

HANDSIGHT : HAND-MOUNTED DEVICE UNTUK MEMBANTU TUNANETRA BERBASIS ULTRASONIK DAN ARDUINO

Eko Setyo P.¹⁾, Adian Fatchur Rochim²⁾, Eko Didik Widiyanto²⁾

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

ekosetyopurnomo@gmail.com

Abstract— Generally, blind people use a cane to know the distance around them. A cane was normally use when they walk outdoors, but if the cane used in indoors; it is not used because of fear of damaging the goods-glassware. Another disadvantage of the stick was usually used just to feel the objects / obstacles below the blinds, and other obstacles such as cars or trucks, which often not detected by the cane. Blind people also have constraints to determine the distance of nearby objects, such as people to talk to, etc.

The main component of the system is sensor HC-SR04 used to scan the surrounding area by emitting ultrasonic waves. Echoes from objects were use as an input to microcontroller, and then it used to determine the direction and the distance of objects around the blinds using the servo arm movement and buzzer sound. The design of the device utilizes the theory of sound waves velocity in the air, and it was carried out in several steps. The first step is making the hardware device, which uses sensor HC-SR04, micro servo Tower Pro, and power supply of nine Volt battery.

The test result shows that the system is able to detect objects with a range of 60 degrees. The design of the device was valuable because it is wearable which can be attached to the back of the hands. Conceptually, the device has met the basic criteria that detect objects and give feedback to the user. Some things that can be improved are power supply and increasing device responsibility so it is able to read distance and give feedback more accurately and more quickly.

Keywords: *blind, microcontroller, proximity sensor, ultrasonic*

I. PENDAHULUAN

Tunanetra atau kebutaan adalah istilah umum yang digunakan untuk seseorang yang mengalami gangguan atau hambatan dalam indra penglihatan. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan 2011, jumlah penderita kebutaan mencapai 1,5 persen atau 2 juta orang dari total penduduk Indonesia. Angka satu persen itu tercatat sebagai angka tertinggi di negara ASEAN. Angka tersebut lebih tinggi dibanding Bangladesh (1%), India (0.7%), dan Thailand (0.3%) dari total jumlah penduduknya. Berdasarkan data WHO tahun 2010, penyakit kebutaan di Indonesia menempati posisi

kedua di dunia. Dari data 45 juta penduduk dunia yang buta, 2,5 juta adalah warga Indonesia.

Saat ini penyandang tunanetra umumnya menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat putih atau anjing terlatih untuk membantu pergerakan dan meningkatkan keamanan dan kemandirian pada saat berjalan. Dengan mempunyai informasi yang cukup terhadap jalur perjalanan yang akan di lewati penyandang tunanetra dapat lebih nyaman untuk bernavigasi pada lingkungan yang belum dikenal.^[1] Tongkat biasanya digunakan jika berjalan diluar ruangan, tetapi jika didalam ruangan tongkat tidak dipakai karena takut merusak barang-barang pecah belah. Kekurangan lain dari tongkat yaitu biasanya hanya untuk meraba benda-benda/halangan yang berada dibawah, dan halangan seperti mobil/truk sering tidak terdeteksi oleh tongkat. Penyandang tunanetra juga mengalami kendala untuk menentukan jarak obyek yang ada disekitarnya, misalnya teman yang diajak bicara, dll.^[12]

Kemajuan di bidang teknologi memungkinkan pembuatan suatu alat menggunakan gelombang ultrasonic. Gelombang ultrasonic ini dipancarkan dan sinyal yang mengenai suatu objek sebagian dipantulkan kembali. Sinyal pantul diterima oleh penerima untuk kemudian diolah oleh mikrokontroler. Mikrokontroler tersebut mengontrol dan mengolahnya, sehingga dapat dihasilkan suatu informasi tentang keberadaan obyek tersebut sekaligus mengukur jarak.

II. DASAR TEORI

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan diantaranya jurnal yang ditulis oleh Sankar Kumar S, Abarna J, Lavanya G, Nithya Laskhmi S (2013) dengan judul “Embedded Glove To Aid The Visually Impaired” membahas tentang model dari Embedded Glove, sistem taktil berupa mekanisme getaran yang dipasang pada tangan memberikan timbal balik berupa Sound And Ranging (SONAR), sebuah sistem yang data digunakan untuk menghindari halangan, berupa peringatan melalui getaran motor untuk penderita kelainan penglihatan yang mengalami kesulitan melakukan perjalanan baik di dalam maupun di luar ruangan.

