

RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN SENSOR ULTRASONIK

Tohari Galih Purwanto¹⁾, Syamsudin Nur Wahid
Fakultas Teknik, Universitas Islam Balitar
Jalan Majapahit No. 4 Sanan Wetan, Blitar, Jawa Timur 66137
¹galihwuiwu@gmail.com

ABSTRAK

Penyandang tuna netra sampai saat ini masih memiliki kesulitan dalam beraktifitas, utamanya pada hal mobilitas di kehidupan sehari-hari. Diantara penyebabnya yaitu keterbatasan sarana dan fasilitas untuk menunjang mereka dalam melakukan kegiatannya. Fasilitas utama yang selalu digunakan yaitu tongkat tuna netra. Tongkat ini membuat perjalanan para penyandang tuna netra menjadi lebih mudah. Akan tetapi terdapat keterbatasan pada tongkat konvensional, yaitu tidak mampu mendeteksi adanya benda yang tongkat tersebut tidak menjangkaunya. Penelitian ini mengembangkan suatu prototipe alat bantu berjalan untuk tuna netra sehingga keterbatasan pada tongkat konvensional dapat tertutupi. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler AtMega dalam papan tunggal mini arduino, speaker haeadset, sensor ultrasonic dan pemutar suara. Penelitian ini menghasilkan rancangan alat mampu mengenali keberadaan penghalang pada jarak maksimal 310 cm dengan rentang kesalahan diantara 0.2% - 5%.

Kata kunci :Tuna netra, ultrasonik, arduino, mobilitas.

ABSTRACT

Until now, blind people still have difficulties in their activities, especially in terms of mobility in everyday life. Among the causes are limited facilities and infrastructure to support them in carrying out their activities. The main facility that is always used is the blind cane. This cane makes the journey of the blind easier. However, there are limitations to conventional sticks, namely being unable to detect objects that the stick does not reach. This research develops a walking aid prototype for the blind so that the limitations of conventional canes can be covered. This tool is designed using the AtMega microcontroller on an Arduino mini single board, headset speakers, ultrasonic sensors and sound players. This research resulted in a tool design capable of recognizing the presence of obstacles at a maximum distance of 310 cm with an error range between 0.2% - 5%.

Keywords: Blind, ultrasonic, arduino, mobility.

PENDAHULUAN

Tunanetra merupakan istilah untuk menyebutkan kondisi orang yang tidak dapat melihat karena gangguan pada matanya. mata itu sendiri adalah suatu indra yang sangat vital bagi manusia. Mata membuat manusia bisa melakukan beraneka ragam aktivitas. Mata adalah indra penglihatan yang berfungsi untuk mengidentifikasi benda nyata di sekitarnya, sehingga ia dapat mengetahui objek apa yang sedang dilihatnya [1].

Banyak dari penderita tunanetra kesulitan untuk berjalan atau berpergian ke tempat lain karena kurangnya penghafalan arah atau jalan untuk tidak bertabrakan dengan benda yang disekitarnya. Berdasarkan permasalahan, artikel ini membahas tentang perancangan dan pembuatan alat bantu tunanetra menggunakan teknologi berupa sensor ultrasonik sebagai detektor halangan yang ada di sekitarnya dengan menggunakan tiga buah sensor ultrasonic dibagian depan, samping kanan dan kiri, selanjutnya arduino sebagai kontroller atau mikrokontroller untuk memproses semua masukan atau input, modul MP3 sebagai keluaran atau output yang menyimpan suara indicator halangan dan selanjutnya headset akan berbunyi karena mendeteksi halangan, semua komponen akan dirangkai pada tongkat disertai roda pada bagian bawah tongkat untuk memudahkan jalannya tuna netra hanya dengan mendorong tongkat.

