

Rompi Penyedia Informasi bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Multisensor HC-SR04

Eko Didik Widiyanto*, M Ikhsan, dan Agung Budi Prasetyo

Departemen Teknik Komputer, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia

*Corresponding author. Email: didik@live.undip.ac.id

Abstract— Various electronic travel aids for people having visual impairment have been developed based on ultrasonic object detection employing the HC-SR04 ultrasonic proximity sensor. However, most of them do not consider blind spots where harmful objects cannot be detected. This study discusses the development of a vest that can detect objects in front of the blinds more widely and provide sound alert if an object in front is detected. This detector was developed based on an Arduino Uno equipped with five HC-SR04 ultrasonic sensors, and a mini DFPlayer module. In addition, blind area analysis of sensor detection is carried out to overcome objects that are not detected by similar studies. Horizontally, this travel vest sweeps objects up to 150 cm in distance with a 25° right or left angle deviation from forward direction. Vertically, object detection reaches up to 150 cm in distance with both upward and downward deviation of 30° from the vest.

Keywords— electronic travel aids, Arduino Uno, mini DFPlayer module, HC-SR04 ultrasonic sensor performance

Abstrak— Beragam alat bantu jalan untuk penyandang tunanetra telah dikembangkan berdasarkan deteksi objek di sekitarnya menggunakan sensor jarak HC-SR04. Namun, sebagian besar tidak mempertimbangkan daerah buta dimana objek yang mungkin membahayakan pengguna tidak terdeteksi. Kajian ini membahas pengembangan rompi yang dapat mendeteksi objek di jalur jalan penyandang tunanetra dan memberikan informasi peringatan suara jika objek terdeteksi. Alat ini dikembangkan menggunakan Arduino Uno, lima buah sensor ultrasonik HC-SR04, dan modul DFPlayer mini. Analisis daerah buta dari deteksi sensor dilakukan untuk mengatasi objek yang tidak terdeteksi oleh kajian sejenis. Secara horizontal, alat ini dapat mendeteksi objek berjarak sampai 150 cm dengan simpangan sudut kanan atau kiri 25° terhadap arah hadap pengguna. Secara vertikal, deteksi objek mencapai jarak sampai 150 cm dengan simpangan atas atau bawah 30° terhadap posisi rompi.

Kata kunci— alat bantu jalan, Arduino Uno, modul DFPlayer mini, kinerja sensor ultrasonik HC-SR04

I. PENDAHULUAN

Kebutaan atau tunanetra merupakan gangguan pada panca indra bagian penglihatan. Berdasarkan tingkat gangguan penglihatannya, kebutaan dibagi menjadi dua jenis, yaitu buta total (*total blind*) dan kebutaan dengan keterbatasan tertentu (*low vision*) yang masih dapat melihat dengan jarak atau keadaan tertentu. Beragam alat telah digunakan untuk membantu penyandang tunanetra dalam melakukan kegiatan kesehariannya atau menjaga produktivitasnya, salah satunya adalah alat bantu jalan.

Alat bantu jalan yang sering digunakan adalah tongkat untuk membantu mengetahui kondisi jalan dan rintangan di depannya. Beragam inovasi dikembangkan dengan menerapkan teknologi elektronika untuk memberi informasi kondisi jalan dan rintangan secara akurat. Pengembangan tongkat elektronik dilakukan untuk mendeteksi objek di sekitar penyandang tunanetra, salah satunya adalah dengan menggunakan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 [1] - [5]. Sensor jarak ini telah banyak diaplikasikan dalam sistem alat bantu jalan karena dapat diimplementasikan dengan menggunakan mikroprosesor kelas rendah, misalnya mikrokontroler 8-bit. Sensor jarak yang ditambahkan di tongkat tersebut berfungsi untuk mendeteksi objek yang ada di depan

penyandang tunanetra, misalnya dinding, pagar, atau objek lain, dan memberikan pesan informasi berupa nada *beep* di *buzzer/speaker* dan aktuasi getaran jika objek terdeteksi di jarak yang telah ditentukan.

Selain mendeteksi objek yang di depannya, beragam tongkat elektronik juga dikembangkan untuk mendeteksi objek di samping kanan dan kiri [2], [6]. Beberapa sistem juga dirancang untuk dapat juga mendeteksi lubang dengan menempatkan sensor menghadap ke bawah [7]. Penggunaan sensor IR untuk mendeteksi lubang di jalan telah dikembangkan dalam [6]. Tongkat untuk mendeteksi objek dan genangan air juga telah dikembangkan dalam [8], sedangkan penambahan sensor api untuk mendeteksi api dilakukan dalam [9] sehingga keselamatan penyandang tunanetra dapat dijaga.

Alat bantu jalan berbasis elektrik yang dikembangkan bukan hanya berupa tongkat. Alat bantu berupa sarung tangan telah dikembangkan untuk mendeteksi objek di depan penyandang tunanetra dan memberikan informasi berupa nada *beep* dan sinyal getar [10] - [12]. Variasi bentuk alat bantu sebagai gelang jam tangan telah dilakukan dalam [13], [14].