Prototipe robot pengikut garis berbasis mikrokontroler AVR-ATMega328 dan board modul Arduino Uno R2 berhasil dibuat, dan diperoleh hasil bahwa robot mudah digunakan dan dapat memberi petunjuk tentang jalur yang dilalui dengan jelas. Akan tetapi, prototipe robot ini masih memiliki kekurangan

pada proses kepekaan penyensoran garis yang masih bergantung kepada daya yang dimiliki baterai sehingga jika daya pada baterai melemah maka kepekaan sensor berkurang.

Purwarupa dengan memanfaatkan kompas digital, sensor ultrasonik, dan sensor suara sebagai penunjuk arah serta deteksi jarak untuk tunanetra dengan *output* suara berbasis mikrokontroler. Alat tersebut dapat bekerja dengan baik dengan ketelitian penunjuk arah 96,35% dan pendeteksi jarak sebesar 98,08%.^[10].

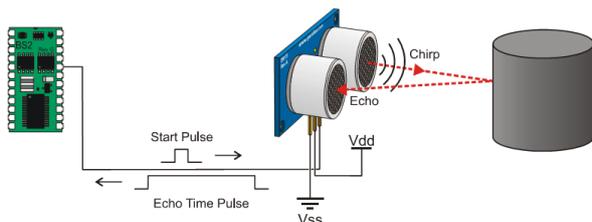
Jurnal yang ditulis oleh Andrea Sarino, Michela Bassolino, Alessandro Farne dan Elisabetta Ladavas (2007) dengan judul “Extended Multisensory Space in Blind Cane Users” membahas tentang perancangan tongkat tuna netra yang digunakan untuk mobilitas tunanetra dalam kesehariannya dengan menggunakan teknologi sensor. Tongkat dibuat dengan tenaga baterai yang dapat memperingatkan pengguna tentang kendala yang dihadapi tunanetra tanpa harus menunggu efek ujung tongkat yang bersentuhan dengan objek.

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen, diantaranya Arduino Mini Pro yaitu papan sirkuit mikrokontroler yang menggunakan Atmel ATmega328. Papan sirkuit ini didesain sedemikian rupa sehingga memberikan ukuran papan sirkuit yang relatif kecil untuk dapat digunakan pada berbagai macam pengembangan. Ada dua versi Mini Pro, yaitu yang berjalan pada 3,3 Volt dengan clock speed 8Mhz, dan berjalan pada 5 Volt dengan clock 16Mhz. Bentuk dari Arduino Mini Pro seperti Gambar 1:



Gambar 1 Arduino Mini Pro

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.^[3] Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur jarak benda yang ada terdeteksi. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.

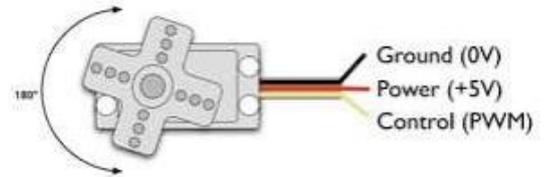


Gambar 2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

$$\text{Jarak} = (\text{Lebar Pulsa} / 29.034\mu\text{S}) / 2(\text{dalam cm}),$$

$$\text{Jarak} = (\text{Lebar Pulsa} \times 0.034442) / 2(\text{dalam cm}),$$

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.



Gambar 3 Bagian utama servo motor

Pulsa yang dikirim ke servo berkisar antara :
 Minimum : 1 ms, menyatakan 0° sudut putaran
 Maksimum : 2 ms, menyatakan 180° sudut putaran

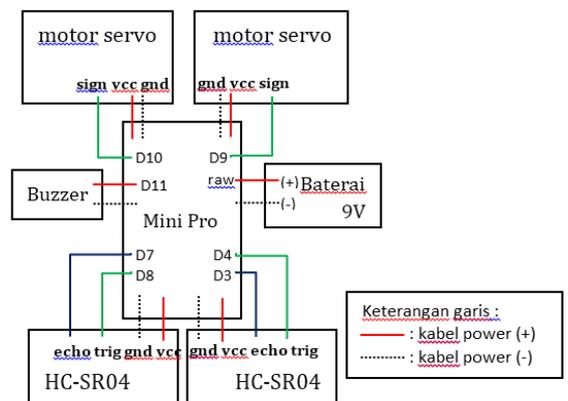
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik dengan memanfaatkan perubahan nilai sinyal yang menggerakkan diafragma dan menghasilkan getaran suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

