

RANCANG BANGUN TONGKAT CERDAS UNTUK PENYANDANG TUNANETRA BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC METODE SUGENO

¹Achmad Fauroq, ²Diana Rahmawati, ³Riza Alfita

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura
Jalan Raya Telang Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia 69162

Email: ach.fauroq@gmail.com, diana_rahmawati@yahoo.com, yogya_001@yahoo.co.id

Abstrak

Orang yang memiliki kekurangan dalam hal penglihatan khususnya bagi penyandang tunanetra sering kali mengalami kesulitan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Berjalan dapat diambil sebagai contoh. Tidak sedikit penyandang tunanetra menabrak tembok atau benda di depannya. Disamping itu ketika ditemui genangan air atau api akan kesulitan menghindarnya. Dari permasalahan di atas penulis membuat alat bantu untuk penyandang tunanetra yaitu rancang bangun tongkat cerdas berbasis mikrokontroler. Alat ini akan membantu memberikan informasi ke pengguna agar dapat menghindari halangan, genangan air dan api. Alat ini dilengkapi dengan 4 sensor yaitu dua sensor ultrasonik HC-SR04, sensor api dan sensor air untuk diproses pada mikrokontroler sebagai inputan, *buzzer* dan getar sebagai output. Menggunakan metode *fuzzy* sebagai pengambilan keputusan pada output dengan 3 parameter output yaitu pelan (75 PWM), sedang (165 PWM) dan cepat (255 PWM). Dari hasil percobaan, sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Proses metode *fuzzy* pada alat ini berjalan sesuai dengan algoritma di *arduino mega 2560*. Sensor api pada alat dapat mendeteksi api dengan sudut 60 derajat dengan jarak maksimal 75 cm. Jika terdeteksi api, mikrokontroler akan mengaktifkan *buzzer* dan vibrator. Sensor air akan mendeteksi keberadaan air dengan output bunyi *buzzer*. Error rata-rata pembacaan sensor jarak terhadap halangan sebesar 1.8, semakin jauh objek yang dideteksi maka tingkat error semakin besar.

Kata kunci : *Fuzzy*, Mikrokontroler, Sensor Air, Sensor Api, Ultrasonik.

PENDAHULUAN

Tunanetra merupakan suatu kecacatan yang terjadi pada mata yang menunjukkan kurang fungsinya mata secara total maupun sebagian (*low vision*). Dengan keterbatasannya, tunanetra hanya dapat memanfaatkan indera yang lain untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Bagi tunanetra tentunya hal ini menjadi kendala dalam beraktivitas seperti orang normal pada umumnya. Sehingga dibutuhkan alat atau inovasi baru agar dapat membantu penderita tunanetra supaya lebih mudah dalam beraktivitas.

Pada umumnya penyandang tunanetra menggunakan tongkat sebagai alat bantu untuk berjalan agar dapat terhindar dari halangan atau benda di depannya. Keahlian dalam memakai tongkat memerlukan proses latihan dan pembiasaan agar penyandang tunanetra dapat menggunakan tongkat dengan baik. Saat ini sudah ada beberapa teknologi yang dibuat khusus untuk penyandang tunanetra agar lebih

mudah dalam beraktivitas tanpa harus bantuan dari orang lain.

Mengacu pada latar belakang di atas penulis merancang alat tongkat cerdas dengan teknologi yang berkembang saat ini, agar dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Alat ini dilengkapi dengan 3 sensor yaitu sensor *ultrasonic* HC-SR04, sensor api, sensor air untuk diproses pada mikrokontroler sebagai inputan, *buzzer* dan getar sebagai outputan untuk menginformasikan kepada pengguna. Data nilai dari sensor (inputan) diolah menggunakan metode *fuzzy* sebagai logika untuk mengaktifkan *buzzer* dan *vibrator* (getaran) agar memperoleh respon yang baik dan mendapatkan nilai *output* yang diinginkan.

