

# Perancangan Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan untuk Tunanetra dengan Metode *Half Cylinder* Berbasis *Single Board Microcontroller* Bertenaga Panel Surya

Adlan Bagus Pradana

adlan.pradan@ugm.ac.id  
Universitas Gadjah Mada

Astri Sumartopo

Astri.s@mail.ugm.ac.id  
Universitas Gadjah Mada

Muhammad Arief Wibowo

Muhammadarief2019@mail.ugm.ac.id  
Universitas Gadjah Mada

Jimmy Trio Putra

jimmytrioputra@ugm.ac.id  
Universitas Gadjah Mada

## Abstrak

Di muka bumi ini tidak sedikit manusia memiliki kekurangan fisik berupa panca indera yang tidak sempurna, salah satunya ialah penyandang tunanetra. Penyandang tunanetra merupakan seseorang yang tidak mampu melihat dengan baik karena sistem penglihatan mereka yang terganggu akibat faktor keturunan, kecelakaan, atau faktor yang lain. Dalam beraktivitas, penyandang tunanetra membutuhkan alat bantu berupa tongkat penunjuk jalan untuk mengetahui arah jalan yang sesuai dan aman. Namun tidak jarang ditemui penyandang tunanetra yang tetap kesulitan berjalan menggunakan tongkat penunjuk jalan manual yang dinilai memiliki tingkat akurasi yang rendah. Hal ini kemudian dimanfaatkan sebagai ide utama penelitian yang bertujuan untuk menciptakan sebuah alat penunjuk jalan otomatis berupa ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya. Alat ini merupakan inovasi dari tongkat penunjuk jalan manual yang dikembangkan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi halangan dan sistem kontrol arduino nano dengan menerapkan metode *half cylinder* untuk area penangkapan gelombang pantul halangan. Gelombang pantul yang ditangkap oleh sensor ultrasonik HC-SR04 selanjutnya dikonversikan menjadi satuan jarak untuk menentukan *output* motor DC dan *buzzer*.

**Kata Kunci** — penyandang tunanetra, tongkat bantu jalan, ikat pinggang pendeteksi halangan.

## Abstract

On this earth, not a few humans have physical deficiencies in the form of five imperfect senses, one of which is blind people. Blind people are someone who is unable to see well because their visual system is impaired due to heredity, accidents, or other factors. In their activities, blind people need assistive devices in the form of

a guidepost to find out the appropriate and safe direction of the road. However, it is not common for blind people who still have difficulty walking using manual walking sticks which are considered to have a low level of accuracy. This is then used as the main idea of the research which aims to create an automatic guide in the form of an obstacle detection belt for the visually impaired using a half cylinder method based on a single board microcontroller using solar panel powered. This tool is an innovation of a manual walking stick developed by utilizing the HC-SR04 ultrasonic sensor as an obstacle detector and the Arduino nano control system by applying the half cylinder method to the area of catching the reflected obstruction waves. The reflected waves captured by the HC-SR04 ultrasonic sensor are then converted into distance units to determine the output of the DC motor and buzzer.

**Keywords** — blind people, walking stick, obstacle detection belt.

## I. PENDAHULUAN

Manusia dibekali oleh Tuhan Yang Maha Esa dengan berbagai anugerah fisik maupun akal yang sempurna, salah satunya ialah panca indera yang berfungsi untuk merasakan perubahan yang terjadi di lingkungan luar tubuh. Namun, tidak semua manusia beruntung dapat memiliki panca indera yang sempurna, salah satunya ialah penyandang tunanetra. Tunanetra merupakan seseorang yang memiliki kekurangan dimana mereka tidak dapat melihat dengan baik karena gangguan pada sistem penglihatan mereka. Penyandang tunanetra membutuhkan sebuah tongkat penunjuk jalan sebagai sarana bantu aktivitas mereka.