III PERANCANGAN SISTEM

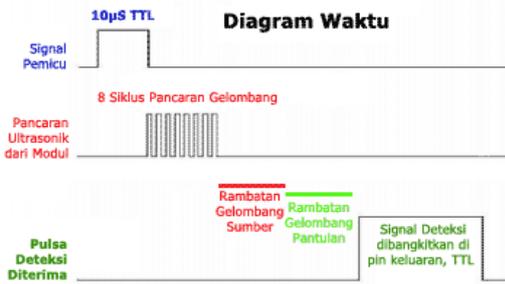
Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Arduino Mini Pro, sebagai mikrokontroler berbasis Atmega 328 16 MHz dengan daya operasional 5 Volt.
2. Sepasang sensor HC-SR04, untuk mengukur jarak
3. Sepasang motor Tower Pro servo 9g SG9, sebagai penggerak lengan servo
4. Baterai 9 Volt sebagai sumber daya utama sistem
5. Mini buzzer, membangkitkan suara pemberitahuan

Perancangan sistem secara garis besar terbagi menjadi tiga bagian yaitu perangkat sensor input, perangkat pengolah data dan perangkat output. Diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Blok Sistem



Gambar 5 Diagram Waktu HC-SR04

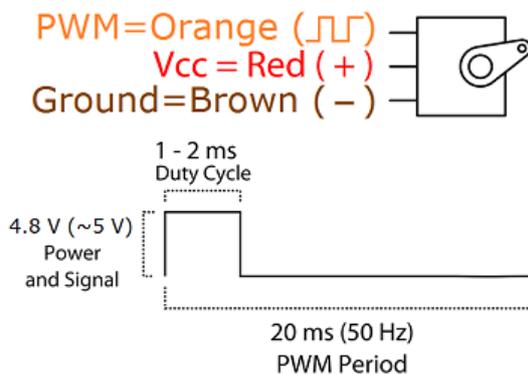
Senor ultrasonik yang digunakan adalah jenis sensor HC-SR04, yang merupakan sensor ultrasonic dengan kemampuan yang memadai dan terbilang harganya terjangkau. Sensor ini dapat mendeteksi jarak 2cm hingga 400cm, dengan akurasi yang dapat dicapai sebesar 3mm^[2].

Arduino Mini Pro 328p, tegangan kerja sebesar 5 Volt, dan berbasis mikrokontroler ATmega328 dengan ukurannya yang cukup kecil untuk rekayasa perangkat keras. Sumber daya mikrokontroler menggunakan baterai 9 Volt yang diregulasi menjadi 5 Volt oleh Mini Pro melalui pin RAW.

Tabel 1 Koneksi pin Arduino

Koneksi pin pada arduino	
RAW	: kutub positif (+) baterai 9 Volt.
GND	: ground (-) baterai, ground servo dan sensor
VCC	: +5V sensor dan pin motor servo
D7	: echo sensor kanan
D8	: trigger sensor kanan
D3	: echo sensor kiri
D4	: trigger sensor kiri
D10	: signal servo kanan.
D9	: signal servo kiri.
D11	: pin positif mini buzzer

Motor servo yang digunakan adalah Tower Pro micro servo 9g SG90. Servo ini dapat berotasi sekitar 180 derajat (90 ke kanan dan ke kiri), dan bekerja seperti jenis standar lainnya tapi berukuran kecil. Secara umum kecepatan kerja pada tegangan 4,8 VDC adalah 0,5 detik / 60 derajat, dan tegangan kerja yang dibutuhkan 4 - 7,2 Volt.



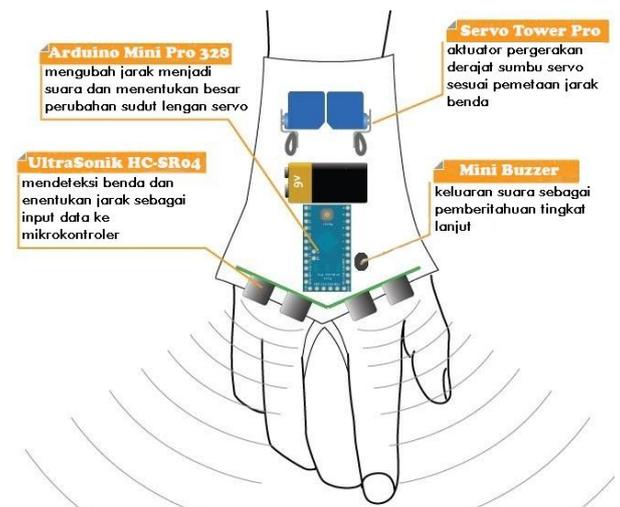
Gambar 6 PWM dan koneksi motor servo

Mini Buzzer digunakan untuk menghasilkan suara dengan memanfaatkan fungsi tone pada pemrograman arduino. Dengan catu daya bertegangan 5 Volt DC dan mengkonsumsi arus sekitar 30 mA.