Alat ini mempunyai manfaat dan tujuan untuk membantu penyandang tunanetra berjalan, sehingga melatih untuk lebih mandiri dalam beraktivitas tanpa memerlukan bantuan orang lain disekitarnya.

A. Sensor Ultrasonik HC-SR04

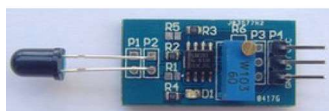
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi menjadi besaran listrik). Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *receiver*, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik.^[1]



Gambar 1. Sensor Ultrasonik

B. Sensor Api

Sensor api ini dapat mendeteksi nyala api yang memiliki panjang gelombang 760-1100 nm. Sensor nyala api ini mempunyai sudut pembacaan 60 derajat. Dan beroperasi pada suhu -25 sampai 85 derajat *celcius*. Perbedaan sensor api tipe lama dengan baru hanyalah berada pada pinnya saja. Serta untuk jarak pembacaan antara sensor dan objek yang dideteksi tidak boleh terlalu dekat, untuk menghindari kerusakan sensor.^[2]

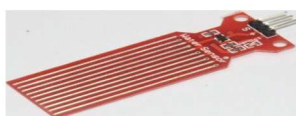


Gambar 2. Sensor Api

C. Sensor Air

Sensor air adalah alat yang digunakan untuk memberikan signal kepada alarm/automation panel bahwa permukaan air telah mencapai level tertentu. Sensor akan memberikan *signal dry contact (NO/NC)* ke panel.

Detektor ini bermanfaat untuk memberikan alert atau untuk menggerakkan perangkat automation lainnya. Sensor air ini telah dilengkapi dengan *built-in buzzer* yang berbunyi pada saat terjadi *trigger*. Sensor ketinggian air biasanya digunakan untuk menghitung ketinggian air sungai, danau, atau tangki air.^[3]



Gambar 3. Sensor Air

D. Fuzzy

Salah satu metode FIS yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan adalah metode Sugeno. Untuk memperoleh output dari metode *fuzzy* Sugeno diperlukan 4 tahap, yaitu :

- Pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi)
- Aplikasi fungsi implikasi
- Komponen aturan (agregasi)
- Penegasan (defuzzifikasi)

Aturan dasar *fuzzy* mendefinisikan hubungan antara fungsi keanggotaan dan bentuk fungsi keanggotaan hasil. Pada metode Sugeno, output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010:46) metode Sugeno terdiri dari 2 jenis , yaitu^[4] :

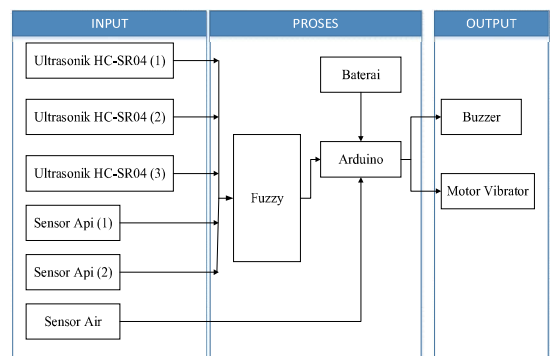
1. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol Bentuk umum dari model fuzzy Sugeno Orde-Nol
2. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu Bentuk umum dari model *fuzzy* sugeno orde-satu

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

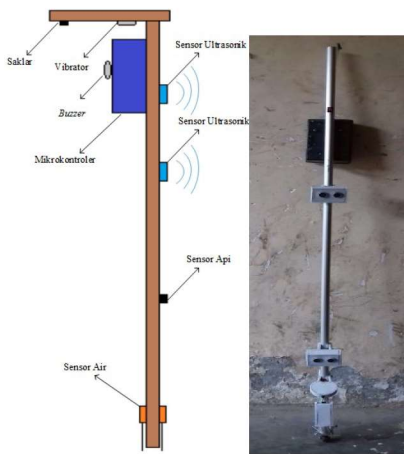
Pada perancangan alat ini terdapat beberapa tahapan agar perencanaan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut rancangan sistem pada gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