Perkembangan teknologi yang semakin maju membuat banyak generasi muda tidak kehabisan ide untuk menciptakan inovasi-inovasi baru guna mempermudah kegiatan manusia.



Pada penelitian ini akan dilakukan sebuah perancangan ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya. Alat ini merupakan inovasi dari tongkat penunjuk arah jalan manual yang didesain untuk membantu tunanetra dalam mendeteksi ada atau tidaknya halangan ketika sedang berjalan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan dan *single board microcontroller* sebagai sistem kontrol.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dimana memiliki tema yang sama dengan judul penelitian ini, yaitu perancangan ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya.

Penelitian yang dilakukan oleh Jarot Bangun Purnomo dkk. dengan judul Tongkat Pendeteksi Halangan Bagi Penderita Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya [1]. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan Arduino UnoRev, sensor Ping Parallax HC-SR04, *vibrator*, dan panel surya. Adapun alat yang dihasilkan mampu mengeluarkan notifikasi jika terdeteksi adanya benda sejauh 1 m dari pengguna dan dapat bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Achmad Fauoq dkk. dengan judul Rancang Bangun Tongkat Cerdas Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan *Fuzzy Logic* Metode Sugeno [2]. Penelitian ini dilakukan dengan metode *fuzzy* dan memanfaatkan 3 jenis sensor, yaitu sensor ultrasonik HC-SR04, sensor api, dan sensor air sebagai *input* mikrokontroler. Adapun hasil akhir dari penelitian ini yaitu menghasilkan alat deteksi yang dapat digunakan dengan baik yaitu mampu menghasilkan suara dan getaran.

Penelitian oleh Asep Kurniawan dengan judul Alat Bantu Jalan Sensorik Bagi Tunanetra [3]. Penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04, arduino nano, motor servo SG90, dan *buzzer*. Adapun alat bantu yang dihasilkan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 98.40%.

Penelitian oleh Dwi Anie Gunastuti dkk. dengan judul Disain Tongkat Tunanetra Pintar Dengan Sinyal Penunjuk Lokasi Saat Kepanikan [4]. Penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik dengan *output* berupa suara *buzzer* dan getaran dengan dilengkapi teknologi untuk mendeteksi keadaan bahaya. Penelitian ini berhasil menciptakan alat pendeteksi halangan yang dapat bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Laode Sahlan Z. dkk. dengan judul Pendeteksi Halangan Pada Alat Bantu Tongkat Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik [5]. Penelitian ini bertujuan membuat alat deteksi halangan dengan memanfaatkan ATmega328 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Alat ini cukup efisien dalam membantu pengguna tunanetra ketika beraktivitas.

Penelitian oleh Sutarsi Suhaeb dengan judul Desain Tongkat Elektronik Bagi Tunanetra Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Atmega8535 [6]. Penelitian ini bertujuan membuat perangkat keras dan lunak pendeteksi

benda dengan memanfaatkan sensor ultrasonik SRF04 dan mikrokontroler ATMEGA 8535. Alat yang dihasilkan dapat membantu pengguna tunanetra dengan maksimal melalui suara *buzzer* getaran motor DC.

Penelitian oleh Muhammad Rio dkk. dengan judul Tongkat Bantu Jalan Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano [7]. Alat yang akan dikembangkan pada penelitian ini memanfaatkan mikrokontroler arduino nano, sensor ultrasonik HC-SR04, dan *buzzer* 5 V sebagai *output*. Didapatkan hasil bahwa alat dapat digunakan dengan baik berdasarkan uji coba.

Penelitian oleh Mulkan Iskandar Nasution dkk. dengan judul Perancangan Alat Bantu dan Penentu Lokasi Bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler [8]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan tongkat bantu jalan elektronik yang memanfaatkan sensor ultrasonik, mikrokontroler ATmega 2560, dan DFPlayer Mini sebagai *output*. Berdasarkan pengujian, didapatkan alat pendeteksi yang dapat bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Muhammad Namiruddin Al-Hasan dkk. dengan judul Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler [9]. Alat yang akan didesain memanfaatkan sensor ultrasonik, arduino dan menghasilkan *output* berupa getaran motor. Alat ini dinilai mampu membantu penyandang tunanetra dalam beraktivitas berdasarkan pengujian yang dilakukan.

