

OPTIMASI PENGANTAR MUNISI LOADER MORTIR 81 mm DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Nanda Meichandra

Abstrak: Mortir adalah senjata artileri yang diisi dari depan, dan menembakkan munisi dengan kecepatan yang rendah, dengan jarak jangkauan dekat, dan perjalanan peluru yang tinggi lengkungan parabolnya. Sifat-sifat ini bertolak belakang dengan artileri besar, seperti meriam dan howitzer, yang minisinya bergerak dengan kecepatan tinggi, jarak jangkauan yang jauh, dan lengkungan yang lebih rendah. Umumnya sebuah perangkat mortar moderen terdiri dari sebuah tabung di mana peluru mortar dijatuhkan kepada mekanisme penembakan yang meledakkan bahan kimia untuk melontarkannya. Dengan menggunakan loader sehingga dapat mempermudah prajuri dalam melaksanakan penembakan sehingga terlindung dari lindung tinjau dan lindung tembak. Loader ini dikontrol dengan mikrokontroler arduino uno dan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk melaksanakan penembakan.

Kata kunci: Loader Mortir 81, metode *fuzzy logic*, mikrokontroler arduino uno

Mortir adalah senjata artileri yang diisi dari depan, dan menembakkan munisi dengan kecepatan yang rendah, dengan jarak jangkauan dekat, dan perjalanan peluru yang tinggi lengkungan parabolnya. Sifat-sifat ini bertolak belakang dengan artileri besar, seperti meriam dan howitzer, yang minisinya bergerak dengan kecepatan tinggi, jarak jangkauan yang jauh, dan lengkungan yang lebih rendah. Umumnya sebuah perangkat mortar moderen terdiri dari sebuah tabung di mana peluru mortar dijatuhkan kepada mekanisme penembakan yang meledakkan bahan kimia untuk melontarkannya.

Dalam hal ini membutuhkan kecepatan pengisian munisi pada masing-masing alutsista yang digunakan, seperti contoh pada panser anoa yang akhir-akhir ini dibuat oleh PT pindad tetapi terdapat koreksi karena pengisian munisi mengurangi keamanan personil. Jadi jika personil akan mengisi munisi, maka personil harus keluar dari badan panser. Hal ini akan menyebabkan personil tidak aman atau tidak taktis karena dapat terbidik oleh musuh.

Senjata mortar yang digunakan TNI AD Salah satunya mortar 81 mm yang digunakan Infanteri Mekanis. Mortir 81 mm hasil modifikasi dari mortar buatan pabrik Salgat dengan jenis Tampela di Finlandia dan untuk memudahkan pergerakan mortar ini, maka TNI mengadopsi alutsista mortar kaliber 81 mm pada kendaraan tempur Anoa. Dalam hal ini untuk metode penembakan masih manual atau menggunakan tenaga manusia.

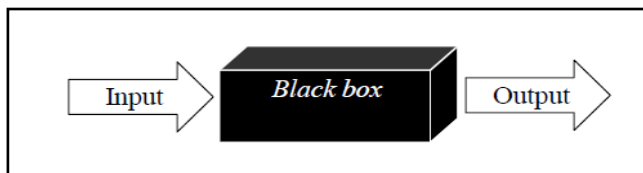
Dengan adanya koreksi tersebut kami mencoba merancang Loader Mortir 81 pada Panser Anoa Pindad. Untuk mempermudah prajurit dalam melaksanakan penembakan, tanpa harus keluar dari badan panser dan terlindung dari tinjauan musuh. Hal tersebut untuk mengurangi resiko cedera pada prajurit.

METODE

Fuzzy Logic

Kontrol program ini meliputi kontrol pertimbangan kondisi dan keputusan, kontrol pengulangan serta kontrol alternatif (Eko Waskito, 2015). Logika *fuzzy* pertama dikenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Baptista sunu, 2015). Logika *fuzzy* merupakan suatu metode pengambilan keputusan berbasis aturan yang digunakan untuk memecahkan keabu-abuan masalah pada sistem yang sulit

dimodelkan atau memiliki ambiguitas. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy* seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Logika Fuzzy sebagai *Black box*

Pada Gambar 1. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam yang dimaksudkan adalah metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik. Adapun beberapa alasan mengapa digunakannya logika *fuzzy* adalah:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti.
2. Penggunaan logika *fuzzy* yang fleksibel.
3. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
4. Tidak perlu adanya proses pelatihan untuk memodelkan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar.
5. Logika *fuzzy* didasari pada bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

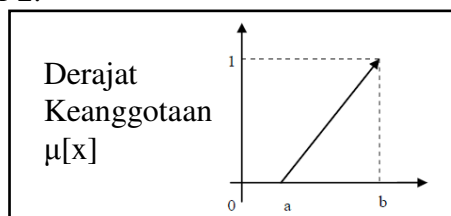
Himpunan *fuzzy* disebut himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A yang dituliskan dengan $[x]$, dimana memiliki dua buah kemungkinan nilai yaitu:

1. Satu (1), yang memiliki arti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu.
2. Nol (0), yang memiliki arti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu.

Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan *fuzzy* adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam derajat keanggotaannya yang nilainya berkisar antara 0 hingga 1.[11] Beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu:

1. Representasi Linear Representasi Linear adalah pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat 2 kemungkinan, yaitu:
 - a. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke arah kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Untuk grafik representasi kurva naik dapat dilihat pada Gambar 2.

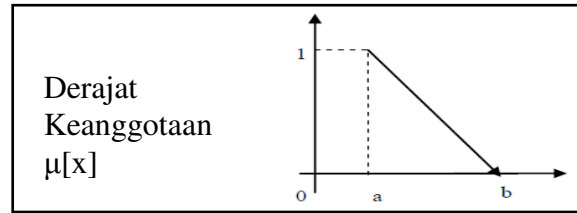


Gambar 2. Representasi Kurva *Linear Naik*.

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Penurunan himpunan dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Untuk grafik representasi kurva turun dapat dilihat pada Gambar 3.

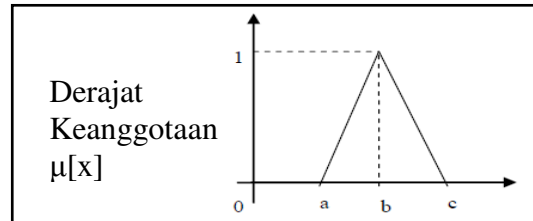


Gambar 3. Representasi Kurva *Linear Turun*

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga Kurva segitiga pada dasarnya terbentuk dari gabungan antara 2 garis (linear). Representasi kurva segitiga dapat dilihat pada Gambar 4.

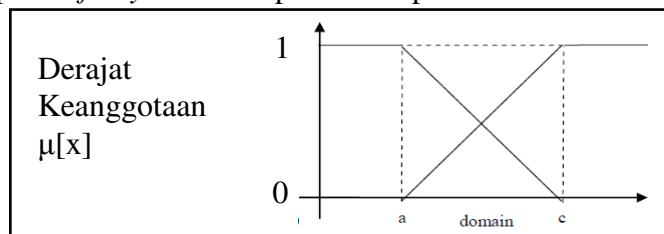


Gambar 4. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Representasi Kurva Bahu Daerah yang terbentuk di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan fuzzy “bahu”, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Himpunan fuzzy ‘bahu’ dapat dilihat pada Gambar 5.



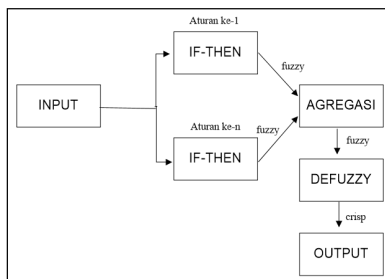
Gambar 5. Representasi Kurva Bahu

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq a \\ 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq b \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Sistem Inferensi *Fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF-THEN, dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem *Fuzzy Tsukamoto*

Sistem inferensi *fuzzy* menerima input crisp. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan *fuzzy* dalam bentuk IF-THEN (Ario Gunawan, 2015). *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output sistem.

Pada dasarnya, metode tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*firestrength*). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan *defuzzy* dengan konsep rata-rata terbobot.

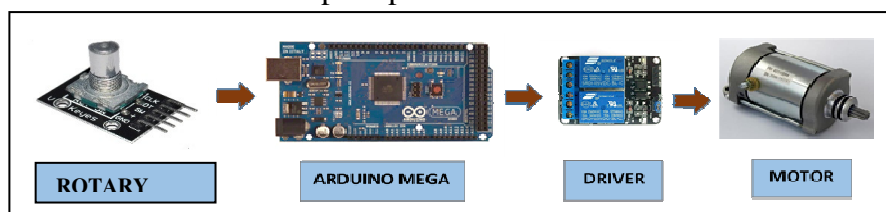
Misalkan ada variabel *input*, yaitu x dan y , serta satu variabel *output* yaitu z . Variabel x terbagi atas 2 himpunan yaitu $A1$ dan $A2$, variabel y terbagi atas 2 himpunan juga, yaitu $B1$ dan $B2$, sedangkan variabel *output* Z terbagi atas 2 himpunan yaitu $C1$ dan $C2$. Tentu saja himpunan $C1$ dan $C2$ harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan 2 aturan sebagai berikut:

