



APLIKASI ARDUINO PADA SMARTSTICK BAGI PENYANDANG TUNA NETRA

Winarno Fadjar Bastari¹, Akhmad Solikin², Widodo³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
 Jl. Dukuh Menanggal XII, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60234
 (031)5042804

E-mail: winarnofbastari@unipasby.ac.id; solikinakhmad@unipasby.ac.id; widodo.adibuana@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History :

Article entry : 2022-12-01
 Article revised : 2023-17-01
 Article received : 2023-28-02

Keywords :

Smartstick, arduino, sensor, sound alarm, GPS

IEEE Style in citing this article:

W. F. Bastari, A. Solikin and W. Widodo, "Aplikasi Arduino Pada Smartstick Bagi Penyandang Tuna Netra," JE-UNISLA, vol. 8, no. 1, pp. 22-28, 2023.

ABSTRACT

The development of science and technology is so rapid today, so that various ideas appear in the field of electronics. Then to help human life, we have tried to apply electronic technology to simple systems. This research is intended to examine the use of Smartstick (assisting stick) for people with visual impairments. So far it is known that walking aids for blind people are very simple, they do not use electronic devices. Furthermore, the Arduino application is applied to this tool, namely this stick is equipped with 3 sensors that operate 180°, then sound alarm, vibration and GPS. When a blind person approaches an object, the alarm will sound and inform the distance between the blind person and the object. With a sensor range of 180 degrees, objects that are below the middle and even above will be detected, so that the Smartstick user will be able to avoid the possible distance until the warning alarm goes off automatically. Therefore, blind people don't have to worry about crashing into other unwanted objects.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tunanetra adalah orang yang memiliki keterbatasan pada indera penglihatannya atau bahkan memiliki ketidakmampuan untuk melihat. Berdasarkan tingkat kebutaannya, tunanetra dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu buta (tidak bisa melihat) dan low vision (lemah penglihatan). Sedangkan berdasarkan usia kebutaan, dapat dibedakan menjadi: buta sejak lahir dan buta tidak sejak lahir, yaitu sempat memiliki pengalaman untuk melihat, baru kemudian mengalami kebutaan (Rahmita Nurul Muthmainnah. 2015).

Definisi Tunanetra (buta) adalah orang yang mempunyai ketajaman melihat 20/200, maksudnya penyandang hanya dapat melihat objek pada jarak 20 kaki atau 6 m, sementara orang umumnya mampu melihat dengan jarak 200 kaki atau 60 m. atau kurang dari, mata yang lebih baik dengan dikoreksi,

atau seseorang yang memiliki lapang pandang sangat sempit, jarak paling lebar berdiameter tidak lebih dari 20 derajat (Daniel P. Hallahan, James M. Kauffman & Paige C. Pullen. 2009).

WHO mendefinisikan bahwa Tunanetra adalah orang yang memiliki ketajaman visual kurang dari 3/60 m atau hilangnya pandangan terhadap bidang visual dengan menggunakan mata yang baik untuk melihat (Mohit Bansal, 2014)

Kemudian definisi *Low vision* adalah turunya fungsi penglihatan seseorang secara permanen dan tidak dapat diperbaiki dengan bantuan kacamata standar, operasi ataupun medikamentosa. Pasien dengan *low vision* mengalami penurunan penglihatan yang bervariasi, mulai visus kurang dari 6/18 sampai hanya mampu melihat cahaya dengan visus 1/∞ atau *light perception* yang disertai dengan lapangan pandang yang sempit (<10° dari titik fiksasi). Sebanyak 285 juta penduduk dunia

mengalami gangguan penglihatan dimana 39 juta di antaranya mengalami kebutaan dan 246 juta penduduk mengalami penurunan penglihatan / low vision (Yulia Limowa, 2020).

Menurut estimasi Kementerian Kesehatan RI, jumlah Tunanetra di Indonesia adalah 1,5 % dari seluruh penduduk. Jika saat ini penduduk Indonesia berjumlah 250 juta, berarti, sekurang-kurangnya saat ini ada 3,750,000 Tunanetra, baik kategori buta maupun lemah penglihatan (low vision). Ini bukan jumlah yang sedikit. Menurut sensus penduduk tahun 2010, jumlah penduduk usia sekolah adalah 40 % dari keseluruhan jumlah penduduk. Ini berarti, 40 % dari 3,750,000 Tunanetra di Indonesia adalah Tunanetra pada usia sekolah 6 s/d 18 tahun (Hadianti Ramadhani, 2017).