Penelitian oleh Charles Setiawan dengan judul *Prototype* Alat Bantu Tuna Netra Berupa Tongkat Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik [10]. Penelitian ini bertujuan membuat inovasi alat deteksi halangan yang memanfaatkan ATmega 328 dan sensor ultrasonik HCSR05. Alat ini diharapkan mampu membantu penyandang tunanetra dalam beraktivitas.

Penelitian oleh Vicky Alvian F. dkk. dengan judul Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tuna Netra Menggunakan Sensor *Ultrasonic* Berbasis Arduino [11]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat deteksi halangan yang memanfaatkan arduino dan sensor ultrasonik untuk menghasilkan *output* suara dan getaran. Adapun hasil pengujian menunjukkan alat dapat berjalan dengan baik.

Penelitian oleh Firman Hadi Gunawan dkk. dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Bagi Penyandang Tunanetra [12]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat bantu deteksi halangan berupa gelang jam tangan menggunakan tiga buah sensor ultrasonik dan dua buah motor servo sebagai *output*. Pengujian alat bantu ini menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Dolly Indra dkk. dengan judul Implementasi Tongkat Cerdas sebagai Alat Navigasi bagi Penyandang Tuna Netra [13]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra dengan memanfaatkan mikrokontroler arduino, sensor ultrasonik, modul Mp3, dan *micro* DC. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Bayu Purnomo dkk. dengan judul Rancang Bangun Tongkat Ultrasonik untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino Uno [14]. Penelitian ini bertujuan

mengembangkan alat deteksi halangan bagi tunanetra dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno, sensor *distance* ultrasonik jenis PING dari Parallax, dan sensor infra merah jenis IR Sharp GP2Y0A21 untuk menghasilkan keluaran berupa getaran dan suara *buzzer* ketika jarak halangan dan pengguna sudah dekat. Uji coba menunjukkan alat deteksi ini mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi halangan.

Penelitian oleh Akik Hidayat dkk. dengan judul Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino [15]. Penelitian ini bertujuan membuat alat bantu deteksi halangan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik, mikrokontroler arduino uno, dan *buzzer*. Adapun alat yang dihasilkan dapat membantu pengguna mendeteksi halangan yang ada didepan mereka.

Penelitian oleh Fadli dkk. dengan judul Rancang Bangun Penentu Arah dengan Rambu pada Koridor untuk Penyandang Tunanetra dengan *Output* Suara Berbasis Raspberry Pi [16]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *prototype* berupa tongkat penunjuk arah yang dirancang dengan Bahasa pemrograman *python* yang telah tertanam library OpenCV, Raspberry Pi sebagai pemroses data, dan sensor ultrasonik. Hasil uji coba menunjukkan alat mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi benda-benda.

Penelitian oleh Benny dkk. dengan judul Rancang Bangun Tongkat Bantu Pendeteksi Penghalang, Air, dan Lokasi Tunanetra [17]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *prototype* pendeteksi halangan, air, dan lokasi pengguna dengan menggunakan *Soil Moisture* Sensor, sensor ultrasonik SRF04, *GPS tracker*, dan *limit switch* yang dapat menghemat daya sistem. Alat ini dapat bekerja dengan baik dalam membantu penyandang tunanetra ketika berjalan.

Penelitian oleh Anggy Pradiftha Junfithrana dkk. dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino [18]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat bantu jalan dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor ultrasonik untuk menghasilkan getaran motor DC ketika terdeteksi halangan. Alat ini dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi adanya halangan.