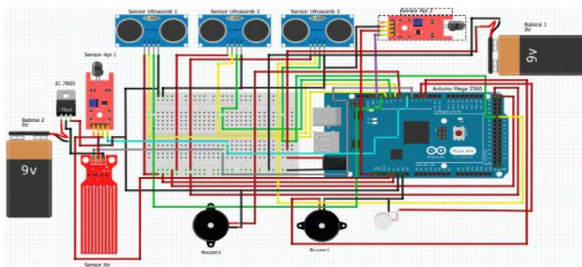
Dari gambar 1. blok diagram di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Menggunakan 4 sensor yaitu 2 ultrasonik HC-SR04, 1 sensor api dan 1 sensor air sebagai Inputan yang akan diproses pada mikrokontroler.
- Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino*, untuk mengontrol pada sistem tingkat cerdas.
- Setelah data diproses pada mikrokontroler sesuai dengan metode *fuzzy* maka *output*-nya akan mengaktifkan *buzzer* dan *vibrator* sebagai informasi.
- Output yang dikeluarkan oleh sistem berupa bunyi *buzzer* dan getaran vibrator yang bervariasi. Berikut desain tongkat pada gambar 5



Gambar 5. Tampilan Tongkat Cerdas

Pada gambar 6 merupakan rangkaian keseluruhan sistem tongkat cerdas. Dimana semua sensor dan outputan akan terintegrasi dengan mikrokontroler sebagai pengontrolnya.

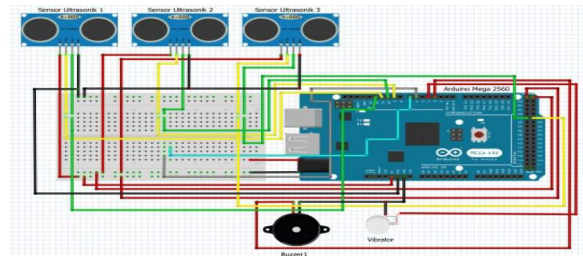


Gambar 6. Rangkaian Elektronika Keseluruhan Sistem

A. Perancangan Sensor ultrasonic HC-SR04

Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda diantara 2 cm – 400 cm dengan akurasi 3 mm. alat ini memiliki 4 pin, yaitu pin Vcc, Gnd, Trigger dan Echo. Pin Vcc untuk

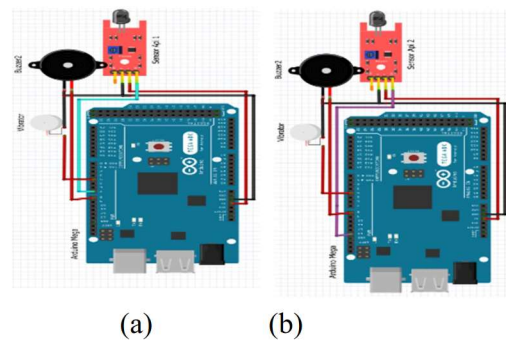
listrik positif dan Gnd untuk groundingnya, pin Trigger untuk keluaran sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Berikut rangkaian sensor ultrasonic pada gambar 7.



Gambar 7. Skema Rangkaian Ultrasonik HC-SR04

2. Perancangan Sensor Api

Sensor ini menggunakan *infrared* sebagai tranduser dalam mensensing kondisi nyala api. Suhu normal pembacaan normal sensor ini yaitu pada 25 – 85°C dengan besar sudut pembacaan pada 60°. Sensor api terdiri dari 4 pinout yaitu Vcc, Gnd dan mempunyai 2 jenis output yaitu, *Digital Output* (DO) dan *Analog Output* (AO). Jika menggunakan *Analog Output* data yang akan di tampilkan menjadi lebih banyak, namun jika menggunakan *Digital Output* hanya 2 kondisi yaitu pembacaan minimal dan maksimal. Berikut rangkaian sensor api pada gambar 8.