Penempatan sensor juga diperhatikan dalam pengembangan alat bantu jalan ini, salah satunya adalah di badan sebagai sabuk [15], [16], dan rompi [17]. Penempatan sensor ultrasonik di sepatu dan helm dilakukan dalam [18] sehingga bisa

mendeteksi objek di depan atas dan bawah. Penelitian [19] menempatkan sensor di bandana kepala yang dapat digerakkan ke kanan dan kiri oleh sebuah motor servo sehingga menjangkau daerah yang lebih luas. Implementasi alat deteksi objek yang diletakkan di tepi dilakukan dalam [20]. Alat bantu jalan dengan menambahkan sensor deteksi objek di kaca mata juga telah dikembangkan [21], [22]. Selain di kaca mata, penambahan sensor ultrasonik di gelang kaki dan sebagai rompi juga dilakukan dalam [21] untuk memberikan informasi objek lebih lengkap. Lebih lanjut, informasi yang disajikan oleh alat bantu jalan juga beragam. Selain nada *beep* sebagai tanda peringatan, alat bantu tersebut juga bisa menghasilkan suara peringatan di *speaker* yang sudah direkam terlebih dahulu dalam bentuk MP3 menggunakan modul ISD2500 [22] dan DFPlayer mini [2], [3], [18], [23]. Penggunaan *headphone* Bluetooth untuk mengeluarkan suara peringatan secara nirkabel dilakukan dalam [11].

Alat bantu jalan ini dikembangkan dengan beragam fungsi. Penambahan GPS dalam alat dapat membantu memperoleh koordinat penyandang tunanetra saat ini sehingga dapat dilacak posisinya, misalnya lewat SMS atau aplikasi gawai cerdas lainnya [2], [8], [18]. Alat bantu ini juga dapat menerima perintah yang sudah didefinisikan dan memberikan respon informasi yang diinginkan, misalnya suara petunjuk arah ke tempat yang sudah ditentukan [11].

Sensor utama yang digunakan dalam kajian [1] - [23] adalah sensor jarak ultrasonik, khususnya HC-SR04, untuk mendeteksi objek penghalang, baik di depan, kanan, kiri, atas maupun bawah. Namun, sebagian besar kajian hanya menguji fungsional sistem tanpa lebih rinci mengkaji daerah buta (*blank area*) deteksi sensor tersebut dan cakupan sudut atau daerah deteksinya. Pengetahuan tentang daerah buta ini diperlukan dalam merancang detektor objek dan penempatan sensornya secara lebih efektif. Kajian ini bertujuan membahas pengembangan rompi bagi penyandang tunanetra sebagai alat bantu jalan yang dapat mendeteksi objek di sisi depan-kanan, depan-kiri, depan, bawah, dan sisi atas untuk lebih memberikan informasi peringatan suara jika objek terdeteksi. Daerah buta untuk tiap sensor dianalisis untuk memberikan pengetahuan jarak jangkauan sensor dan sudutnya. Selain itu, rompi ini mampu memberi keluaran suara dari modul DFPlayer mini melalui *headphone* yang berfungsi memberikan arahan kepada pengguna.

II. METODE

Prinsip kerja dari rompi yang dikembangkan adalah sistem dapat melakukan deteksi objek di lima sisi dari penyandang tunanetra, yaitu depan, kanan, kiri, atas, dan bawah, dengan menggunakan lima buah sensor ultrasonik HC-SR04. Jika objek terdeteksi dalam jarak yang sudah ditentukan, sistem memberikan suara berisi informasi peringatan kepada

pengguna. Suara tersebut sudah terdefinisi dalam modul DFPlayer mini sejumlah tujuh informasi, yaitu “Berhenti”, “Belok Kanan”, “Belok Kiri”, “Jalan Terus”, “Belok Kanan atau Belok Kiri”, “Hati-hati di Atas”, dan “Hati-hati di Bawah”, yang dipicu oleh nilai pembacaan sensor.

Tabel kebenaran suara yang dihasilkan berdasarkan nilai pembacaan sensor dinyatakan dalam Tabel I. Simbol X bisa bernilai 0 atau 1. Nilai 0 menunjukkan halangan terdeteksi, sedangkan 1 halangan tidak terdeteksi. Tujuh keadaan didefinisikan dalam kajian ini untuk memberikan informasi yang sering digunakan. Keadaan 1 (Berhenti) terjadi jika semua sensor mendeteksi objek berjarak kurang dari 80 cm sehingga sistem memberikan peringatan pengguna untuk berhenti. Keadaan 2 (Belok Kanan) terjadi jika sensor Kiri (S1) dan Tengah (S2) mendeteksi objek / penghalang dalam jarak kurang dari 150 cm, sedangkan sensor Kanan (S3) tidak terhalang. Apapun nilai sensor Atas (S4) dan Bawah (S5), pengguna diberi informasi saran untuk belok kanan. Sebaliknya, Keadaan 3 (Belok Kiri) terjadi jika sensor Kanan (S3) dan Tengah (S2) terhalang, sedangkan sensor Kiri (S1) tidak terhalang. Jika sensor Tengah (S2) tidak terhalang dan apapun nilai sensor lainnya, pengguna disarankan untuk jalan terus (Keadaan 4). Saat jalan terus, pengguna akan diingatkan untuk berhati-hati jika sensor atas (S4) mendeteksi halangan berjarak kurang dari 100 cm, misalnya palang portal (Keadaan 5), atau sensor bawah (S5) mendeteksi halangan berjarak kurang dari 100 cm, misalnya gundukan atau pagar pendek (Keadaan 6). Keadaan 7 terjadi jika sensor tengah (S2) mendeteksi penghalang, sedangkan sensor kiri (S1) dan kanan (S3) tidak terhalang, pengguna diberikan informasi untuk belok kiri atau kanan.