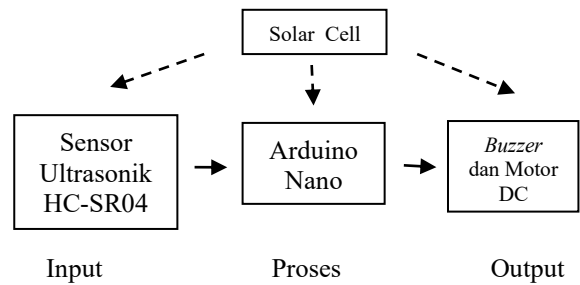
Penelitian oleh Rusito dkk. dengan judul Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler [19]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat deteksi halangan yang dilengkapi 5 buah sensor ultrasonik yang dipasang di helm dan sepatu sehingga menghasilkan *output* berupa suara dari modul *Mp3 Player*. Berdasarkan uji coba menunjukkan alat ini mampu bekerja dengan baik.

Penelitian oleh Sunardi dkk. dengan judul Alat Bantu Jalan untuk Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik [20]. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah alat deteksi halangan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik. Alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 100%.

### III. METODE PENELITIAN

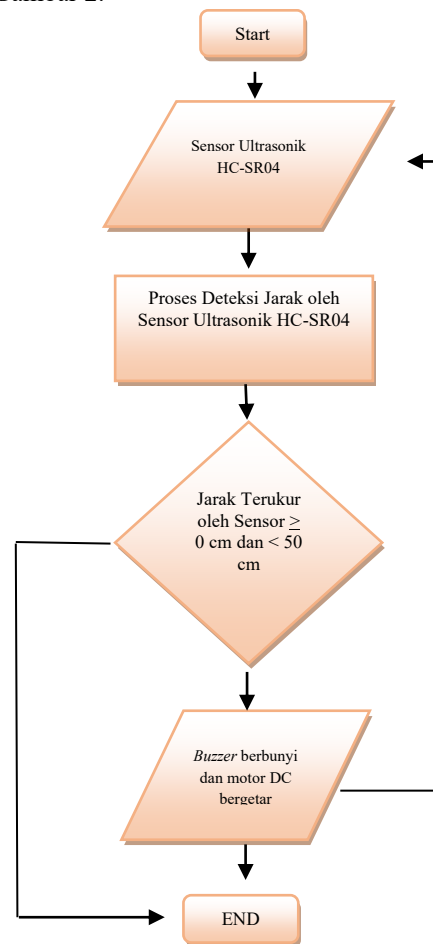
Perancangan ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya terdiri dari beberapa komponen yang meliputi komponen *input*, *output*, dan kontrol.

Setiap komponen tersebut menerima sumber energi dari solar cell. Adapun komponen *input* dari alat ini berupa sensor ultrasonik HC-SR04, komponen *output* berupa *buzzer* dan motor DC, serta komponen kontrol berupa arduino nano. Berikut merupakan diagram blok dari alat ini,

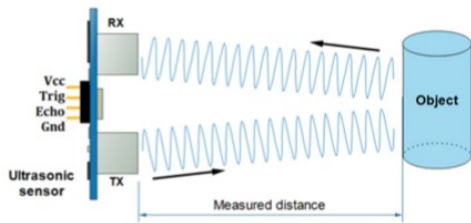


Gbr. 1 Diagram Blok Sistem Kerja Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan untuk Tunanetra dengan Metode *Half Cylinder* Berbasis *Single Board Microcontroller* Bertenaga Panel Surya

Selain dijelaskan melalui diagram blok, cara kerja dari ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya juga dijelaskan melalui sebuah *flowchart* (diagram alir) Gambar 2.



Gbr. 2 Flowchart Sistem Kerja Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan untuk Tunanetra dengan Metode *Half Cylinder* Berbasis *Single Board Microcontroller* Bertenaga Panel Surya.