Sensor ultrasonik merupakan suatu piranti yang dapat bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik, jarak sensor disesuaikan dengan memprogram pada coding menggunakan arduino

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

IDE, dalam hal ini jeda waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan yang diterima kembali adalah sebanding dengan jarak objek yang dikenainya. Sensor ultrasonik adalah sebuah peranti elektronika yang mampu mengkonversi energi akustik gelombang ultrasonic menjadi energi listrik dalam bentuk impuls potensial. Gelombang ultrasonic adalah gelombang mekanik yang merambat secara longitudinal dan berfrekuensi di atas 20 Khz. Gelombang ultrasonik dapat berjalan dalam medium padat, gas maupun cair.

Dari latar belakang tersebut maka dibuatlah penelitian tentang permasalahan bagi penyandang tuna netra untuk memudahkan penyandang tuna netra berjalan tanpa menabrak benda disekitarnya, maka penulisan artikel ini diberi judul “RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN SENSOR ULTRASONIK”.

METODE

Sasaran dari penelitian ini adalah orang yang mengalami gangguan penglihatan atau sebagai penyandang tuna netra. Hasil dari artikel ini bertujuan untuk memberi referensi mengenai sebuah rancangan alat bantu jalan tuna netra dengan teknologi sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan. Khususnya sebagai langkah untuk menambah kewaspadaan tuna netra saat berjalan.

Penelitian ini berlangsung dari tanggal 19 April 2021 sampai dengan 20 Agustus 2021 yang bertempat di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Balitar kota Blitar.

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (R&D). Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu alat bantu jalan bagi penyandang tuna netra, dimana alat yang dibuat untuk memudahkan tuna netra saat berjalan supaya tidak bertabrakan dengan benda di sekitarnya dan menambah kewaspadaan tuna netra saat berjalan. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan perancangan sistem, pada sisi perangkat keras (hardware) dan sisi perangkat lunak (software) kemudian membangun sistem sesuai rancangan.

Adapun data penelitian ini dikumpulkan dengan cara berdialog dengan orang yang sedang diamati. Penulis mengadakan wawancara langsung dengan penyandang tuna netra untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan keseharian mereka melakukan aktifitas, ada beberapa teknik pengumpulan data serta pengamatan langsung mengenai objek yang akan di teliti, antara lain: Observasi, Dokumentasi dan Study Literatur.

Akurasi alat diukur dengan cara sampling pengukuran. Alat digunakan untuk mengukur posisi benda dengan jarak yang divariasikan untuk mendapatkan data jarak terukur dan jarak sebenarnya. Kemudian data tersebut dianalisa.

Analisa data dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dan seberapa besar kesalahan pengukurannya. Pengambilan data untuk alat bantu navigasi tuna netra ini digunakan sebagai perangkat kalibrasi peralatan yang mendeteksi halangan di sekitarnya saat berjalan. Pengambilan data dilakukan oleh responden pada alat dengan menghidupkan rangkaian komponen mikrokontroler dengan sambungan USB arduino dihubungkan ke power bank, indikator halangan pada alat ini menggunakan suara dengan Mp3 DFPlayer mini untuk memproses suara indikator jika sensor ultrasonik mendeteksi adanya halangan, roda di bagian bawah tongkat digunakan supaya jika ada lubang ataupun gundukan, penyandang tuna netra bisa mengetahui dan memudahkan penggunaannya saat berjalan.

Perancangan perangkat keras (hardware) membutuhkan beberapa kali pengujian dari alat bantu tuna netra dengan cara berjalan, apakah sensor mendekteksi halangan dan indikator berbunyi akurat atau tidak. Sensor ultrasonik difungsikan untuk mengukur jarak benda dengan memancarkan gelombang akustik ultrasonik kemudian menangkap sinyal yang dipantulkan benda. Sensor jarak ultrasonik adalah sensor yang mendeteksi jarak suatu objek.