Sistem tersebut diimplementasikan di atas papan Arduino Uno yang berbasis mikrokontroler ATmega328P [24]. Sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak dan mendeteksi objek adalah HC-SR04 sejumlah lima buah. Jarak jangkauan sensor ini adalah 2-400 cm dan sudut efektif kurang dari 15° [25]. Modul DFPlayer mini digunakan untuk menyimpan pesan suara dalam bentuk MP3 dan memainkannya ke *headphone* melalui porta keluaran audio 3.5 mm. Modul ini disambungkan menggunakan pin DIO Arduino dan menggunakan pustaka SoftwareSerial untuk mengemulasikan komunikasi serial UART dengan kecepatan baud 9600 bps [26]. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem dan interkoneksinya. Sistem dijalankan dengan tegangan sebesar 5V dan arus 1A. Antarmuka pin Arduino dengan komponen sistem dinyatakan dalam Tabel II.

Algoritme program diimplementasikan ke papan mikrokontroler sebagai sketch Arduino berbasis bahasa C menggunakan aplikasi Arduino IDE 1.6.13. Sensor HC-SR04 bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz dan menangkap pantulan gelombang saat mengenai objek. Jarak objek terhadap sensor dihitung dengan

TABEL I. TABEL KEBENARAN KELUARAN SUARA BERDASARKAN KONDISI DETEKSI KE LIMA SENSOR

No.	Keadaan	S1	S2	S3	S4	S5	Keterangan
1.	Berhenti	0	0	0	0	0	0: jarak < 80 cm; 1: jarak ≥ 80 cm
2.	Belok Kanan	0	0	1	X	X	0: jarak < 150 cm; 1: jarak ≥ 150 cm
3.	Belok Kiri	1	0	0	X	X	0: jarak < 150 cm; 1: jarak ≥ 150 cm
4.	Jalan Terus	X	1	X	X	X	0: jarak < 150 cm; 1: jarak ≥ 150 cm
5.	Hati-hati Atas	X	1	X	0	X	0: jarak < 100 cm; 1: jarak ≥ 150 cm
6.	Hati-hati Bawah	X	1	X	X	0	0: jarak < 100 cm; 1: jarak ≥ 150 cm
7.	Belok Kanan atau Belok Kiri	1	0	1	X	X	0: jarak < 150 cm; 1: jarak ≥ 150 cm

menggunakan (1) [25]. Lebar pulsa pantulan ini (W , dalam mikrodetik) dihitung untuk menentukan jarak objek yang memantulkan gelombang terhadap sensor (D , dalam cm).

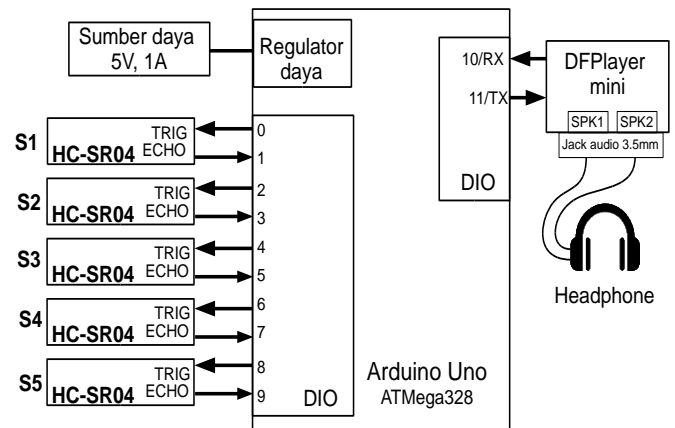
$$D = W/58 \quad (1)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem penyedia informasi bagi penyandang tunanetra ini diimplementasikan dalam sebuah purwarupa rompi yang mempunyai lima buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek penghalang di depan, kanan, kiri, atas, dan bawah. Sistem utama terdiri atas sebuah papan rangkaian elektronik sebagai tempat komponen-komponen sistem saling terhubung dengan papan Arduino Uno dengan mikrokontroler ATmega328P. Skematik rangkaian sistem tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2. Skematik ini diimplementasikan sebagai papan rangkaian yang disusun dalam kotak dan dipasang di rompi.

Pemasangan komponen dalam purwarupa rompi penyedia informasi ditunjukkan dalam Gambar 3. Kelima sensor diletakkan di bagian depan rompi, sedangkan kotak berisi papan Arduino Uno, DFPlayer mini, dan baterai sumber daya diletakkan di bagian belakang. Gambar 4 menunjukkan sudut atau arah hadap kelima sensor. Dalam orientasi vertikal, sensor atas (S4) membentuk sudut 20° dari arah horizontal, sensor tengah (S2) menghadap lurus sejajar, dan sensor bawah (S5) membentuk sudut -20° . Dalam orientasi horizontal, Sensor S1 dan S3 membentuk sudut 15° terhadap arah hadap pengguna, sedangkan S2 mengarah lurus ke depan.