Gbr. 3 Gambaran Sistem Kerja Sensor Ultrasonik Pendeteksi Halangan

Ikatan pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai media yang dapat mendeteksi ada atau tidaknya halangan di sekitar penyandang tunanetra ketika berjalan. Sensor ultrasonik ini memiliki prinsip kerja yang dapat digambarkan pada gambar 3.

Sensor ultrasonik terdiri dari 2 bagian utama, yaitu TX dan RX. TX merupakan *transmitter* (elemen pemancar gelombang ultrasonik), sedangkan RX merupakan *receiver* (elemen pendeteksi gelombang ultrasonik). Untuk dapat mendeteksi berapa jarak suatu benda dengan sensor ultrasonik dapat diketahui dengan cara menghitung berapa jeda waktu dari proses pemancaran dan penangkapan kembali gelombang pantul oleh sensor ultrasonik. Berikut merupakan persamaan matematisnya,

$$s = \frac{t \times v}{2} \tag{1}$$

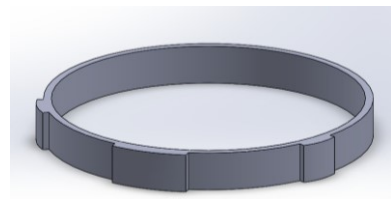
s = jarak antara sensor dengan objek (m)

t = waktu tempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* ke *receiver* (s)

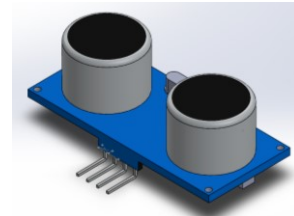
v = kecepatan gelombang di udara (340 m/s)

#### IV. PEMBAHASAN

Adapun perancangan ikatan pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya terdiri dari 2 jenis desain, yaitu desain mekanik dan desain elektronis. Desain mekanik berhubungan dengan bentuk fisik dari alat pendeteksi halangan ini yang meliputi desain ikatan pinggang, sensor ultrasonik HC-SR04, *single board microcontroller*, motor DC, *buzzer*, dan desain topi panel surya. Ikatan pinggang pada alat ini berfungsi sebagai tempat pemasangan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dapat dipakai penderita tunanetra secara langsung. Sensor ultrasonik HC-SR04 sendiri berperan sebagai media untuk mendeteksi ada atau tidaknya halangan dan dipasang pada ikatan pinggang bersama dengan *single board microcontroller*. Desain motor dc dan *buzzer* sebagai desain komponen *output*. Sementara itu, topi pada alat ini berfungsi sebagai tempat pemasangan panel surya sebagai sumber energi dari alat. Gambar 4-6 merupakan desain komponen mekanik ikatan pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya.



Gbr. 4 Gambar Desain Mekanik Ikatan Pinggang

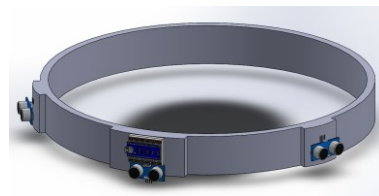


Gbr. 5 Gambar Desain Mekanik Sensor Ultrasonik HC-SR04

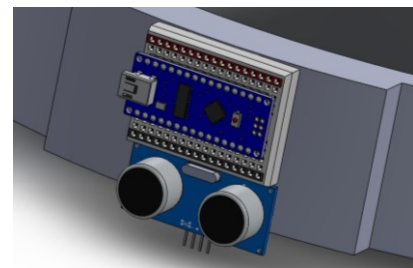


Gbr. 6 Gambar Desain Mekanik Topi Panel Surya

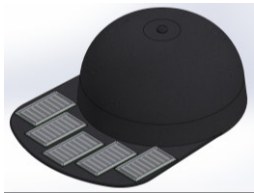
Dari beberapa gambar desain komponen mekanik (Gambar 4-6), dapat dilakukan penggabungan desain sehingga membentuk sebuah ikatan pinggang pendeteksi halangan yang lengkap, seperti pada gambar 7-11.