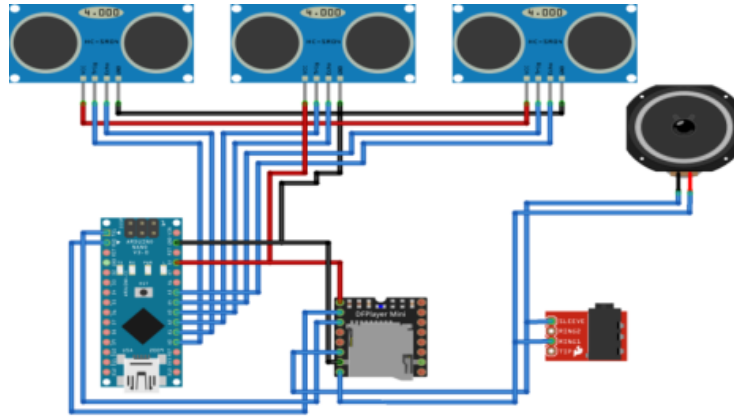
Tahap perancangan perangkat lunak (software), meliputi instalasi library sensor ultrasonik dan Mp3 DFPlayer, pada menu include library di dalam Arduino IDE. Arduino berperan sebagai perangkat yang menerima keluaran sensor dan mengirim masukan ke Mp3 DFPlayer. Program dibuat menggunakan software aplikasi Arduino IDE.

Pengkabelan

Sambungkan seluruh pin modul seperti pada Gambar 1 Rangkaian komponen dan beri selotip pada bagian pin yang telah disambungkan supaya tidak terjadi konsleting saat komponen di masukan pada box multi. Seluruh system dan komponen elektronika dihubungkan menggunakan kabel jumper karena berada

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

diluar sirkuit PCB (Papan Sirkuit Tercetak) Arduino. Gambar 1 berikut adalah rancangan untuk pengkabelan sistem keseluruhan:



Gambar 1 Rangkaian komponen

Pemakaian tiga sensor ultrasonic di bagian depan, samping kanan, dan samping kiri dimaksudkan untuk mendeteksi halangan di sekitar tunanetra dengan output berupa rekaman suara melalui headset atau speaker. Penggunaan df player mp3 perlu MicroSD dengan format (FAT32), simpan file dalam MicroSD dengan mengganti nama file mp3 menjadi (001.mp3) dan simpan dalam folder (mp3) pada MicroSD. Susunan untuk pengkabelan dimulai dengan cara menyambungkan Trigger dan Echo pada sensor ultrasonic ke pin arduino A0 sampai A5 secara berurutan. Pin trigger sebagai pemicu keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo sebagai penangkap sinyal pantul dari benda. Ground (grounding) dan VCC (masukan tegangan).

RX dan TX pada pin Arduino berfungsi untuk komunikasi data serial dengan perangkat lain. TX berarti transmitter atau pemancar dan RX berfungsi sebagai receiver atau penerima sinyal, pin RX berada di pin 0 dan TX berada di pin 1. Beberapa pin arduino menerima sinyal yang dipancarkan oleh transmitter ultrasonic dalam suatu frekuensi dan dengan jeda waktu tertentu. Sinyal tersebut memiliki frekuensi lebih tinggi dari 20kHz. Sinyal yang dikeluarkan oleh transmitter ultrasonic akan merambat sebagai gelombang akustik dengan kelajuan kurang lebih 340 m/s. Ketika sinyal itu mengenai suatu benda padat, maka akan dipantulkan oleh benda itu yang kemudian diterima oleh receiver ultrasonic. Receiver ultrasonic mengirim sinyal ke arduino dan dikeluarkan dengan speaker sebagai indikator halangan.