Frekuensi resonansi buzzer ini berkisar sekitar 2200 Hz dengan variasi sekitar ± 300 Hz, tingkat kekerasan suara (tepatnya SPL, *Sound Pressure Level*) sekitar 85 dB. Nada yang dihasilkan bersifat berkesinambungan (*continuous tone*).

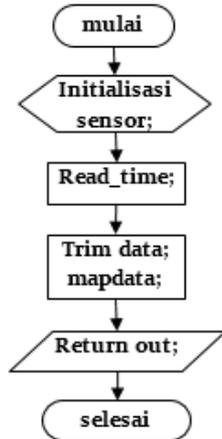
Secara umum alat bantu jalan ini terdiri dari dua bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Sistem tersebut menyediakan keluaran berupa gerakan dan suara untuk mempermudah penyandang tuna netra untuk melakukan aktifitas.

Arduino yang terpasang menghitung jarak tangan pengguna dengan bantuan sensor ultrasonik yang dijadikan keluaran berupa derajat oleh mikro servo. Besar kecilnya derajat sumbu servo menyesuaikan dengan ada tidaknya halangan dan juga jarak antar benda dengan pengguna. Selain itu untuk meningkatkan keawasan, pada jarak dekat buzzer aktif untuk meningkatkan keawasan kepada pengguna.



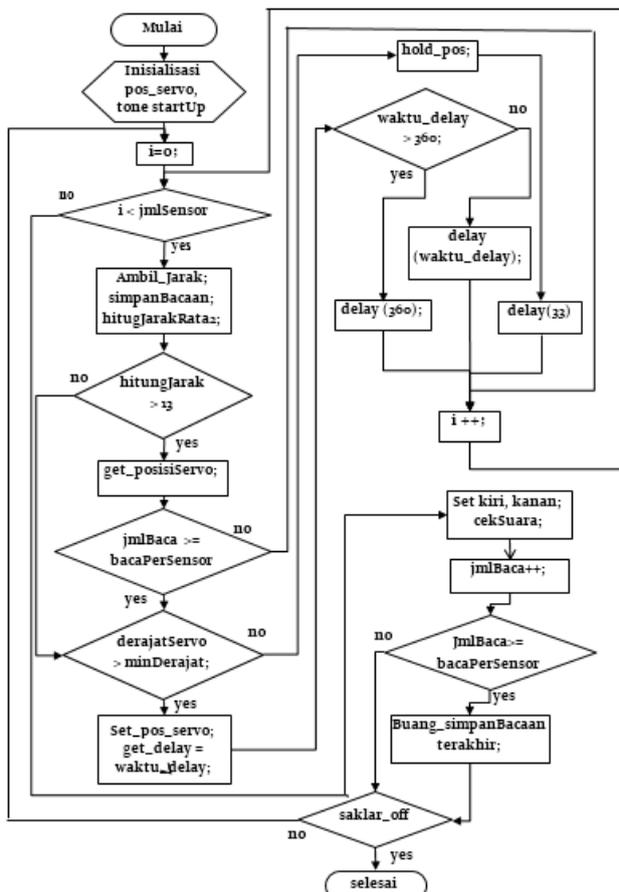
Gambar 7 Penampakan desain alat saat dipakai

Cara kerja berdasar diagram alir sistem seperti pada Gambar 9 adalah saat program pertama kali dijalankan Arduino membunyikan buzzer tanda sistem *startup*, kemudian melakukan inialisasi kedudukan servo dan menggerakkan sumbunya secara penuh sejauh jangkauan yang diatur sehingga dapat diketahui bahwa kedua servo berfungsi dengan normal.