Penyandang Tunanetra pada umumnya juga mendapat kesulitan saat berjalan diluar ataupun di dalam rumah, untuk itu mereka perlu menggunakan tongkat sebagai alat bantu berjalan. Namun tongkat tidak bisa dipakai untuk meraba pada benda yang berada diatas mereka dan juga ada kesulitan ketika ada benda atau manusia yang mengarah kepada mereka. Untuk itu kami membuat penelitian pada alat bantu Tunanetra dimana alat ini akan berfungsi seperti tongkat pada umumnya, namun telah dilengkapi dengan sistem elektronika yang dapat memberikan informasi atau bunyi suara peringatan pada pengguna, jika disekitar mereka ada benda, manusia atau hewan yang berada pada jarak yang dekat/di depannya.

1.2 Referensi

Sebelumnya tongkat Tunanetra ini sudah ada yang membuat, tapi disini kami mencoba mengembangkan lagi dengan menggunakan Arduino nano yang ukurannya lebih kecil, sehingga bentuk tongkat yang disebut Smartstick menjadi lebih ringkas, lebih praktis, dan juga dapat dilipat menjadi 3 bagian, sehingga menjadi mudah untuk dibawa naik kendaraan umum/sepeda motor. Selain itu ditambahkan juga unsur suara yang akan memberi peringatan jika ada penghalang/obyek yang berada pada jarak sampai 4 meter dari pengguna.

Dari penelitian oleh Zainul Faruk (2017) berjudul "Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Tunanetra Dengan Tongkat Cerdas Berbasis Arduino". Dalam penelitiannya tersebut digunakan sensor Ultrasonik sebagai pendeteksi halangan, lubang, gundukan dan halangan di pinggir kanan dan kiri, sedangkan Arduino uno R3 sebagai controller, modul MP3 sebagai keluaran yang selanjutnya speaker atau headset akan berbunyi.

Kemudian penelitian lain oleh Hammim Rizqon Rosyadi dkk (2019) berjudul "Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan GPS Berbasis Mikrokontroler". Dalam penelitiannya yang menjadi prioritas utama adalah perlunya memiliki perangkat yang mampu

mendeteksi objek di depan dengan sensor yang dapat mendeteksi objek yang menghalangi di depan, serta dilengkapi dengan fungsi GPS (Global Positioning System) yang dapat memberikan informasi koordinat lokasi dari tongkat Smartstick.

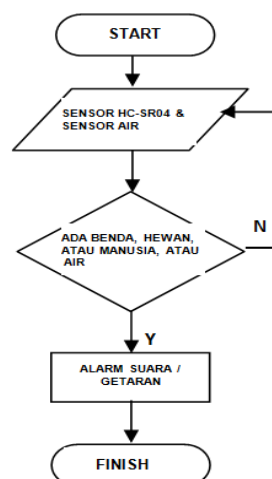
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada umumnya tongkat Tunanetra dibuat dari satu batang berbahan aluminium berongga dengan jari-jari luar 6 mm dan jari-jari dalam 4 mm. Pegangan tongkat Tunanetra yang baik biasanya terbungkus seperti pada raket tenis dengan ketebalan sekitar 200 mm dari atas tabung aluminium. Tongkat Tunanetra juga diberi warna putih dan merah (berada dibawah pegangan) sebagai penanda bahwa yang bersangkutan adalah kaum difabel. Panjang tongkat adalah setara dengan tinggi ulu hati seseorang yang memakainya (diukur dari pegangan sampai ke ujung tongkat).. Selanjutnya tongkat Tunanetra ini yang akan ditingkatkan menjadi Smartstick.