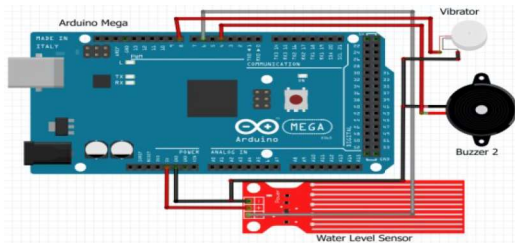


Gambar 8. (a) Skema Rangkaian Sensor Api 1. (b) Skema Rangkaian Sensor Api 2.

3. Perancangan Sensor Air

Sensor Air merupakan sebuah modul yang berfungsi seperti tombol yang merubah nilai logika keluaranya, namun sensor ini akan berubah nilainya dipengaruhi dengan air. Sehingga ketika kutup konduktor pada sensor tersebut terhubung dengan air yang bersifat sebagai konduktor penghantar listrik. Dalam

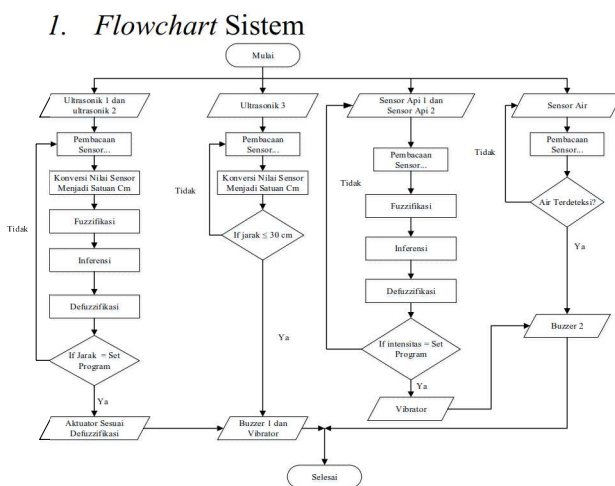
berbagai hal module ini sering digunakan sebagai sarana otomatisasi, seperti *water level*, tandon air, sensor hujan, dll. Berikut rangkaian sensor air pada gambar 9.



Gambar 9. Skema Rangkaian Sensor Air

B. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan *software* meliputi program yang dijadikan pendukung dalam sistem yang digunakan dalam rancang bangun tongkat cerdas berbasis mikrokontroler. Berikut *flowchart* sistem tongkat cerdas pada gambar 10.



Gambar 10. *Flowchart* Sistem Tongkat Cerdas

Dari gambar menjelaskan tentang system tongkat cerdas menggunakan metode *fuzzy* sugeno. Sensor sistem nic 1 dan ultasonik 2 akan membaca jarak halangan. Nilai sensor akan dikonversi ke centimeter oleh mikrokontroler dan kemudian akan diproses menggunakan metode *fuzzy* supaya output yang dihasilkan lebih akurat. Proses *fuzzifikasi*, suatu fase di mana terjadi perubahan masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) ke dalam bentuk *fuzzy* input berupa nilai system nic, yang semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu. Inferensi, proses selanjutnya setelah proses *fuzzifikasi* selesai, kemudian dilanjutkan dengan

menentukan defuzzifikasi sehingga output yang dihasilkan sesuai dengan proses defuzzifikasi.