Pemrograman

Masukan coding pemrograman menggunakan aplikasi arduino IDE dan setting program sesuai kebutuhan jarak ke tiga sensor, dan output suara indikator halangan. Berikut coding pemrograman arduino :

```
#include <SoftwareSerial.h> // Serial RX dan TX
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h> //library modul Mp3 mini

digitalWrite(trigPin3, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin3, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin3, LOW);
durasi3 = pulseIn(echoPin3, HIGH);
jarak3 = (durasi3 * 0.034) / 2;
Serial.print("1CM: ");
Serial.print(jarak1);
Serial.print(" 2CM: ");
Serial.print(jarak2);
Serial.print(" 3CM: ");
Serial.println(jarak3);
delay(500);
```

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
**RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

```
if(jarak1 <50) //sensor kanan
{
  Serial.println("Halangan kanan");
  mp3_play(1);
  delay(1000);
}
if(jarak2 <50) // sensor kiri
{
  Serial.println("Halangan kiri");
  mp3_play(2);
  delay(1000);
}
if(jarak3 <50) //sensor depan
{
  Serial.println("Halangan depan");
  mp3_play(3);
  delay(1000);
}
}
```

Perakitan

Jika seluruh komponen telah tersambung dan berkerja sesuai program selajutnya penataan seluruh komponen pada box multi. Lubangi box multi pada bagian depan, samping kanan dan kiri sesuai ukuran sensor ultrasonik.



Gambar 2 Box sensor navigasi tuna netra bagian atas

Lubangi bagian tutup box multi untuk tempat baut sekrup arduino dan modul mp3 dfplayer mini, pada bagian atas box multi beri lubang untuk jack headset, dan dibagian samping kanan diberi lubang untuk kabel USB Arduino.



Gambar 3 Box sensor navigasi tuna netra samping kanan

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

Pada bagian bawah box multi dilubangi untuk baut sekrup engsel atau menyangga supaya bisa disesuaikan dengan kebutuhan



Gambar 4 Box sensor navigasi tuna netra bagian bawah

Selanjutnya buatlah tempat untuk power bank dan pasang pada bagian bawah engsel penyangga.



Gambar 5 Power bank pada alat bantu navigasi tuna netra

Untuk bagian tongkat potong pipa sesuai tinggi kebutuhan dan bagian bawah pipa gunakan pipa model T untuk as roda, dan pada bagian atas di beri handpad supaya saat digunakan terasa nyaman.



Gambar 6 Roda Tongkat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

Pengujian dilakukan kepada sensor jarak HC-SR04 dan speaker. Pertama, pengujian dilakukan tiga kali kepada sensor bagian depan yang berfungsi sebagai detektor penghalang di arah depan pada jarak 15 cm, 40 cm dan 70 cm. Kedua, pengujian dilakukan untuk sensor bagian kanan sejumlah tiga kali yang berguna sebagai pendeteksi penghalang di bagian samping kanan pada jarak 15 cm, 40 cm dan 70 cm. Ketiga, pengujian dilakukan untuk sensor bagian kiri tiga kali yang digunakan untuk deteksi penghalang pada arah kiri dalam jarak 15 cm, 40 cm dan 70 cm.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Depan

NO	Jarak Terukur (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Keterangan
1	15	15.22	Speaker Berbunyi
2	20	20.11	Speaker Berbunyi
3	25	25.37	Speaker Berbunyi
4	30	29.69	Speaker Berbunyi
5	35	34.82	Speaker Berbunyi
6	40	39.05	Speaker Berbunyi
7	50	50.09	Speaker Berbunyi
8	60	59.31	Speaker Mati
9	65	64.40	Speaker Mati
10	70	70.45	Speaker Mati



Gambar 7 Pengujian sensor depan jarak 15 cm



Gambar 8 Pengujian sensor depan jarak 40 cm

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
**RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
 SENSOR ULTRASONIK**

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101



Gambar 9 Pengujian sensor depan jarak 70 cm

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Kanan

NO	Jarak Terukur (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Keterangan
1	15	15.03	Speaker Berbunyi
2	20	19.10	Speaker Berbunyi
3	25	25.07	Speaker Berbunyi
4	30	30.79	Speaker Berbunyi
5	35	34.80	Speaker Berbunyi
6	40	40.27	Speaker Berbunyi
7	50	50.22	Speaker Berbunyi
8	60	59.51	Speaker Mati
9	65	65.10	Speaker Mati
10	70	69.77	Speaker Mati