Arduino nano adalah alat elektronika digital yang mempunyai masukan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja Arduino nano sebenarnya adalah memproses sinyal input dan kemudian dikirimkan ke output. Pada dasarnya Arduino nano dapat disebut sebagai pengendali kecil dari sebuah sistem elektronik

2.1 Flowchart

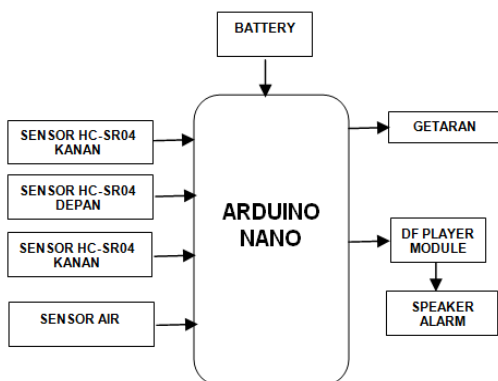
Perancangan *flowchart* Aplikasi Arduino pada *Smartstick* bagi penyandang Tunanetra adalah untuk mempermudah proses pembuatan program dan meminimalisir tingkat kesalahan pada saat proses pemrograman. Dalam perancangan flowchart yang terdiri dari komponen sensor jarak HC-SR04, sensor air. Arduino nano dan Alarm getar/bunyi ini adalah untuk mengetahui kepekaan sensor tersebut pada saat digunakan.



Gambar 1. Flowchart Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

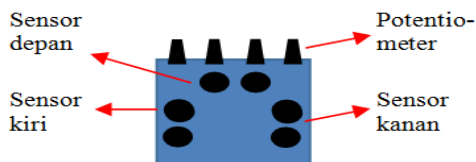
Pada Gambar 1 merupakan alur kepekaan dari sensor dan alarm suara/getaran yang digunakan. Pada jarak tertentu jika ada obyek yang berada di depan, di kanan atau di kiri, maka alarm suara akan memberitahukan jarak dari obyek disertai getaran, begitupun saat Smartstick menyentuh air, maka sensor air akan berkerja, alarm suara akan berbunyi dan timbul getaran.

2.2 Blok Diagram



Gambar 2. Blok Diagram Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

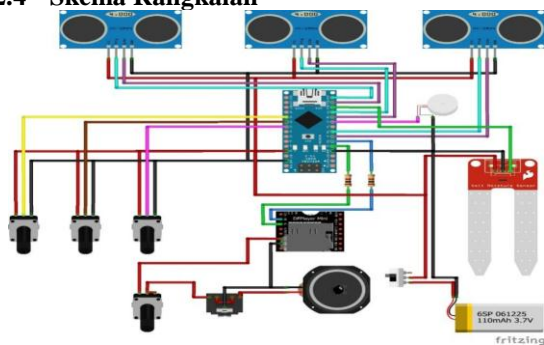
2.3 Desain Produk



Gambar 3. Desain Produk Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Alat ini yang akan dipasang di Smartstick (tongkat Tunanetra), yang dilengkapi dengan sensor 3 mode yaitu sensor depan, kanan dan kiri, serta sensor air dengan output alarm suara sebagai peringatan dan getaran.

2.4 Skema Rangkaian



Gambar 4. Skema Rangkaian Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Skema Rangkaian Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi Tunanetra. dari input baterai 110 mAh 3,7 V masuk ke saklar on-off untuk menyalakan operasional Arduino nano. Kemudian sensor ultrasonik akan mendeteksi benda atau manusia yang berada didepan, dikanan dan kiri, ataupun air yang berada dibawah tongkat, selanjutnya akan diproses oleh Arduino nano, dan akan timbul suara peringatan.

2.5 GPS Tracker mini

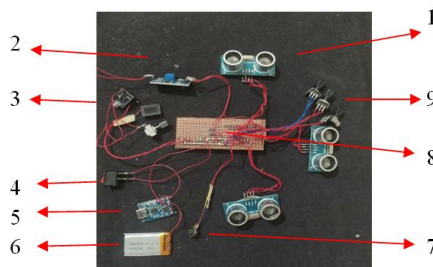
Global Positioning System (GPS) Tracker Mini adalah sistem navigasi berbasis satelit yang berfungsi dalam segala kondisi cuaca, selama 24 jam sehari. Alat ini merupakan alat tambahan dan terpisah dari rangkaian elektronik Smartstick. Kemudian untuk pemasangan GPS tracker mini, hanya digantungkan di Smartstick, tujuannya adalah untuk memantau jika Smartstick tersebut diambil oleh orang lain

3. PEMBAHASAN

Sebagai tahap akhir adalah pengujian dan analisa dari setiap rangkaian yang telah dibuat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui fungsi kerja dari masing-masing alat, sehingga bila terjadi kerusakan, maka dapat segera diketahui dan dilakukan perbaikan untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik.