Sistem kerja dari sensor air, sensor akan mendeteksi air atau genangan air dan akan diproses di mikrokontroler. Mikrokontroler akan memerintahkan buzzer untuk memberi informasi kepada pengguna jika terdeteksi ada genangan air. Dan sensor api mendeteksi keberadaan api, sensor akan mengirim nilai ke mikrokontroler jika terdeteksi api sehingga mikrokontroler akan memerintahkan *buzzer* dan *vibrator* sebagai outputan dan informasi ke pengguna tongkat cerdas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tahapan pengujian sistem terbagi menjadi beberapa bagian percobaan di antaranya pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap jarak untuk pendeteksian halangan, sensor api terhadap jarak untuk pendeteksian jarak keberadaan api dan sensor air untuk pendeteksian genangan air. Pengujian kesetabilan alat, pengujian program mikrokontroler, pengujian kenyamanan alat terhadap pengguna.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performansi dan respon hasil pembacaan sensor Ultrasonik HC-SR04. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 ini dilakukan dengan menghubungkan sensor ultrasonik HC-SR04 ke *Arduino mega*, kemudian diberikan objek dengan jarak yang telah ditentukan untuk diamati nilai sensor pada pembacaan di serial monitor arduino IDE. Berikut uji coba sensor terhadap jarak pada gambar 11.



Gambar 11. Uji coba Jarak Sensor HC-SR04

Pada tabel 1 merupakan hasil pengujian respon jarak sensor ultrasonic terhadap objek

Tabel 1. Pengujian respon jarak terhadap objek

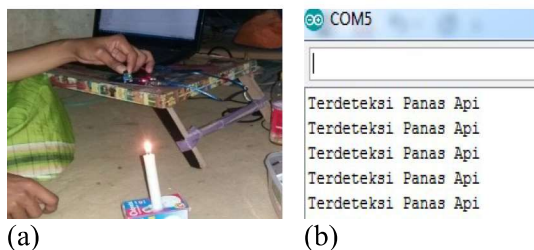
No	Set Jarak (cm)	Pembacaan Sensor (cm)	Selisih (cm)
1	10	10	0
2	20	20	0
3	30	30 – 31	1
4	40	40 – 41	1
5	50	50 – 51	1
6	60	60 – 61	1
7	70	70 – 71	1
8	80	80 – 81	1
9	90	90 – 92	2
10	100	100 – 102	2
11	135	135 – 137	2
12	150	150 – 153	3
13	170	170 – 173	3
14	190	190 – 194	4
15	200	200 – 205	5
Jumlah			27
Rata-rata error			1.8

B. Pengujian Sensor Api

Uji coba ini menggunakan lilin sebagai sumber apinya. Jika sensor api mendeteksi keberadaan api, D0-Led akan menyala sebagai informasi bahwa api terdeteksi. Sensor api mempunyai sudut pembacaan 60 derajat dan beroperasi pada suhu -25 sampai 85 derajat *celcius* dengan jarak deteksi 20 cm – 100 cm. Ketika proses pengujian sensor, api yang digunakan tidak boleh terlalu dekat dan menyentuh langsung dengan led hitam dari sensor untuk menghindari kerusakan. Berikut uji coba sensor api pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12.(a) Uji coba sensor api tanpa api, (b) Tampilan sensor api di *Arduino IDE*

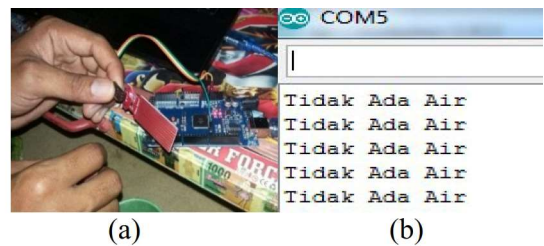


Gambar 13. (a) Uji coba sensor api tanpa api,

(b) Tampilan sensor api di *Arduino IDE*

C. Pengujian Sensor Air

Pengujian sensor air dilakukan untuk mengetahui sensor tersebut mendeteksi air apa tidak. Modul sensor air berfungsi seperti saklar yang mengubah nilai logika keluarannya, sensor ini akan berubah nilainya dipengaruhi oleh air. Sehingga kedua kutup konduktor pada sensor akan terhubung dengan air yang bersifat sebagai konduktor penghantar listrik. Berikut uji coba sensor air pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14.(a) Uji coba sensor air tanpa air, (b) Tampilan sensor air di *Arduino IDE*