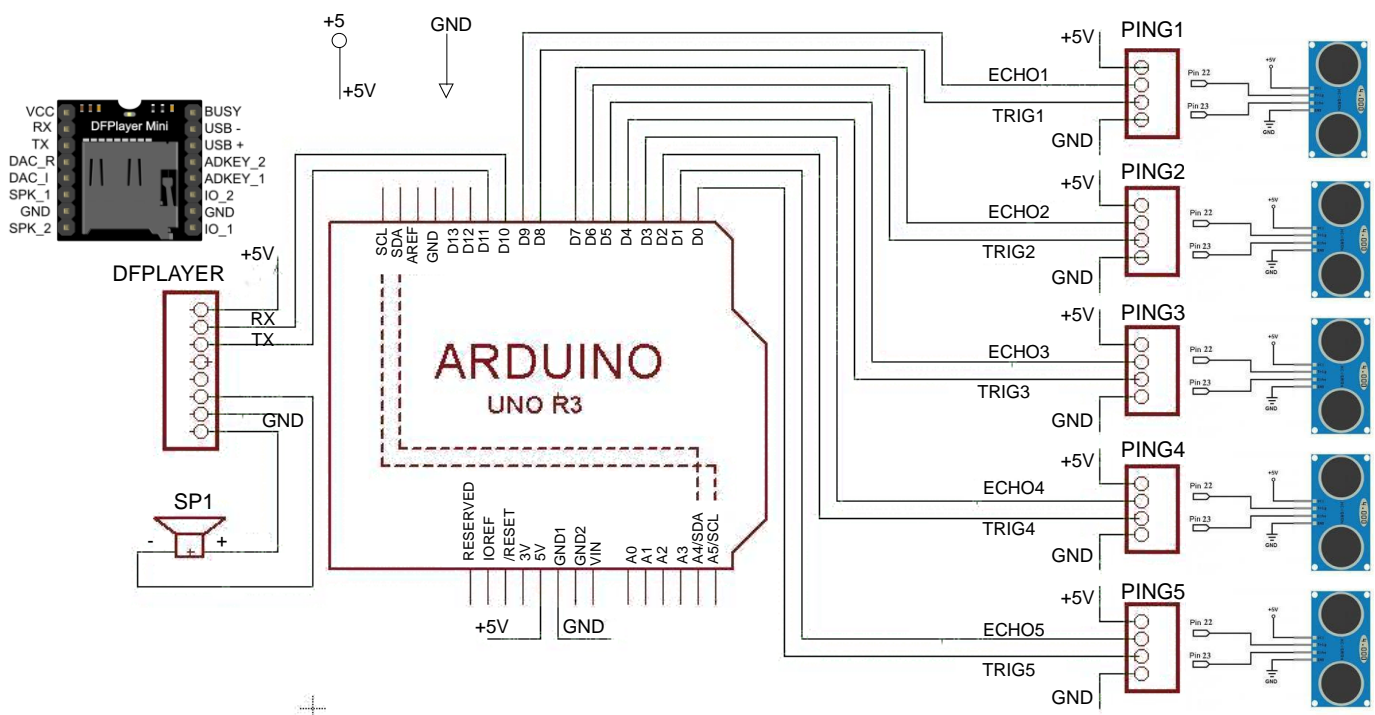
Gambar 5 menunjukkan cakupan deteksi objek oleh sensor atas S4, tengah S3, dan bawah S5. Dengan sudut vertikal, S4 diharapkan dapat mendeteksi objek setinggi $\pm 34,2$ cm dari posisi tinggi S4, sedangkan S5 mendeteksi objek yang lebih rendah $\pm 34,2$ cm dari posisi S5. Objek-objek ini kemungkinan tidak bisa dideteksi oleh sensor tengah S3. Kemampuan deteksi alat bantu terhadap objek tinggi, sedang, dan rendah ini diatasi dengan memasang sensor di kacamata, rompi, dan gelang kaki secara terpisah dalam [21].



Gambar 1. Diagram blok sistem rompi penyedia informasi penyandang tunanetra multisensor

TABEL II. ANTARMUKA PIN ARDUINO UNO DENGAN KOMPONEN SISTEM

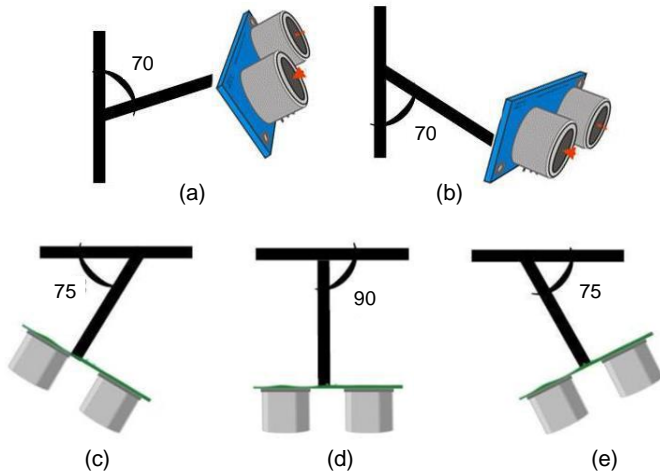
No.	Pin		Keterangan
	Arduino	Periferal	
1.	DIO 0	TRIG DF-SR04	Keluaran sinyal trigger ke S1
2.	DIO 1	ECHO DF-SR04	Masukan sinyal echo dari S1
3.	DIO 2	TRIG DF-SR04	Keluaran sinyal trigger ke S2
4.	DIO 3	ECHO DF-SR04	Masukan sinyal echo dari S2
5.	DIO 4	TRIG DF-SR04	Keluaran sinyal trigger ke S3
6.	DIO 5	ECHO DF-SR04	Masukan sinyal echo dari S3
7.	DIO 6	TRIG DF-SR04	Keluaran sinyal trigger ke S4
8.	DIO 7	ECHO DF-SR04	Masukan sinyal echo dari S4
9.	DIO 8	TRIG DF-SR04	Keluaran sinyal trigger ke S5
10.	DIO 9	ECHO DF-SR04	Masukan sinyal echo dari S5
11.	DIO 10	TX DFPlayer mini	Sinyal status dari DFPlayer
12.	DIO 11	RX DFPlayer mini	Sinyal perintah kontrol atau permintaan