Gambar 8 Diagram alir fungsi ambilJarak

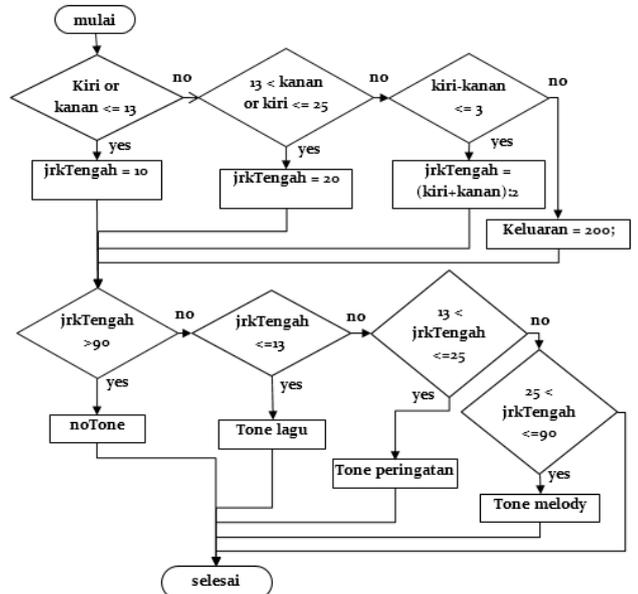
Untuk masing-masing sensor, jarak didapat dari output sensor ultrasonic HC-SR04 dengan memanggil fungsi AmbilJarak, dan kemudian dicari jarak rerata dari beberapa hasil output masing-masing sensor menggunakan fungsi HitungJarakRata2



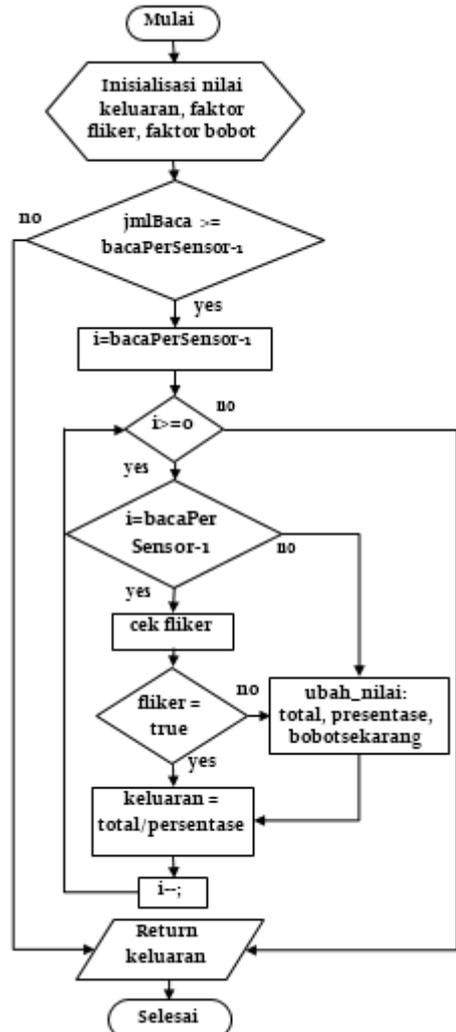
Gambar 9 Bagan alir kerja sistem

Tiap sensor diatur untuk melakukan pembacaan sebanyak 5 kali, dan sebelum jumlah pembacaan yang masuk belum memenuhi kriteria, posisi sumbu servo dibiarkan hingga jumlah data masukan yang diinginkan terpenuhi. Fungsi cekSuara pada dasarnya hanya perintah dasar yang mengaktifkan mini buzzer dengan

membunyikan nada yang telah diatur sesuai jarak benda.



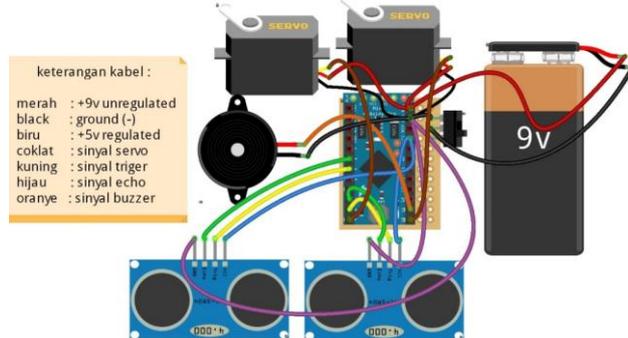
Gambar 10 Diagram alir fungsi cekSuara



Gambar 11 Diagram alir fungsi HitungRata2

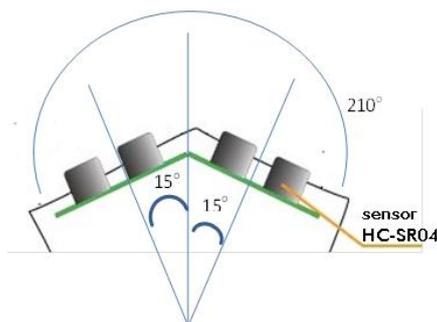
IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi menggunakan PCB *perf board* dan *header konektor* dengan ukuran 1x12 untuk memasang Mini Pro, seperti terlihat pada Gambar 12.