Gbr. 7 Gambar Desain Mekanik Ikatan Pinggang yang Telah Dipasang Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan *Single Board Microcontroller*



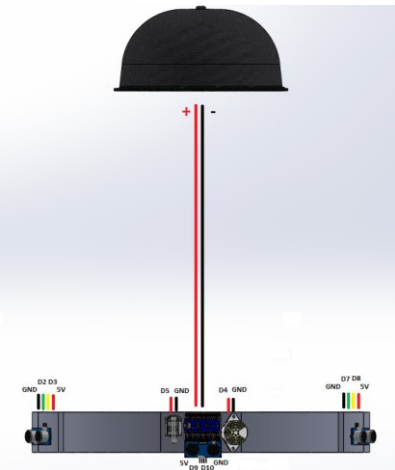
Gbr. 8 Gambar Desain Mekanik Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan *Single Board Microcontroller* yang Terpasang di Ikatan Pinggang



Gbr. 9 Gambar Desain Mekanik Topi Panel Surya

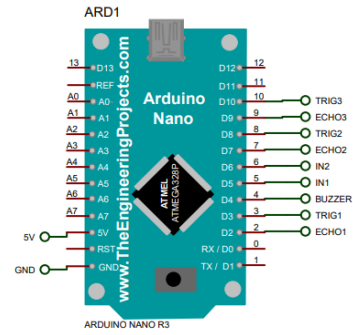


Gbr. 10 Gambar Desain Mekanik Output Buzzer dan Motor DC yang Terpasang di Ikat Pinggang

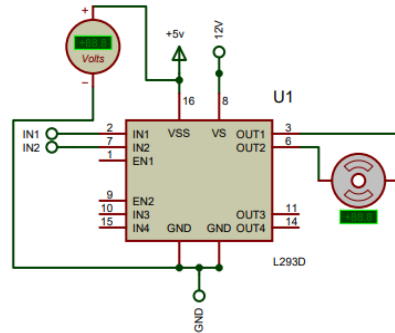


Gbr. 11 Gambar Lengkap Desain Mekanik Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan untuk Tunanetra dengan Metode *Half Cylinder* Berbasis *Single Board Microcontroller* Bertenaga Panel Surya.

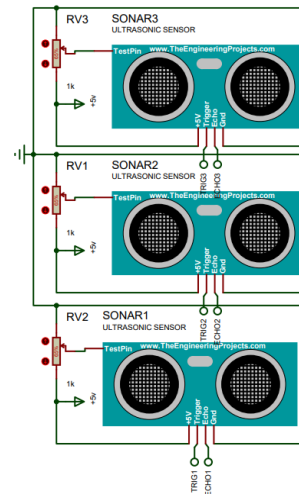
Selain terdiri dari desain mekanik, ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya juga tersusun dari desain elektronis. Desain elektronis berhubungan dengan komponen-komponen elektronis yang dapat membuat alat bekerja sesuai yang diharapkan. Adapun desain elektronis dari alat ini terdiri dari beberapa modul, yaitu modul arduino nano R3, sensor ultrasonik HC-SR04, panel surya, motor DC, dan *buzzer*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12-15.



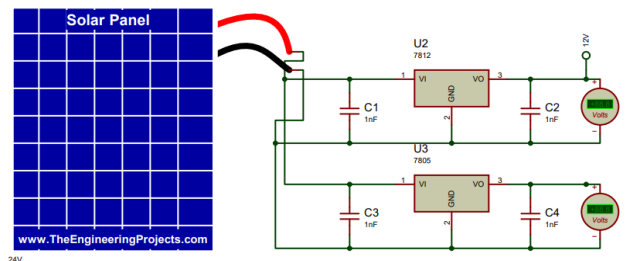
Gbr. 12 Gambar Desain Elektronis Arduino Nano R3