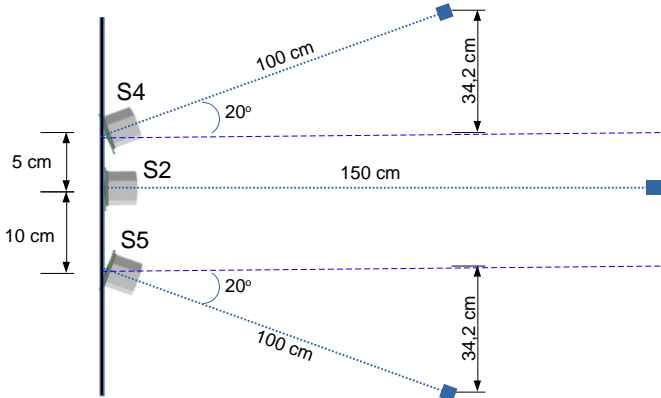
Gambar 2. Skematik rangkaian rompi penyedia informasi penyandang tunanetra multisensor



Gambar 3. Purwarupa sistem penyedia informasi tampak depan dan tampak samping

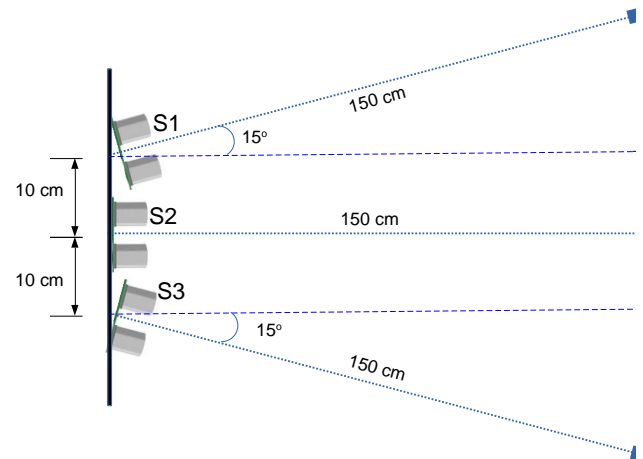


Gambar 4. Sudut arah hadap sensor ultrasonik: (a) atas, (b) bawah, (c) kiri, (d) tengah, dan (e) kanan



Gambar 5. Cakupan objek dinyatakan terdeteksi oleh sensor atas, tengah, dan bawah (dilihat dari samping)

Deteksi objek oleh sensor atas S4 dalam kajian ini mengatasi kekurangan alat bantu jalan berupa tongkat [1] - [3], [5], [7], [9], gelang atau sarung tangan [13], [14], dan sabuk [15], [16]. Alat-alat bantu tersebut hanya bisa mendeteksi objek rendah sampai tengah, sedangkan objek tinggi, seperti portal rendah, ranting pohon, atau objek setinggi pengguna lainnya, tidak bisa terdeteksi. Di sisi lain, alat bantu yang dipasang di bandana [19], topi [20], kacamata [22] atau berupa helm [18] hanya bisa mendeteksi objek tinggi sampai tengah. Sensor bawah S5 dalam kajian ini dapat mendeteksi objek rendah, seperti pagar pendek, batu, atau benda rendah lainnya. Sensor kiri S1, tengah S2, dan kanan S3 ditujukan untuk mendeteksi objek dengan orientasi horizontal dan disusun sejajar (Gambar 6). Sensor S1 dan S3 membentuk sudut 15° dengan objek terdeteksi di jarak 150 cm, sedangkan S2 mengarah lurus ke depan. Penggunaan multisensor dengan posisi tetap dan menyudut ini juga telah dilakukan dalam [10], [16]. Sudut S1

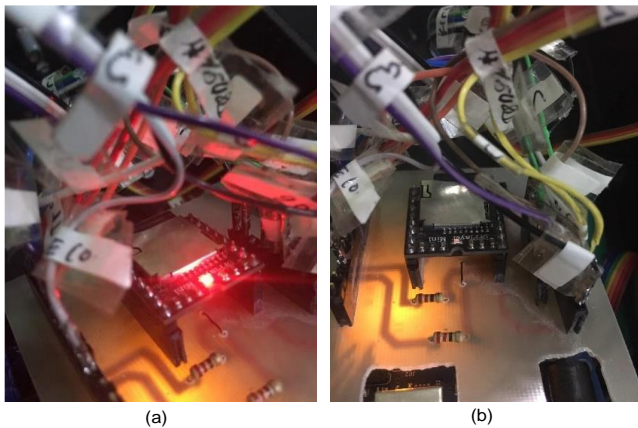


Gambar 6. Cakupan objek terdeteksi oleh sensor kiri, tengah, dan atas (dilihat dari atas)

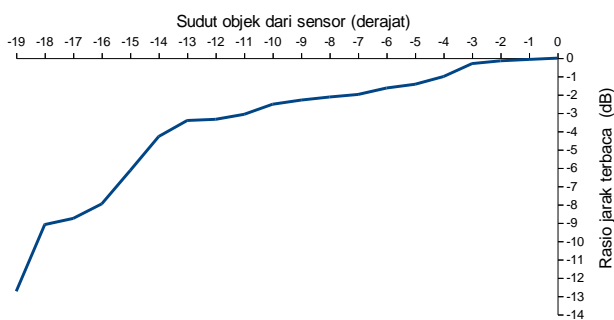
dan S3 dibuat untuk mendeteksi objek yang tidak terjangkau oleh S2 yang mempunyai sudut efektif sampai 15° [25]. Deteksi objek dengan arah horizontal ini juga telah dilakukan dalam [19] menggunakan satu sensor yang digerakkan dengan motor servo. Pergerakan servo yang terus menerus, selain membutuhkan daya karena harus memberikan pulsa PWM secara kontinyu, juga mempengaruhi daya tahan alat karena sifat motor servo yang mekanistik. Konsumsi daya ini telah dianalisis dalam [27] yang menyatakan bahwa pemberian beban 100 gr keempat buah servo membutuhkan arus sebesar 0,48A dengan tegangan 4,4 – 5,44V.