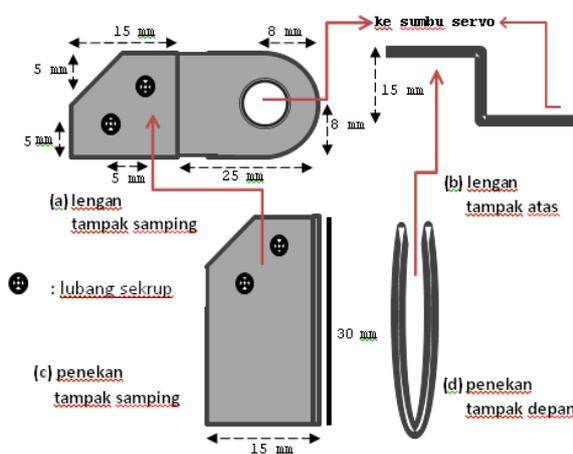
Gambar 12 Rangkaian perancangan perkabelan

Sensor dipasang berjejer dengan membentuk sudut sekitar 210°. Diharapkan dengan posisi tersebut dapat memberikan jangkauan dan fleksibilitas yang lebih baik dalam mendeteksi benda. Sudut ini didapat dari datasheet sensor menyatakan bahwa jangkauan deteksi efektif HC-SR04 adalah sekitar 15 derajat.



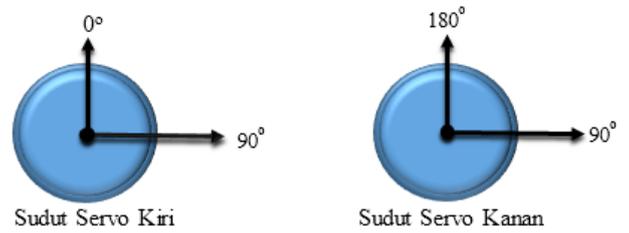
Gambar 13 Sudut antar sensor

Kedua servo motor digabungkan berjejer saling membelakangi dengan *polymorph*. Untuk aktuator servo, digunakan karet yang cukup tebal yang dipasang pada sumbu servo menggunakan lengan berbentuk S, lengan terbuat dari sejenis bahan plastik / akrilik yang dibuat dengan ukuran seperti tertera pada Gambar 14.



Gambar 14 Penyusun lengan servo

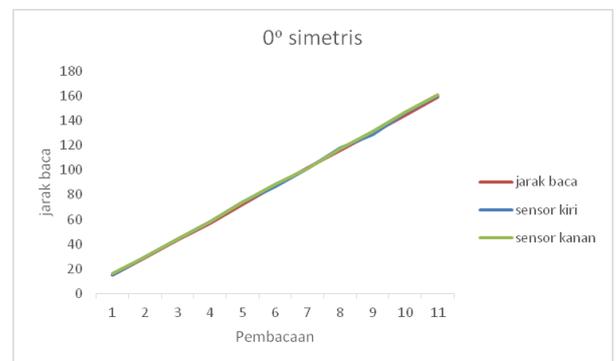
Pengujian kerja sistem dilakukan untuk menunjukkan apakah keseluruhan sistem telah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian ini terdiri atas pengujian terhadap fungsi-fungsi dari sistem.



Gambar 15 Sudut servo kiri dan kanan

Rentang derajat lengan servo kiri adalah 75 hingga 35 derajat, dan lengan kanan memiliki rentang derajat dari 110 hingga 150 derajat. Derajat ini disesuaikan dengan pemasangan lengan yang dipasang pada sumbu servo, dengan rentang gerak sebesar 40 derajat dan antara lengan kanan dan lengan kiri diusahakan memiliki keseimbangan kedudukan.

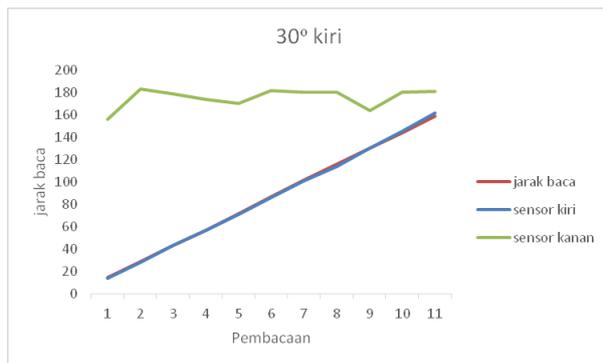
Pengujian sensor dilakukan dengan meletakan benda padat berukuran panjang 26 mm, lebar 76 mm, dan tinggi 50 mm menghadap sumbu simetris alat (posisi antara 2 sensor). Pengukuran dilakukan untuk beberapa sudut ukur yaitu 5, 10, 15, 20, 30 dan sumbu 0 derajat (sumbu tengah / sumbu antara dua buah sensor), dengan jarak ukur meliputi 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 cm.