3.1 Hasil Produk

Smartstick/tongkat bantu bagi Tunanetra ini dapat juga digunakan oleh masyarakat yang menyandang penglihatan kurang sempurna. Penggunaan Smartstick ini cukup mudah karena tidak merubah bentuk asli dari tongkat sebelumnya, hanya saja dilakukan penambahan sensor untuk mendeteksi benda yang ada didepan, dikanan, dikiri, dan juga air.



Gambar 5. Komponen elektronik dari Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Komponen yang digunakan :

1. Sensor ultra sonik
2. Sensor air
3. Jack headset
4. Tombol on/off
5. Arduino nano
6. Baterai 500 mAh
7. Buzzer

8. PCB
9. Potensio meter

3.2 Pengujian Jarak dan kalibrasi potensiometer



Gambar 6. Pengujian jarak pada Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

| NO | JARAK (M) | ALARM SUARA | BUZZER | CATATAN |
|-----|-----------|-------------------------------|----------|------------|
| 1. | 0,4 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 2. | 0,8 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 3. | 1,2 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 4. | 1,6 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 5. | 2,0 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 6. | 2,4 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 7. | 2,8 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 8. | 3,2 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 9. | 3,6 | Ada Selisih 3 cm - 5 cm | Bergetar | Terdeteksi |
| 10. | 4,0 | Ada Selisih 3 cm - 5 cm | Bergetar | Terdeteksi |

Gambar 7. Pengujian jarak dan kalibrasi Potensio meter

Pada Gambar 6 di atas ditunjukkan hasil pengujian sensor alat ke tembok rumah pada jarak 0,4 meter sampai dengan 4,0 m, pengujian dilakukan pada ruangan terbuka serta ditunjukkan potensiometer bisa diputar pada posisi 120° , Maksimum potensiometer bisa diputar hingga posisi 180° , dan ditunjukkan bahwa titik terjauh deteksi sensor jarak adalah 4 meter. Pada pengujian no. 9 dan no. 10 keakuratan sensor melemah dan tidak tepat pada penunjukkan ukuran jarak dalam cm, terkadang akurasi sensor bisa kelebihan jarak antara 3 cm – 5 cm, tergantung pada kemiringan benda yang berada didepan sensor, sehingga bisa disimpulkan bahwa akurasi jarak sensor pada alat tersebut adalah 95%.

Untuk membedakan getaran pada sensor depan, kanan dan kiri, maka dapat diinformasikan bahwa

pada saat sensor depan mendeteksi obyek, maka ada suara pemberitahuan jarak obyek dari depan dan getaran sebanyak 1 kali. Kemudian untuk sensor kanan saat mendeteksi obyek dari sebelah kanan, akan ada suara pemberitahuan jarak obyek dari kanan dan getaran sebanyak 2 kali. Terakhir untuk sensor kiri saat mendeteksi obyek dari sebelah kiri, maka akan ada suara pemberitahuan dan getaran sebanyak 3 kali.

3.3 Pengujian sensor air



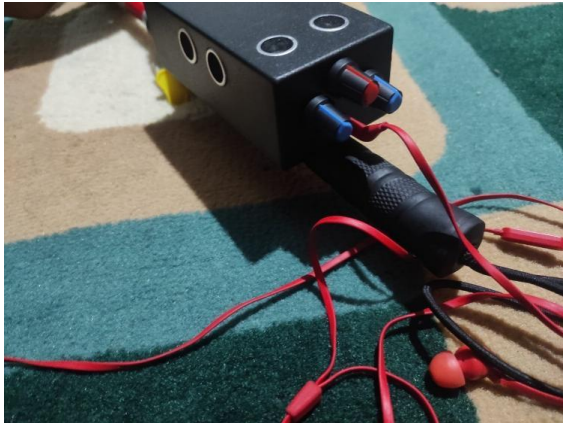
Gambar 8. Pengujian sensor air pada Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Pada Gambar 8 di atas ditunjukkan pengujian sensor air saat Smartstick menyentuh air pada kedalaman dari 0,2 cm sampai dengan 2 cm. Fungsi dari sensor air adalah mengeluarkan suara peringatan serta buzzer yang akan bergetar selama 2 detik, untuk menunjukkan kepada pengguna bahwa didepannya/pada bagian bawah ada selokan atau genangan air.