Penggunaan sensor kiri dan kanan yang tegak lurus dengan arah jalan pengguna telah dilakukan dalam [2], [3], [15]. Namun, penempatan sensor di kiri dan kanan tersebut hanya berfungsi untuk deteksi objek secara pasif, misalnya ada dinding di samping kiri atau kanan, bukan secara aktif untuk menuntun berjalan. Model sensor di kiri dan kanan ini digunakan seperti pengikut dinding dalam [22], bukan sebagai alat bantu jalan. Secara fungsional, rompi dalam kajian ini telah diuji untuk mendeteksi objek di sekitar pengguna. Sistem menghasilkan suara peringatan untuk berhati-hati jika mendeteksi objek sesuai dengan keadaan yang dinyatakan dalam Tabel I, yaitu “Berhenti”, “Belok Kanan”, “Belok Kiri”, “Jalan Terus”, “Belok Kanan atau Belok Kiri”, “Hati-hati di Atas”, dan “Hati-hati di Bawah”. Sensor ini dipindai setiap 1 detik dengan beragam lingkungan pengujian untuk mensimulasikan ketujuh keadaan tersebut. Jika tidak ada objek terdeteksi, sistem menuntun pengguna untuk jalan lurus sekali atau tidak mengeluarkan peringatan yang menunjukkan jalan aman untuk dilewati. Gambar 7 menunjukkan fungsionalitas sistem saat mendeteksi objek sesuai keadaan yang telah didefinisikan. Indikator lampu menunjukkan keadaan saat DFPlayer mini mengeluarkan suara peringatan.

Pengujian daerah buta sensor dilakukan dengan mengukur jarak terjauh yang bisa dibaca oleh sensor untuk setiap variasi sudut dimulai dari 0° searah hadap sensor dengan resolusi 1° . Hasil pembacaan sensor HC-SR04 dinyatakan dalam Gambar 8. Jika objek terletak di hadapan sensor, maka objek dapat terdeteksi dalam jarak 300 cm. Jarak baca maksimum sensor akan berkurang setengah (-3 dB) saat sudut objek menyimpang sekitar 11° dari sensor. Jika objek mempunyai simpangan sudut efektif sesuai spesifikasi HC-SR04 [25], yaitu 15° , maka jarak maksimal objek terbaca adalah 73 cm. Di simpangan sudut 20° , objek sudah tidak bisa terdeteksi. Keterbatasan pembacaan sensor ini dalam mendeteksi objek yang letaknya menyimpang dari arah hadap sensor ini juga menjadi keterbatasan alat bantu



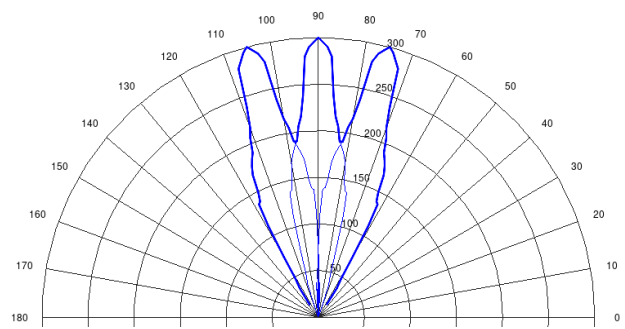
Gambar 7. Fungsional indikator DFPlayer mini saat mendeteksi objek dan memutar suara sesuai tujuh keadaan: (a) objek terdeteksi dan (b) objek tidak terdeteksi



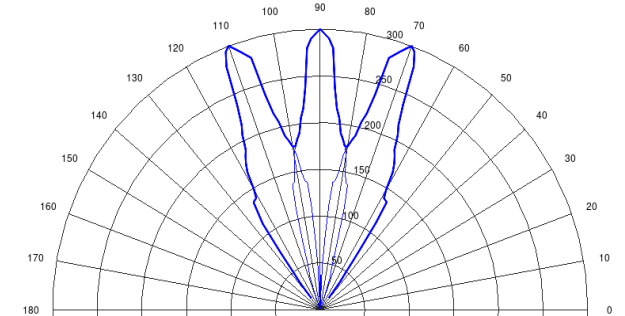
Gambar 8. Rasio jarak terbaca maksimum terhadap jarak referensi 300 cm untuk tiap simpangan sudut objek

jalan yang hanya menggunakan satu sensor atau multisensor tetapi hanya mempunyai satu arah hadap ke depan [1] - [3], [9], [10], [21], [22]. Selain menggunakan multisensor yang ditempatkan bersudut seperti dalam kajian ini, keterbatasan pembacaan sensor ini dapat diatasi salah satunya dengan menggunakan motor servo untuk menggerakkan sensor tunggal ke sudut hadap yang diinginkan [19]. Namun, seperti diindikasikan dalam [27] tentang daya yang dikonsumsi servo, analisis perbandingan konsumsi daya antara penggunaan motor servo dengan sensor tunggal dan multisensor dalam alat bantu ini masih perlu dikaji lebih lanjut. Analisis konsumsi daya ini diperlukan karena alat bantu ini harus portabel dan disuplai dengan baterai dengan kapasitas yang terbatas agar penggunaan alat bisa lebih efisien.