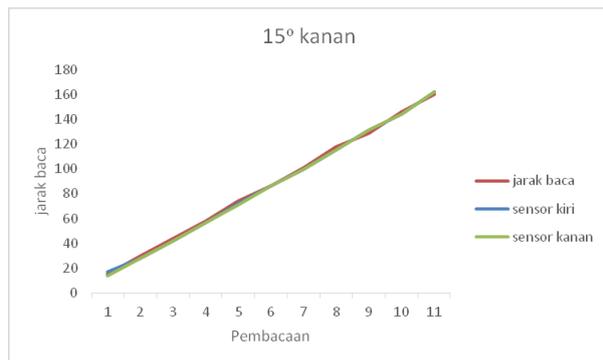
Gambar 16 Pengukuran sudut simetris



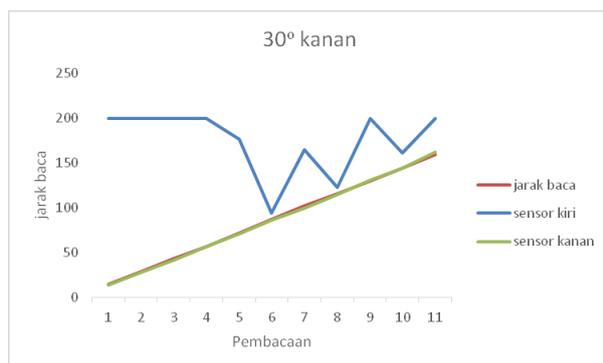
Gambar 17 Pengukuran sudut 15 derajat kiri



Gambar 18 Pengukuran 30 derajat kiri



Gambar 19 Pengukuran 15 derajat kanan

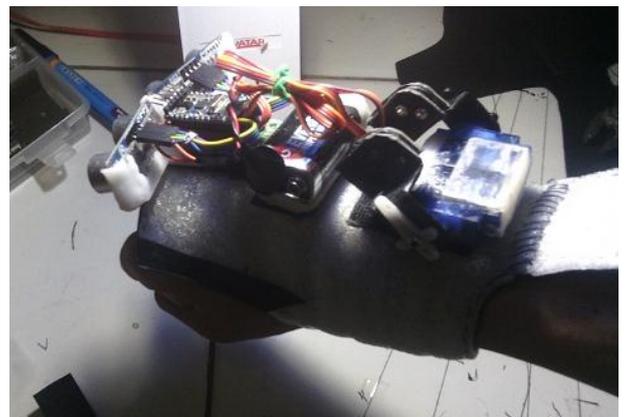


Gambar 20 Pengukuran 30 derajat kanan

Handsight terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sepasang sensor, mikrokontroler dan atuator jarak berupa buzzer dan servo. Dua sensor HC-SR04 dipasang dengan membentuk sudut sekitar 30°, dan berfungsi untuk mendeteksi benda dan mengukur jarak. Penggunaan dua sensor diharapkan dapat memberikan daerah bacaan yang cukup lebar, karena pembacaan efektif dari masing-masing sensor adalah sekitar 15° untuk masing-masing sisi, dengan penggabungan alat dapat membaca benda dengan radius total 60 derajat.

Secara keseluruhan, sistem kurang responsif karena masih menggunakan banyak jeda (*delay*) pada listing program. Hal ini sebenarnya bisa diperbaiki tapi masalah utamanya adalah setiap komponen membutuhkan sumber daya sebesar 5 Volt, sehingga tiap komponen kekurangan daya. Solusi yang dapat dilakukan adalah mengaktifkan setiap komponen secara bergantian. Untuk pembacaan benda yang berada di tengah (persis di depan alat) masih mengalami kekurangan, hal ini berkaitan dengan tingkat akurasi

pembacaan jarak benda dan sudut sebaran sinyal pantul dari masing-masing sensor.



Gambar 21 Penampakan alat

Alat sudah sesuai dengan desain awal dan dari hasil percobaan data disimpulkan bahwa *handsight* dapat membantu pengguna untuk menghindari halangan yang ada di depan dan dapat juga digunakan untuk menemukan benda yang terdapat pada meja atau lantai. Alat ini memiliki nilai efisiensi karena dibuat dengan menggunakan bahan yang cukup ekonomis dan memiliki nilai efisiensi terbukti dengan memaiki alat ini, tangan pengguna masih dapat digunakan untuk melakukan hal-hal lain seperti makan dan minum, tanpa harus melepaskan alat terlebih dahulu.