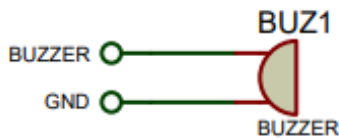
Gbr. 13 Gambar Desain Elektronis Motor DC



Gbr. 14 Gambar Desain Elektronis Sensor Ultrasonik HC-SR04

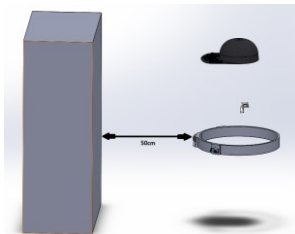


Gbr. 15 Gambar Desain Elektronis Panel Surya

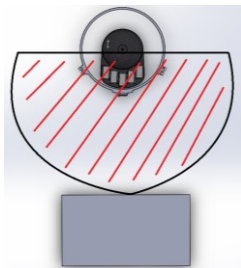


Gbr. 16 Gambar Desain Elektronik Buzzer

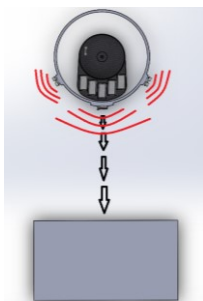
Perancangan ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra ini didesain dengan menggunakan metode *half cylinder*. Metode ini merupakan sebuah cara yang bertujuan untuk menangkap gelombang pantul sensor ultrasonik di area *half cylinder* untuk mendeteksi halangan di area tersebut. Selain itu, prinsip kerja dari alat ini juga didukung oleh arduino nano sebagai kontrol sistem. Arduino nano berperan sebagai pengolah data gelombang yang dikirim oleh sensor ultrasonik. Data ini kemudian dikonversikan menjadi satuan panjang yang menyatakan jarak halangan sensor. Jika jarak yang terdeteksi kurang dari 50 cm maka akan menyebabkan *buzzer* berbunyi dan motor DC bergetar. Cara kerja dari ikat pinggang pendeteksi halangan ini dapat dilihat pada gambar-gambar 17-20.



Gbr. 17 Gambar Jarak Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan dengan *Obstacle/Halangan*



Gbr. 18 Gambar Area *Half Cylinder* pada Proses Deteksi Halangan oleh Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gbr. 19 Gambar Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Mendeteksi Halangan/*Obstacle*



Gbr. 20 Gambar *Output* Motor DC dan *Buzzer* yang Bekerja ketika Terdeteksi Halangan

## V. KESIMPULAN (PENUTUP)

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut,

1. Untuk merancang sebuah ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra dengan metode *half cylinder* berbasis *single board microcontroller* bertenaga panel surya perlu dilakukan perancangan desain mekanik dan desain elektronik.
2. Desain mekanik berhubungan dengan bagaimana bentuk fisik dari alat ini secara nyata. Desain mekanik ikat pinggang pendeteksi halangan ini terdiri dari desain ikat pinggang, desain sensor ultrasonik HC-SR04, desain *single board microcontroller*, desain topi panel surya, desain *output* motor DC dan *buzzer*.
3. Desain elektronik berhubungan dengan komponen-komponen elektronik yang dapat membuat alat bekerja sesuai perintah yang dibuat. Desain elektronik ikat pinggang pendeteksi halangan ini terdiri dari beberapa modul, yaitu modul arduino nano R3, modul sensor ultrasonik HC-SR04, modul panel surya, modul motor DC, dan modul *buzzer*.
4. Ikat pinggang pendeteksi halangan untuk tunanetra yang dirancang pada penelitian ini bekerja dengan menerapkan metode *half cylinder*. Metode ini bertujuan untuk menangkap gelombang pantul halangan di area *half cylinder* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sehingga dapat diketahui jarak halangan dari pengguna di area tersebut.

