untuk pengisian daya, kemudian melalui switch ON/OFF dan modul MT3608 untuk menghasilkan tegangan 5 V yang dibutuhkan sistem. Sensor HC-SR04 dipasang pada bagian depan kacamata untuk mendeteksi rintangan, sedangkan buzzer berfungsi sebagai media peringatan audio. Setelah seluruh

komponen dirakit, dilakukan pemeriksaan koneksi dan pengujian awal untuk memastikan sistem berfungsi sesuai rancangan.

Tabel 4. 1 Konfigurasi Baterai Li-Po dengan Modul TP4056

Kabel Baterai	TP4056
Merah (+)	B+
Hitam (-)	B-

Tabel 4. 2 Konfigurasi TP4056, Switch ON/OFF, dan MT3608

Komponen Asal	Pin	Komponen Tujuan	Pin
TP4056	OUT+	Switch ON/OFF	Kaki 1
Switch ON/OFF	Kaki 2	MT3608	IN+
TP4056	OUT-	MT3608	IN-

Tabel 4. 3 Tabel 4. 7 Pengaturan Tegangan MT3608

Input	Output
3,7V	5V

Tabel 4. 4 Konfigurasi MT3608 dengan Arduino Nano

MT3608	Arduino Nano
OUT+	5V
OUT-	GND

Tabel 4. 5 Konfigurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04	Arduino Nano
VCC	5V
GND	GND
TRIG	D9
ECHO	D10

Tabel 4. 6 Konfigurasi Buzzer

Buzzer	Arduino Nano
Positif (+)	D7
Negatif (-)	GND

Setelah seluruh tahapan konfigurasi dan perakitan selesai dilakukan, seluruh komponen berhasil terhubung dan beroperasi sesuai dengan fungsi masing-masing. Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sensor ultrasonik, Arduino Nano, buzzer, serta sistem catu daya bekerja dengan baik dan saling terintegrasi. Dengan demikian, prototype Smart Assistive Glasses telah siap digunakan untuk tahap pengujian sistem. Hasil implementasi perangkat keras ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 3 Smart Assistive Glasses Dari Sisi Kiri



Gambar 4. 4 Smart Assistive Glasses Dari Sisi kanan



Gambar 4. 5 Smart Assistive Glasses Dari Sisi depan



Gambar 4. 6 Smart Assistive Glasses Dari Sisi atas

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi yang terdapat pada sistem *Smart Assistive Glasses* dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan memberikan input tertentu kepada sistem dan mengamati *output* yang dihasilkan tanpa memperhatikan struktur program yang digunakan.

Tabel 4. 7 Pengujian Black Box

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Menghidupkan sistem	Switch ON	Sistem aktif	Sistem aktif dan siap digunakan	Berhasil
2	Mematikan sistem	Switch OFF	Sistem mati	Sistem mati	Berhasil
3	Sensor tidak mendeteksi objek	Jarak > 200 cm	Buzzer tidak berbunyi	Buzzer tidak berbunyi	Berhasil
4	Sensor mendeteksi objek jauh	Jarak 200 cm	Buzzer berbunyi lambat	Buzzer berbunyi lambat	Berhasil
5	Sensor mendeteksi objek jauh	Jarak 180 cm	Buzzer berbunyi lambat	Buzzer berbunyi lambat	Berhasil
6	Sensor mendeteksi objek sedang	Jarak 150 cm	Buzzer berbunyi sedang	Buzzer berbunyi sedang	Berhasil
7	Sensor mendeteksi objek sedang	Jarak 130 cm	Buzzer berbunyi sedang	Buzzer berbunyi sedang	Berhasil
8	Sensor mendeteksi objek dekat	Jarak 100 cm	Buzzer berbunyi cepat	Buzzer berbunyi cepat	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
9	Sensor mendeteksi objek dekat	Jarak 80 cm	Buzzer berbunyi cepat	Buzzer berbunyi cepat	Berhasil

Pengujian White Box dilakukan untuk mengevaluasi struktur logika program pada *Smart Assistive Glasses* dengan menganalisis alur eksekusi kode pada *Arduino Nano*. Sistem membaca jarak dari sensor ultrasonik HC-SR04, kemudian menentukan respons buzzer menggunakan percabangan *if-else*. Buzzer berbunyi cepat pada jarak ≤ 100 cm, sedang pada 100–150 cm, lambat pada 150–200 cm, dan tidak berbunyi jika jarak > 200 cm. Untuk mempermudah analisis alur program, dibuat *Flow Graph* yang menggambarkan hubungan antar *node* dan jalur eksekusi program.

Tabel 4. 8 Pengujian White Box

No	Path Uji	Data	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	P1	80 cm	Buzzer cepat	Sesuai	Berhasil
2	P2	130 cm	Buzzer sedang	Sesuai	Berhasil
3	P3	180 cm	Buzzer lambat	Sesuai	Berhasil
4	P4	250 cm	Buzzer OFF	Sesuai	Berhasil

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun *Smart Assistive Glasses* berbasis *Arduino Nano* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan buzzer sebagai alat bantu mobilitas bagi penyandang tunanetra.
2. Sistem mampu mendeteksi rintangan secara *real-time* dan memberikan peringatan audio sesuai jarak objek, yaitu bunyi lambat pada 150–200 cm, bunyi sedang pada 100–150 cm, bunyi cepat pada < 100 cm, serta tidak berbunyi pada jarak > 200 cm.
3. Hasil pengujian *Black Box* dan *White Box* menunjukkan seluruh fungsi dan logika program berjalan sesuai rancangan, sehingga sistem dapat membantu meningkatkan kewaspadaan, keamanan, dan mobilitas penyandang tunanetra.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan kinerja sistem. Oleh karena itu, saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan selanjutnya dapat menyempurnakan desain Smart Assistive Glasses agar lebih ringkas, ringan, ergonomis, dan memiliki daya tahan baterai yang lebih lama sehingga lebih nyaman digunakan.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor pendukung untuk memperluas area deteksi, termasuk mendeteksi lubang, tangga, dan kondisi permukaan jalan agar keamanan pengguna semakin meningkat.
3. Penelitian berikutnya dapat mengintegrasikan teknologi seperti GPS, IoT, sensor IMU, *voice assistant*, dan motor getar (*vibration motor*) untuk mendukung fitur navigasi, pelacakan lokasi, serta penyampaian informasi yang lebih efektif.

7. REFERENSI

- Allkadri, S. I. (2023). Alat Bantu Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Nano. *Electrical Network Systems and Sources*, 2(1), 15–19. <https://doi.org/10.58466/entries.v2i1.1128>
- Chandra, H., & Pratama, F. (2023). Alat Bantu Jalan Tunanetra menggunakan Sensor Ultrasonik. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 7(1), 9–14. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v7i1.452>
- Riswanto, R., Prihandono, E., Hidayat, A., & Rifky Alfathir, W. (2025). Prototipe smart guidance stick tunanetra berbasis arduino dengan sensor HC-SR04 sebagai proyek dalam pembelajaran digital. *Jurnal Firnas*, 6(1), 34–46.
- Taneo, S. J., Tarigan, J., Ngana, F. R., & Louk, A. C. (2022). RANCANG BANGUN ALAT BANTU JALAN UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, 7(1), 82–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.35508/fisa.v7i1.6880>