Kekurangan alat selain masalah daya dan responsifitas, yaitu pada buzzer yang bersuara ketika ada benda persisi di depan alat atau bejarak kurang dari 13 cm. hal ini dapat diatasi dengan menghadapkan alat ke atas sehingga suara yang dihasilkan dapat berkurang.

Peningkatan yang dapat dilakukan diantaranya memperkecil ukuran alat, memanfaatkan sensor sonar dengan ukuran lebih ringkas, dan menggunakan satu buah servo saja. Hasil akhir yang dicapai dari desain pembuatan alat bantu tunanetra dengan harga cukup terjangkau, terbukti berhasil dan dapat dimanfaatkan untuk beberapa kondisi.

V PENUTUP

Dari hasil pengujian dan analisis sistem pendeteksi halangan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. *Handsight* mampu memindai benda di depan alat dengan lebar 60 derajat dan jarak hingga 165 cm.

2. Sistem cukup responsif dalam hal kecepatan pemrosesan data dan penyampaian kepada pengguna, yaitu kurang dari 0,5 detik.
3. *Handsight* terbukti lebih efektif dalam pemakaian dibanding dengan alat bantu seperti tongkat, tanpa mengurangi fungsi tangan untuk keperluan lainnya.
4. Purwarupa ini dapat mendeteksi semua benda yang masih memantulkan suara walaupun lemah, terkecuali untuk busa, benda dalam kecepatan tinggi dan benda lain yang meredam suara.
5. Sensitifitas deteksi dari alat tergantung dari besar sudut yang dibentuk oleh sensor dengan bidang pantul (objek).
6. Jarak antar lengan servo yang terlalu dekat, membuat gerakan servo kurang terasa.

Berdasarkan apa yang telah dilakukan dan didapatkan, menghasilkan beberapa saran seperti :

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap bentuk sistem yang lebih efisien ataupun efektif baik dalam ukuran maupun kenyamanan.
2. Penambahan fitur seperti fitur pengisi baterai, pemanfaatan sensor yang lebih akurat, ataupun pemanfaatan aktuator lainnya.
3. Pembuatan wadah menggunakan hasil print 3D dan dibuat ringkas mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Datasheet SG90 Micro Servo Motor
- [2] Datasheet Ultrasonic ranging module : HC-SR04, version 2, www.itreadstudio.com, 2010
- [3] <http://mikrokontrolerjakarta.wordpress.com/> Prinsip Kerja Rangkaian Sensor Ultrasonik, diakses Juli 2014
- [4] Kelly, Nathan, "A Guide to Ultrasonic Sensor Set Up and Testing, Instructions, Limitations, and Sample Applications, Application Note, Michigan State University
- [5] Kumasrs, Sankar.att all, "Embedded Glove To Aid The Visually Impaired", International Journal of Electrical and Data Communication, ISSN (p): 2320-2084, 2013
- [6] Muhammad, G.P.N, Prototipe Robot Line Follower untuk Tunanetra Berbasis Mikrokontroler AVR-ATmega328 dengan Board Modul Arduino Uno R2, Skripsi S-1, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2012
- [7] Nasution, N.F., Perancangan Alat Bantu Pengukur Jarak Bagi Penyandang Tuna Netra dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AT89S51, Tugas Akhir D-3, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2008
- [8] Nugroho, Anung Budi, Perancangan Tongkat Tuna Netra Menggunakan Teknologi Sensor Ultrasonik Untuk Membantu Kewaspadaan Dan Mobilitas Tuna Netra, Skripsi S-1, Universitas Sebelas Maret, 2011
- [9] R. Velázquez, Wearable Assistive Devices for the Blind, Universidad Panamericana, Aguascalientes, Mexico, 2010
- [10] Rahayu, Titik Muji, Perancangan Dan Pembuatan Penunjuk Arah Serta Deteksi Jarak Benda Untuk Tunanetra Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler, Skripsi S-1, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2010
- [11] Ram, Sunita, Sharf, Jennie. "The People Sensor: A Mobility Aid for the Visually Impaired", Paper On IEEE International Symposium, p. 166, Second International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98), 1998.
- [12] Subandi, "Alat Bantu Mobilitas untuk Tuna Netra Berbasis Elektronik", Jurnal Teknologi, Volume 2 Nomor 1, 29-39, 20
- [13] ---, voaindonesia.com/content/angka-kebutaan-tinggi-indonesia-bentuk-asosiasi-dr-mata-/2479486.html, diakses November 2014
- [14] ---, www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html, diakses November 2014