Gambar 15.(a) Uji coba sensor air terhadap air, (b) Tampilan sensor air di *Arduino IDE*

D. Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem jika terdapat beberapa halangan dengan jarak yang berbeda. Pengujian dilakukan di lab elektro Universitas Trunojoyo Madura, hasil respon alat dicatat sebagai data uji coba. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Respon Output

Pengujian Ke-	Jarak Halangan		Output			
	Sensor 1 (cm)	Sensor 2 (cm)	Respon Vibrator (PWM)		Respon Buzzer (PWM)	
			Respon	Waktu	Respon	Waktu
1	106	87	75	Berhasil	75	Berhasil
2	31	37	255	Berhasil	225	Berhasil
3	77	57	75	Berhasil	75	Berhasil
4	66	46	165	Berhasil	165	Berhasil
5	56	36	165	Berhasil	165	Berhasil
6	34	39	255	Berhasil	255	Berhasil

7	35	41	165	Berhasil	165	Berhasil
8	51	36	165	Berhasil	165	Berhasil
9	160	165	Mati	Berhasil	Mati	Berhasil

Dari hasil pengujian alat bekerja sesuai dengan algoritma yang ada di program arduino mega 2560 dan sesuai dengan yang diinginkan. Algoritma *fuzzy* pada program sudah sesuai dengan output. Apabila sensor 1 dan sensor 2 mendeteksi sesuai dengan range-range pada *membership function* maka mikrokontroler akan memproses program *fuzzy* agar sesuai dengan output yang diharapkan.

Pada percobaan yang ke-5 sensor 1 membaca jarak 56 dan sensor 2 membaca 36, *output* yang dihasilkan “sedang” dengan *PWM* 165 pada uji coba alat, pada perhitungan matematis dengan jarak yang sama *output* yang dihasilkan “sedang” dengan *PWM* 165. Sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan perhitungan secara manual. Pada percobaan ke-6 sensor 1 membaca jarak 160 cm dan sensor 2 membaca jarak 165, *output* yang dihasilkan mati karena pada jarak tersebut dikondisikan *output* mati untuk menghindari getar terus.

- Pengujian Respon Output Terhadap Api

Pada tabel 3 merupakan hasil pengujian respon *output* terhadap api.

Tabel 3. Pengujian respon *output* terhadap api

Pengujian ke-	Intensitas (1)	Intensitas (2)	Output		Keterangan
			Getar	Bunyi	
1	185	181	Cepat	Cepat	Berhasil
2	194	150	Cepat	Cepat	Berhasil
3	200	292	Cepat	Cepat	Berhasil
4	248	289	Sedang	Sedang	Berhasil
5	302	332	Sedang	Sedang	Berhasil
6	347	385	Sedang	Sedang	Berhasil
7	496	578	Pelan	Pelan	Berhasil
8	522	591	Pelan	Pelan	Berhasil
9	566	506	Pelan	Pelan	Berhasil

Dari tabel 3 dapat dijelaskan bahwa *output* yang didapatkan pada program *fuzzy* sesuai dengan program algoritma. Hasil dari perhitungan secara matematis sesuai dengan *output* pada alat. Semakin dekat jarak sensor dengan api maka nilai pembacaan sensor semakin kecil. Hal tersebut disebabkan karena intensitas cahaya yang terbaca oleh sensor semakin besar akan tetapi jika letak api jauh dari sensor maka nilai yang didapat oleh sensor semakin besar karena intensitas yang terbaca oleh sensor semakin kecil.

- Pengujian Respon Output Terhadap Air
 Pada tabel 4 merupakan hasil pengujian respon *output* terhadap air.