Dengan menggunakan multisensor, daerah buta deteksi sensor terhadap objek bisa diatasi dengan batasan tertentu. Gambar 9 dan Gambar 10 menyatakan diagram polar jangkauan objek oleh semua sensor yang digunakan dalam kajian ini. Penambahan sensor kiri dan kanan dengan orientasi 15° terhadap arah jalan membuat jangkauan deteksi terhadap objek menjadi lebih lebar. Objek berjarak sampai 150 cm dapat terdeteksi sampai simpangan sudut 25° sehingga objek penghalang di sepanjang jalur jalan pengguna, seperti pintu, lorong, atau tiang, dapat dihindari. Penambahan sensor atas dan bawah dengan orientasi 25° terhadap bidang horizontal membuat alat bantu ini mampu mendeteksi objek atas dan bawah di sepanjang jalur jalan pengguna, misalnya palang pintu atau portal setinggi badan pengguna [18], dan tembok rendah, tangga naik atau batu besar [3], [15]. Sensor atas dan bawah menambah jangkauan sensor secara vertikal sampai 30° dengan jarak jangkauan maksimal 150 cm. Tinggi batas atas atau batas bawah objek yang bisa terdeteksi tergantung dari tinggi badan pengguna. Hasil tersebut menunjukkan alat dapat



Gambar 9. Jangkauan deteksi objek oleh sensor kiri, tengah, dan kanan (dilihat dari atas)



Gambar 10. Jangkauan deteksi objek oleh sensor atas, tengah, dan bawah (dilihat dari samping)

menjangkau objek lebih luas dengan simpangan sudut kanan-kiri sebesar 50° dan sudut atas-bawah sebesar 60° terhadap arah hadap pengguna di jarak 150 cm.

Fokus kajian ini adalah untuk mengembangkan rompi penyedia informasi sebagai alat bantu jalan menggunakan multisensor jarak ultrasonik HC-SR04 dengan memperhatikan dan melakukan perbaikan jangkauan sistem dalam mendeteksi objek yang berpotensi membahayakan pengguna. Fungsi dalam alat bantu ini dapat ditambahkan untuk lebih memberikan kenyamanan, nilai tambah guna, dan keselamatan kepada pengguna alat bantu tersebut, misalnya dengan GPS untuk melacak posisi pengguna jika berada di luar ruangan melalui gawai cerdas [2], [8], [11]. Fungsi GPS dan kompas juga bisa ditambahkan untuk memberikan petunjuk navigasi ke pengguna [23], [28]. Lebih lanjut, sistem juga dikembangkan untuk menerima perintah umum dan memberikan informasi petunjuk arah ke tempat yang diinginkan melalui suara [11].

Di sisi lain, ragam arah pengembangan alat bantu bagi tunanetra dalam [29] juga dapat dijadikan acuan. Ragam sensor telah banyak digunakan dengan keunggulannya masing-masing, mulai yang bekerja berdasarkan suara, cahaya sampai visual berupa kamera, dan dari yang berharga murah sampai mahal. Sensor ultrasonik merupakan sensor yang paling banyak digunakan karena harganya yang murah dan tidak terpengaruh oleh warna dan transparansi objek, sedangkan kamera menawarkan fitur deteksi yang lebih lengkap, misalnya klasifikasi jenis objek dengan mengimplementasikan kecerdasan buatan. Untuk mengimplementasikan sensor kamera dan algoritme pendukungnya, sistem memerlukan prosesor setidaknya 32-bit dengan kapasitas komputasi berupa CPU, RAM, dan ruang penyimpanan yang memadai. Dengan CPU berkecepatan tinggi sekitar 400 MHz – 1 GHz, kebutuhan daya untuk sistem juga perlu dikaji untuk penginderaan objek dan pemrosesan yang terus-menerus dan intensif. Hal ini berbeda dengan sensor ultrasonik, misalnya HC-SR04, yang dapat dioperasikan di mikroprosesor 8-bit dengan kecepatan CPU relatif lebih rendah sekitar 12 MHz. Hal

ini membuat sensor ultrasonik HC-SR04 masih menarik untuk dikaji dalam pengembangan alat bantu jalan bagi tunanetra.