| NO | KEDALAMAN (CM) | ALARM SUARA | BUZZER | CATATAN |
|----|----------------|-------------|----------|------------|
| 1. | 0,2 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 2. | 0,6 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 3. | 1,0 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 4. | 1,6 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |
| 5. | 2,0 | Ada | Bergetar | Terdeteksi |

Gambar 8. Pengujian sensor air

3.4 Pengujian sistem output suara speaker dan headset

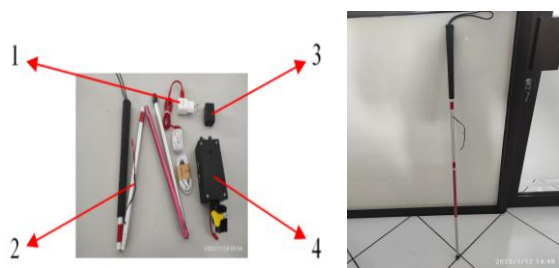


Gambar 9. Pemasangan output headset pada Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Pada Gambar 9 ditunjukkan contoh pemasangan headset untuk output suara, yaitu ditujukan untuk mengetahui output suara bisa keluar secara maksimal atau tidak, kemudian tujuan lain adalah saat pengguna Smartstick berjalan ditempat umum dan menggunakan headset tersebut, maka suara yang keluar bisa terdengar jelas serta tidak mengganggu orang yang ada disekitar pengguna.

Selanjutnya juga ada alasan lain kenapa headset tidak menggunakan bluetooth, hal ini adalah untuk berjaga-jaga jika headset terlepas dari telinga, maka headset masih bisa diraba/dicari oleh pengguna/penyandang Tunanetra. Kemudian jika memakai headset bluetooth, dikhawatirkan saat headset terjatuh/ hilang, maka tidak bisa diraba oleh pengguna Smartstick tersebut.

3.5 Smartstick (tongkat bantu jalan Tunanetra)



Gambar 10. Tongkat bantu sebelum di-upgrade pada Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Keterangan:

1. Charger kotak Smartstick
2. Tongkat/ Smartstick yang dapat dilipat
3. GPS
4. Kotak Smartstick



Gambar 11. Tongkat/Smartstick lengkap dari Aplikasi Arduino pada Smartstick bagi penyandang Tunanetra

Saat digunakan untuk berjalan, Smartstick ini sama seperti tongkat Tunanetra pada umumnya, namun sudah ditambahkan 3 buah sensor untuk 3 mode yaitu sensor depan, sensor kanan dan sensor kiri, sedangkan dibagian bawah Smartstick terdapat sensor air, semua sensor itu dengan output berupa suara peringatan dan getaran, sehingga diharapkan akan memudahkan bagi pengguna/penyandang Tunanetra untuk melakukan aktivitasnya saat berjalan kaki.

Penggunaan Smartstick :

- 1) Untuk menggunakan Smartstick, cara pertama adalah menyalakan tombol on/off yang ada pada bagian kanan alat.
- 2) Sensor jarak Smartstick ini bisa menjangkau benda/obyek yang berada di depan, di kanan dan di kiri yang jaraknya mencapai 4 meter, juga sensor air, dengan output suara yang bisa didengar melalui headset.
- 3) Akurasi pada setiap sensor jarak pada ukuran 4 m hanya dapat memberikan informasi ketepatan ukuran jarak 95%, namun hal ini dirasakan sudah cukup bagus untuk sensor ultrasonik semacam ini.
- 4) Potensiometer pada alat ini bisa diputar hingga 180° . Jika potensiometer diputar penuh, maka jarak yang akan dapat dijangkau oleh sensor adalah sejauh 4 meter. Namun jika jarak jangkauan dibuat lebih dari 4 meter, maka kekuatan sensor akan melemah.
- 5) Smartstick ini menggunakan buzzer untuk setiap peringatan yang keluar dari sensor, jadi setiap kali sensor mendeteksi suatu obyek, maka bukan hanya peringatan/suara pemberitahuan saja yang keluar melainkan juga ada getaran yang keluar.
- 6) Setiap kali sensor dapat mendeteksi obyek, maka akan ditunjukkan lewat tanda getaran yaitu pertama sensor depan dengan getaran sebanyak 1 kali, kedua sensor kanan sebanyak 2 kali dan