Tabel 4. Pengujian respon output terhadap air

Pengujian ke-	Ada Air	Tidak Ada Air	Output	Keterangan
1	ya	-	Bunyi	Berhasil
2	-	ya	Mati	Berhasil

Dari tabel 4 dapat dijelaskan bahwa alat bekerja dengan baik. Sistem sensor air pada alat ini sama seperti saklar, hanya dapat bekerja ketika sensor mendapat *input* air. Ketika tidak mendapat air kondisi sensor 0 sehingga *outputbuzzer* akan mati.

Berdasarkan hasil pengujian sistem rancang bangun tongkat tunanetra, pengujian *hardware* dan *software*, dapat dianalisa bahwa alat ini dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian sensor ultrasonik pada alat ini memiliki selisih *error* 1 - 5 cm dengan rata-rata *error* 1,8. Semakin jauh sensor mendeteksi objek, maka *error* semakin besar. Tingkat kepresisian pembacaan sensor dipengaruhi oleh objek yang tidak rata dan kondisi sensor yang bergerak. Uji coba program *fuzzy* pada alat ini dapat dianalisa bahwa algoritma *fuzzy* sudah sesuai dengan perhitungan secara matematis. Pada bagian pengujian sensor api pada alat sudah sesuai dengan program algoritma. Pada algoritma sensor api, sensor akan mendeteksi keberadaan api dengan sudut 60 derajat, sehingga dapat dianalisa bahwa sensor api berjalan dengan baik.

Untuk pengujian sensor api dengan intensitas (1) 522 dan intensitas (2) 591 didapat *output* “pelan” sedangkan pada perhitungan matematis *output* yang didapat “pelan”, dengan hasil yang didapat dari kedua pembuktian, bahwa sistem pada alat sudah berjalan sesuai algoritma *fuzzy* pada arduino. Sehingga sensor api membaca keberadaan api dengan baik. Sensor air akan mengaktifkan *buzzer* jika keberadaan air terdeteksi dan jika tidak terdeteksi maka *output* tidak akan menyala. Secara keseluruhan sistem tongkat cerdas tunanetra dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dijelaskan pada bagian ini :

1. Hasil penelitian ini dapat menciptakan pengguna tunanetra lebih mandiri
2. Alat ini mampu mendeteksi halangan dengan jarak lebih dari 1 meter dengan *output* sebagai media informasi kepada pengguna. Sensor ultrasonik memiliki rata-rata *error* 1,8.
3. *Output* yang dihasilkan bervariasi, untuk deteksi halangan memiliki 3 parameter *output* yaitu, vibrator dan *buzzer* akan bergetar dan berbunyi pelan, vibrator dan *buzzer* akan bergetar dan berbunyi sedang, vibrator akan bergetar dan berbunyi panjang, *input* sensor akan diproses oleh program *fuzzy* dan *output* yang dihasilkan akan dieksekusi sesuai dengan keputusan program *fuzzy* yang telah diprogram pada arduino mega 2560.
4. Sensor api mendeteksi api dengan sudut 60 derajat dan suhu -25°C sampai 85°C dengan jarak 20 cm -100 cm.
5. Sensor air pada alat ini akan memberikan informasi berupa bunyi *buzzer*. Sensor akan memberikan *output* jika sensor mendeteksi keberadaan air. Jika tidak maka sensor tidak akan memberikan *output*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andreas, Wisnu Wendanto. 2016. “*Tongkat Bantu Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino*”. Jurnal Ilmiah Go Infotech Volume. 22, No.1.
- [2] Guritno Putut Taruna Bagus. 2017, “*Deteksi Kebakaran Rumah Tinggal Berbasis Wifi*”. Jurnal Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Yogyakarta.
- [3] Alfiansyah Ahmad. 2014. “*Model Otomatis Filter Air Kolam Berbasis Mikrokontroler*”. Jurnal Ilmu Komputer Universitas Pakuan. Bogor.
- [4] Athia Saelan. 2009. Logika Fuzzy, Struktur Diskrit.