## REFERENSI

- [1] Purnomo, J. B., Muaffaq A. Jani, dan Agung Kridoyono. 2018. Tingkat Pendeteksi Halangan untuk Penderita Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya. *Konvergensi Volume 14 Nomor 2*.
- [2] Fauroq, A., Diana Rahmawati, dan Riza Alfita. 2018. Rancang Bangun Tingkat Cerdas untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan *Fuzzy Logic* Metode Sugeno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC Vol.5 No.2*.
- [3] Kurniawan, A. 2019. Alat Bantu Jalan Sensorik Bagi Tunanetra. *Journal of Disability Studies Vol. 6, No. 2*.
- [4] Gunastuti, D. A. dkk. 2020. Disain Tingkat Tunanetra Pintar dengan Sinyal Penunjuk Lokasi Saat Kepanikan. *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*.
- [5] Zulfadhli, L.S. dan Rizal. *Pendeteksi Halangan Pada Alat Bantu Tingkat Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik*. URL: <http://ojs.teknologielektromedismandalawaluya.ac.id/index.php/temik/article/view/19/11>. Diakses tanggal 19 Februari 2021
- [6] Suhaeb, S. 2016. Desain Tingkat Elektronik Bagi Tunanetra Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Atmega8535. *Jurnal Scientific Pinisi, Volume 2, Nomor 2*.

- [7] Rio M. dan Zunita Wulansari. 2020. Tongkat Bantu Jalan Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika Vol. 4 No. 2*.
- [8] Nasution, M.I. dan Syahrul Ardiansyah Nasution. 2020. Perancangan Alat Bantu dan Penentu Lokasi Bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 4, No. 1*.
- [9] Al-Hasan, M.N., Cok Indra Partha, dan Yoga Divayana. 2017. Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler. *Teknologi Elektro, Vol. 16, No. 3*.
- [10] Setiawan, C. 2017. *Prototype* Alat Bantu Tuna Netra Berupa Tongkat Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik. *Journal of Information and Technology Volume 05 Nomor 02*.
- [11] Fergiyawan, V.A., Septi Andryana, dan Ucuk Darusalam. 2018. Alat Pemandu Jalan untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2018*.
- [12] Gunawan, F.H., Arief Budi Laksono, dan Affan Bachri. Rancang Bangun Alat Bantu Bagi Penyandang Tunanetra. *Seminar Nasional Fortei Regional 7*.
- [13] Indra, D., dkk. 2019. Implementasi Tongkat Cerdas sebagai Alat Navigasi bagi Penyandang Tuna Netra. *Prosiding Seminar Nasional Komunikasi dan Informatika #3 Tahun 2019*.
- [14] Purnomo, B. dan Basuki Isnanto. 2017. Rancang Bangun Tongkat Ultrasonik untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Volume 6 Nomor 1*.
- [15] Hidayat, A. dan Dede Supriadi. 2019. Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino. *Jurnal Teknik Informatika Vol. 7 No. 1*.
- [16] Fadli, Fardian, dan Aulia Rahman. 2017. Rancang Bangun Penentu Arah dengan Rambu Pada Koridor Untuk Penyandang Tunanetra dengan Output Suara Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Online Teknik Elektro Vol.2 No.3*.
- [17] Benny, Ahya Radhiatul Kamila, dan Teguh Tri Sugiono. 2019. Rancang Bangun Tongkat Bantu Pendeteksi Penghalang, Air, dan Lokasi Tunanetra. *Politeknologi Vol.18 No.2*.
- [18] Junfithrana, A.P. dan Ade Sana Ruhayat. 2015. Rancang Bangun Alat Bantu Jalan untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Nusaputra Vol.1 No.1*.
- [19] Rusito dan Dani Setiyawan. 2020. Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Ilmiah Elektronika dan Komputer Vol.13 No.2*.
- [20] Sunardi, dkk. 2020. Alat Bantu Jalan untuk Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Manufaktur. Vol. 12, No. 01*.