ketiga sensor kiri sebanyak 3 kali. Sedangkan untuk sensor air, jika ujung tongkat menyentuh air pada kedalaman 0,2 cm, maka alat akan bergetar selama 2 detik.

- 7) Selain output suara keras dari speaker, alat ini juga dilengkapi output suara headset, melalui potensiometer volume headset dapat diatur, sehingga orang disekitar pengguna Smartstick ini tidak akan terganggu oleh suara yg ditimbulkan oleh speaker.
- 8) Smartstick ini bekerja dengan tenaga baterai sebesar 1500 mAh dengan 5 Ampere untuk daya baterai tersebut, yang bisa digunakan selama 24 jam dengan melakukan penge-charge-an 2 kali dalam sehari.
- 9) Alat ini juga dilengkapi kabel charge type C dengan kekuatan daya charge 5 volt dan memang belum didukung dengan fast charger.
- 10) Untuk mengetahui jika baterai Smartstick akan habis, maka akan bisa dikenal melalui suara yang melemah dan getaran pada alat tidak terasa keras.

3.5 Wawancara dengan penyandang Tunanetra

Untuk memastikan bahwa Smartstick ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan awal, maka alat ini telah diuji-cobakan pada 3 orang Penyandang Tunanetra, serta ditanyakan mengenai kesan mereka setelah menggunakan Smartstick ini. Rata-rata mereka menjawab Ya pada Gambar Tabel pertanyaan dibawah ini.

| NO | PERTANYAAN | YA | TIDAK |
|----|--|----|-------|
| 1. | Apakah Smartstick (tongkat) ini membantu lebih baik dari pada tongkat yang biasa ? | √ | -- |
| 2. | Apakah Smartstick (tongkat) ini mempermudah anda saat berjalan ? | √ | -- |
| 3. | Apakah anda bisa memahami pemberitahuan jarak lewat suara pada Smartstick (tongkat) ini? | √ | -- |
| 4. | Apakah Smartstick (tongkat) ini dapat membantu anda untuk mengetahui jika ada genangan air didepan anda? | √ | -- |
| 5. | Apakah Smartstick (tongkat) ini bisa membantu keamanan anda saat berjalan? | √ | -- |

Gambar 12. Hasil wawancara dengan Penyandang Tunanetra

Penggunaan uji-coba / wawancara ditunjukkan untuk mengetahui hasil produk berupa Smartstick (tongkat berbasis sensor) ini dapat dengan mudah dipahami pemakaiannya oleh pengguna khususnya yaitu penyandang Tunanetra di jalan raya. Dari hasilnya bisa kita lihat bahwa wawancara dengan mereka, yaitu hampir 90% Tunanetra dapat memahami dan menjalankan cara kerja dari Smartstick (tongkat) ini.

4. PENUTUP

4.1. KESIMPULAN

Dari penelitian, pengujian dan analisa Aplikasi Arduino Pada Smartstick Bagi penyandang Tunanetra dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Smartstick ini menggunakan Arduino nano yang ukurannya lebih kecil, sehingga tongkat terlihat lebih ringkas dan tidak berat.
2. Smartstick dilengkapi dengan 3 buah sensor HC-SR04 (depan, kanan dan kiri). Dan jarak efektif dari sensor HC-SR04 adalah sekitar 3 meter, sedangkan jika digunakan pada jarak 4 – 5 meter, maka keakuratannya akan menurun hingga 90%.
3. Pada Smartstick terdapat headset yang bisa diatur volumenya, sehingga penyandang Tunanetra bisa mendengar alarm suara peringatan dan juga informasi seberapa jauh keberadaan halangan/obyek tersebut dari pengguna (dalam meter atau cm).
4. Smartstick dilengkapi dengan sensor air dan vibrator getar, sehingga saat sensor ultra sonic ataupun sensor air mendeteksi suatu obyek, maka akan timbul output getaran yang berbeda.
5. Smartstick dilengkapi dengan GPS, fungsi dari GPS yang terpisah dari sistem rangkaian elektronik Smartstick adalah untuk memantau jika Smartstick tersebut diambil orang lain.
6. Smartstick juga bisa dilipat, sehingga akan memudahkan bagi penyandang Tunanetra untuk membawa Smartstick tersebut saat naik kendaraan umum ataupun sepeda motor.