Gambar 10 Pengujian sensor kanan jarak 15 cm



Gambar 11 Pengujian sensor kanan jarak 40 cm

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
**RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
 SENSOR ULTRASONIK**

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101



Gambar 12 Pengujian sensor kanan jarak 70 cm

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Kiri

NO	Jarak Terukur (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Keterangan
1	15	15.28	Speaker Berbunyi
2	20	19.89	Speaker Berbunyi
3	25	25.07	Speaker Berbunyi
4	30	30.60	Speaker Berbunyi
5	35	34.92	Speaker Berbunyi
6	40	40.05	Speaker Berbunyi
7	50	50.23	Speaker Berbunyi
8	60	59.99	Speaker Mati
9	65	64.70	Speaker Mati
10	70	70.23	Speaker Mati



Gambar 13 Pengujian sensor kiri jarak 15 cm



Gambar 14 Pengujian sensor kiri jarak 40 cm

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101



Gambar 15 Pengujian sensor kiri jarak 70 cm

Pengujian Seluruh Sistem

Pengujian seluruh sistem bertujuan mengetahui kinerja Alat Bantu Navigasi Bagi Tuna Netra Berbasis Arduino Dengan Sensor Ultrasonik sesuai perencanaan di awal pembuatan.

Pengujian dilakukan dengan cara berjalan memakai tongkat melintasi jalur dengan beberapa halangan. Posisi halangan dideteksi oleh sensor HC-SR04 dan sistem menghasilkan luaran berupa suara di headset. Informasi suara yang didengar sesuai dengan posisi halangan di lintasan.

Tabel 4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Gerakan	Respon Alat	Menguji
Maju	Mendeteksi halangan di depan jika terdapat benda atau halangan pada jarak 0-50 cm alat akan berbunyi	Berhasil
Samping Kanan	Mendeteksi halangan samping kanan apabila terdapat benda atau halangan dengan jarak 0-50 cm alat akan berbunyi	Berhasil
Samping Kiri	Mendeteksi halangan samping kiri apabila terdapat benda atau halangan dengan jarak 0-50 cm alat akan berbunyi	Berhasil



Gambar 16 Alat Bantu Navigasi Tuna Netra Berbasis Arduino dengan Sensor Ultrasonik

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

Spesifikasi Alat :

1. Menggunakan kontroler Atmega328 (Arduino NANO)
2. Sensor ultrasonik HC-SR04 berjumlah tiga di depan, samping kanan dan kiri
3. Power bank 128000 mAh
4. Kapasitas memory 8GB microSD
5. Berat bersih 0.765 kilogram / 765 gram

Alat bantu navigasi ini bermanfaat untuk membantu para penyandang tuna netra mengetahui keberadaan halangan di dekat mereka dengan jangkauan lebih jauh daripada menggunakan tongkat biasa. Penggunaan roda dibagian bawah tongkat digunakan sebagai pendeteksi saat ada gundukan atau lubang didepan tuna netra maka cukup mendorong tongkat tidak perlu diangkat atau diketuk - ketukan ketanah seperti tongkat bantu pada umumnya dan meminimalisir bagi tuna netra supaya tidak menabrak objek yang bisa membuat tuna netra terluka atau tersandung karena kurangnya penglihatan.

Alat ini cukup bermanfaat membantu para tuna netra melakukan rutinitas sehari-hari saat didalam rumah atau diluar. Bahan yang digunakan untuk pembuatan alat ini menggunakan bahan yang ringan namun tetap kuat dan tidak mudah rusak saat pemakaian, pada bagian atas tongkat dilengkapi handpad menggunakan bahan karet yang membuat pemakai merasa nyaman saat memegang. Pada bagian penyangga di bawah box sensor dibuat dengan menggunakan engsel, sehingga sensor bisa diatur naik turunnya menyesuaikan dengan tinggi pemakai. Selain dapat membantu penyandang tuna netra, alat ini juga dapat digunakan untuk referensi pengembangan teknologi bagi para perancang, pengembang maupun peneliti.