IV. PENUTUP

Rompi penyedia informasi untuk penyandang tunanetra ini yang mengimplementasikan lima buah sensor jarak ultrasonik HC-SR04 memiliki jangkauan deteksi objek yang lebih luas, baik ke arah horizontal maupun vertikal, sehingga objek-objek yang berpotensi membahayakan pengguna dapat dihindari. Pengetahuan tentang daerah buta dari pendeteksi berbasis sensor jarak yang dihasilkan dari kajian ini dapat diterapkan dalam desain alat bantu jalan yang lebih efektif dan dapat meminimalkan daerah yang tidak bisa dideteksi oleh alat bantu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada Laboratorium Sistem Embedded dan Robotika, Departemen Teknik Komputer, Universitas Diponegoro, yang memberikan dukungan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Sunardi, M. A. Siregar, A. S. Wiguna, I. Idris, and R. Khair, "Alat Bantu Jalan untuk Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 12, no. 1, pp. 80–87, 2020.
- [2] M. I. Nasution and S. A. Nasution, "Perancangan Alat Bantu dan Penentu Lokasi Bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler," *Fisitek J. Ilmu Fis. dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 49–56, 2020.
- [3] Z. Faruk, "Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Tunanetra dengan Tongkat Cerdas Berbasis Arduino," Malang: Institut Teknologi Nasional Malang, 2017.
- [4] S. Sulistiyo, M. T. Alawy, and O. Melfazen, "Tingkat Navigasi Tunanetra Berbasis Arduino ATmega 328 Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Sci. Electro*, vol. 8, no. 1, pp. 62–70, 2018.
- [5] M. Rio and Z. Wulansari, "Tingkat Bantu Jalan Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 4, no. 2, pp. 315–320, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i2.3168.
- [6] B. Purnomo and B. Isnanto, "Rancang Bangun Tingkat Ultrasonik untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 77–82, 2017, doi: 10.31000/jt.v6i1.325.
- [7] J. B. Purnomo, M. A. Jani, and A. Kridoyono, "Tingkat Pendeteksi Halangan untuk Penderita Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya," *Konvergensi*, vol. 14, no. 2, pp. 60–66, 2018.
- [8] M. Aulia, E. Prihatini, and N. L. Husni, "Perancangan Kendali Alat Bantu Tunanetra Berbasis Fuzzy Logic," *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, vol. 1, no. 2, pp. 62–70, 2019.
- [9] A. Fauroq, D. Rahmawati, and R. Alfita, "Rancang Bangun Tingkat Cerdas untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2018..
- [10] E. S. Purnomo, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, "Handsight : Hand-mounted Device untuk Membantu Tunanetra Berbasis Ultrasonic dan Arduino," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 51–57, 2015.
- [11] D. M. Putra, M. Junus, and H. Hadiwiayatno, "Rancang Bangun Pendeteksi Penghalang dan GPS Tracker untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sarung Tangan Berbasis Microcontroller," *J. Jartel*, vol. 9, no. 4, pp. 442–451, 2019.
- [12] R. Ramadhana, D. A. Nurmantris, and T. Haryanti, "Rancang Bangun Sarung Tangan sebagai Alat Bantu Tuna Netra Berbasis Sensor Ultrasonic dan Arduino Nano," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 877–884, 2020, doi: 10.25124/jett.v7i2.3422.
- [13] F. H. Gunawan, A. B. Laksono, and A. Bachri, "Rancang Bangun Alat Bantu bagi Penyandang Tunanetra," in *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 2020, pp. 35–40.
- [14] A. L. Petsiuk and J. M. Pearce, "Low-Cost Open Source Ultrasound-Sensing Based Navigational Support for the Visually Impaired," *Sensors (Basel)*, vol. 19, no. 17, 3783, 2019, doi: 10.3390/s19173783.
- [15] M. N. Al-Hasan, C. I. Partha, and Y. Divayana, "Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, pp. 27–32, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p05.
- [16] M. R. Lubis, Salahuddin, Asran, and A. Kadir, "Perancangan Alat Navigasi untuk Penderita Tuna Netra dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Platform Arduino," *J. Energi Elektr.*, vol. 9, no. 2, pp. 12–17, 2020.
- [17] K. Laubhan, M. Trent, B. Root, A. Abdelgawad, and K. Yelamarthi, "A Wearable Portable Electronic Travel Aid for Blind," in *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques*, 2016, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7755039.
- [18] R. Rusito and D. Setiawan, "Alat Bantu Jalan untuk Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler," *J. Ilm. Elektro dan Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 94–103, 2020.
- [19] A. Kurniawan, "Alat Bantu Jalan Sensorik bagi Tunanetra," *Inklusi*, vol. 6, no. 2, pp. 285–312, 2019, doi: 10.14421/ijds.060205.
- [20] V. Parihar, Y. Rohilla, and K. Kumari, "Ultrasonic Sensor based Smart Cap as Electronic Travel Aid for Blind People," in *International Conference on Smart Systems and Inventive Technology*, 2020, pp. 873–877, doi: 10.1109/ICSSIT48917.2020.9214226.
- [21] M. Aktanto, "Multi Ultrasonic Electronic Travel Aids (MU-ETA) sebagai Alat Bantu Penunjuk Jalan bagi Tuna Netra," *J. Biosains Pascasarj.*, vol. 18, no. 2, pp. 150–165, 2016, doi: 10.20473/jbp.v18i2.2016.150-161.
- [22] M. N. Meizani, A. Muid, and T. Rismawan, "Pembuatan Prototipe Kacamata Elektronik Untuk Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Ultrasonik," *J. Coding, Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 88–99, 2015.
- [23] A. R. Priambodo, M. Rif'an, and N. H. Yuninda, "Alat Penuntun Tunanetra bagi Penyandang Tunanetra Lingkup UNJ Berbasis Arduino dan Kompas," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 24–27, 2018, doi: 10.21009/jevet.0032.06.
- [24] Arduino, "Arduino Uno Rev3," Arduino.cc, 2021. https://content.arduino.cc/assets/Pinout-UNOrev3_latest.pdf (accessed on Jun 01, 2021).
- [25] Cytron, "5VDC HC-SR04 Ultrasonic Sensor," Cytron.io, 2021. <https://www.cytron.io/p-5v-hc-sr04-ultrasonic-sensor> (accessed on Jun 01, 2021).
- [26] DFRobot, "DFPlayer - A Mini MP3 Player," DFRobot Wiki, 2021. https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299 (accessed on Jun 01, 2021).
- [27] S. Wardoyo, J. Saepul, and A. S. Pramudyo, "Rancang Bangun Alat Uji Karakteristik Motor DC Servo, Battery, dan Regulator untuk Aplikasi Robot Berkaki," *Setrum*, vol. 2, no. 2, pp. 54–59, 2013, doi: 10.36055/setrum.v2i2.490.
- [28] W. Elmannai and K. Elleithy, "Sensor-Based Assistive Devices for Visually-Impaired People: Current Status, Challenges, and Future Directions," *Sensors (Basel)*, vol. 17, no. 3, 565, 2017, doi: 10.3390/s17030565.
- [29] K. Manjari, M. Verma, and G. Singal, "A Survey on Assistive Technology for Visually Impaired," *Internet of Things*, vol. 11, 1001888, 2020, doi: 10.1016/j.iot.2020.100188.