4.2 SARAN

Adapun saran yang bisa disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Alat Smartstick bagi penyandang Tunanetra berbasis sensor ini, bisa ditingkatkan akurasi jaraknya hingga 100%.
2. Smartstick ini dapat lebih dikembangkan lagi dengan cara ditambahkan sensor yang lainnya.
3. Untuk pemakaian Smartstick kedepannya, diharapkan akan bisa lebih mudah lagi dengan penggunaan bahan yang lebih sederhana.

REFERENSI

- Agung, Nugroho Adi. 2010. Mekatronika (Edisi Pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arindya, Radita. 2012. Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro, 6(2), 1–8.
- Akbar, S. 2013. Instrumen Perangkat Pembelajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. Belajar

- Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: Gava Media.
- Budiharto, Widodo. 2008. Panduan Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16. Jakarta: Elex Media Komputindo Eko, 2011.
- Daniel P. Hallahan, James M. Kauffman & Paige C. Pullen. 2009. *Exceptional Learners an Introduction to Special Education*. USA: Pearson
- Faruk, Zainal. Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Tunanetra Dengan Tongkat Cerdas Berbasis Arduino. Malang : Teknik Elektro S1(Skripsi) ITN. 2019.
- Fergiyawan, V. A., Andryana, S., & Darusalam, U. (2018). Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 1(10), 55– 60.
- Hadianti Ramadhani, 2017, Siaran Pers : Peran Strategis Pertuni Dalam Memberdayakan Tunanetra Di Indonesia (Maret 2017), Humas DPP Pertuni.
- Hammim Rizqon Rosyadi, Andie, Fauzi Yusa Rahman, (2019), Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan GPS Berbasis Mikrokontroller, Universitas Islam Kalimantan.
- Junaidi, & Prabowo, Y. D. (2018). Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino, CV Anugrah Utama Raharja.
- Kadir, Abdul. 2012. "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontoler dan Pemograman Menggunakan Arduino". Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Koval, L., Vaňuš, J., & Bilik, P. (2016). Distance Measuring by Ultrasonic Sensor. *IFAC*.
- Mohit Bansal, 2014, Effect of Auditory Aid in Improving Oral Hygiene among Visually Impaired Children in Chandigarh City, India - A Longitudinal Study, *OHDM - Vol. 13 - No. 4 - December, 2014*, Oral Health Sciences Center, Post Graduate Institute of Medical Education and Research, Chandigarh, India
- Rahmita Nurul Muthmainnah. 2015, Pemahaman Siswa Tunanetra (Buta Total Sejak Lahir Dan Sejak Waktu Tertentu) Terhadap Bangun Datar Segitiga. *Fibonacci, Jurnal Pendidikan Matematika & Matematika*, Volime 1 Nomor 1, Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Santoso, H. (2015). Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. Penelitian kualitatif dan kuantitatif.
- Saksono. 2014. Podcast Sebagai Sumber Belajar Berbasis Audio. *Jurnal Teknodik* (2014).
- Santoso, Hari. 2015. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. Institut Teknologi Bbandung (ITB).
- Tirta, Susanto, & Atika. 2013. Pengembangan alat peraga Matematika Berbasis Audio pada Pokok Bahasan Keliling dan Luas Segitiga untuk Siswa Tunanetra SLB TPA Jember. *Universitas Jember: Kadikma*, 4(1): 103- 114.
- Wardani, IG. A. K, dkk. 2009. Pengantar Pendidikan Luar Biasa, serta tes kekurangan pada indra pendengaran, penglihatan dan perabaan, Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.
- Yulia Limowa, 2020, Karakteristik Pasien Penderita Low Vison Pada Anak Di Rumah Sakit Hasanuddin Tahun 2015-2019, Skripsi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.