Bagaimanapun alat yang dikembangkan masih memiliki beberapa kelemahan. Untuk menyempurnakan kelemahan tersebut, berikut hal yang perlu diperhatikan untuk pengembangan selanjutnya. Tongkat didesain agar tahan air, sehingga meminimalkan rusaknya pada komponen-komponen dan agar dapat di gunakan pada saat musim hujan. Penggunaan kamera dan teknologi pengolahan citra akan meningkatkan efektifitas untuk pendeteksian terhadap objek. Pengguna disarankan memakai headset nirkabel agar lebih efisien dalam penggunaan. Tongkat seharusnya bisa di sesuaikan panjang pendeknya supaya bisa menyesuaikan dengan tinggi badan pemakainya. Untuk berpergian yang cukup jauh disarankan agar tetap ada yang mendampingi tuna netra untuk berjaga jaga jika catu daya habis atau akan turun hujan.

SIMPULAN

Telah dihasilkan suatu perangkat bantu navigasi tuna netra berbasis arduino dengan sensor ultrasonik untuk meningkatkan kewaspadaan bagi tuna netra dalam mobilitasnya yang mampu mendeteksi objek atau halangan pada bagian depan dengan jarak 50 cm, samping kanan 50 cm dan kiri 50 cm dengan output berupa suara melalui headset. Perangkat berhasil mengeluarkan informasi berupa suara rekaman di DFPlayer Mini dan diputar menggunakan headset sebagai output sesuai kondisi pembacaan sensor ultrasonic. Semua masukan atau keluaran sensor di proses menggunakan Arduino sebagai mikrokontrol. Hasil pengujian keseluruhan sistem menunjukkan bahwa Alat Bantu Navigasi Tuna Netra Berbasis Arduino dengan Sensor Ultrasonik dapat digunakan secara optimal sesuai desain sistem yang dirancang.

REFERENSI

- [1] Dr.Rahmat.A, "pedulitunanetradisabilitas," 2017. [Online]. Available: <https://id.indeed.pedulitunanetradisabilitas.com>. [Accessed 16 Juni 2021].
- [2] A.Taufiq, "media.neliti.com," [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/269610-programcoding-ad50565c.PDF>. [Accessed 10 July 2021].
- [3] B.Astutinurulhalizah, Pedoman Analisa Dan Penelitian Rancang Bangun Alat Berbasis Arduino, Graha Ilmu, 2011.
- [4] C.Cekdin, Teori Singkat Arduino UNO/NANO Disertai Contoh Dan Soal Penyelesaian, Gramedia, 2006.

Tohari Galih Purwanto, Syamsudin Nur Wahid
RANCANG BANGUN ALAT BANTU NAVIGASI TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO DENGAN
SENSOR ULTRASONIK

Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 91-101

- [5] Fakturohman, "mediasi.com," [Online]. Available: <https://mediasi.com/205595-sdcard.pdf>. [Accessed 16 July 2021].
- [6] H.Umar, Ilmu Pengembangan Arduino, Griya Ilmu, 2017.
- [7] J.Roshit, "IAETA: International Applied Ethics and Technology Association," IAETA, [Online]. Available: <https://iaeta.org/2017/09/29/komponen.smart>. [Accessed 16 July 2021].
- [8] M. Saifan, "arduino.com," [Online]. Available: <https://www.arduino.com/2019/04.html>. [Accessed 16 June 2020].
- [9] Miftakul, 5 December 2017. [Online]. Available: <https://ultrasonic.wordpress.com/2017/12/05/pembelajaransensor>. [Accessed 05 July 2021].
- [10] M.Sarifah. [Online]. Available: <https://journal.janabadra.id/informasiinteraktif/artikel/>. [Accessed 07 August 2021].
- [11] Rizal, Stekom, [Online]. Available: <https://journalstekom.ac.id/index/elkom/article>. [Accessed 7 August 2021].
- [12] Susilo, Pengenalan Alat Dan Komponen Eletronika, Graha Ilmu, 2018.