IF x is $A1$ and y is $B2$ THEN z is $C1$

IF x is $A2$ and y is $B2$ THEN z is $C2$

Skema Pemodelan Arsitektur

Skema arsitektur dalam pembuatan alat ini sangat dibutuhkan karena akan mempermudah pembacaan sistem kerja program alat yang akan dibuat. Sekema arsitektur dalam alat ini akan merancang suatu alat optimasi loader mortir 81 pada panser anoa. Pada pernacangan alat ini akan dijelaskan cara kerja alat melalui blok diagram dan diagram alir program. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Diagram blok sistem secara keseluruhan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem dalam Gambar 3.1 dapat dijelaskan sistem kerja alat sebagai berikut:

1. Sensor rotary encoder berfungsi untuk mendeteksi pergerakan motor lengan dan motor loader.
2. Apabila sensor rotary encoder mendeteksi pergerakan motor lengan dan motor loader, maka sensor rotary encoder akan memberikan sinyal data ke mikrokontroler IDE Arduino Uno R3. Kemudian akan diolah mikrokontroler IDE Arduino Uno R3. Sinyal data yang dikirim berupa kondisi sensor sensor rotary dan juga daya yang terdapat pada tiap sensor rotary.
3. Setelah diolah oleh mikrokontroler IDE Arduino Uno R3, selanjutnya data di kirimkan ke motor melalui driver motor.
4. Motor akan berputar ke kiri dan ke kanan sesuai dengan input yang dikirimkan melalui mikrokontroler Arduino Uno.

Diagram Alir Program

Untuk lebih memahami cara kerja dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir program pada Gambar 8.

1. Untuk mengaktifkan program dengan cara menghidupkan *power*, kemudian terjadi proses inisialisasi *port*.
2. Selenoid akan aktif apabila sensor *limit switch* menyentuh badan munisi dan Motor 1 akan aktif, bergerak menghantarkan munisi ke atas.
3. Setelah menyentuh *limit switch* atas, motor 2 akan aktif bergerak menghantarkan munisi ke mulut laras.
4. Setelah menyentuh *limit switch* lengan bawah, Selenoid akan *off* dan munisi akan masuk kedalam laras.
5. Setelah munisi masuk kedalam laras sensor *limit switch* akan *On*, Motor 2 akan bergerak keatas sampai menyentuh *limit switch* atas.
6. Motor 1 akan *On* bergerak kebawah sampai menyentuh *limit switch* bawah dan kembali ke posisi *start*.

PEMBAHASAN

Pengujian loader mortir 81 mm terhadap Jarak, waktu dan respon apabila ada gangguan.

Dari hasil pengujian yang akan dilaksanakan, didapatkan data-data hasil pengujian. *Limit Switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi katup Dengan fungsi *push button*, dapat mendeteksi gerakan dari suatu alat untuk dapat mengendalikan atau menghentikan gerakan dari alat tersebut sehingga dapat membatasi gerakan agar tidak sampai melebihi batas [8]. Pengujian loader mortir 81mm yang dilakukan meliputi jarak dan waktu dalam pengisian munisi loader mortir 81mm. Pengujian ini juga mengukur waktu berdasarkan jarak antara penembak dan ujung laras. Maksudnya, waktu yang dibutuhkan penembak pada jarak (20 cm sampai 90 cm) loader akan kembali ke posisi start apabila ada gangguan. Pengujian dilakukan terhadap jarak dan waktu. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Percobaan pada saat ada gangguan pada jarak 20 cm sampai 90 cm.

NO	JARAK (CM)	WAKTU (DETIK)	ROTARY	KET
1	20	6,8	6,8	Kembali posisi start
2	30	7,5	7,5	Kembali posisi start
3	40	8,3	8,3	Kembali posisi start
4	50	9,1	86	Kembali posisi start

NO	JARAK (CM)	WAKTU (DETIK)	ROTARY	KET
5	60	9,9	103,2	Kembali posisi start
6	70	10,7	120,4	Kembali posisi start
7	80	11,4	137,6	Kembali posisi start
8	90	12,05	154,8	Kembali posisi start

Pengujian secara manual dilakukan untuk mendapatkan data gerak motor DC sebagai masukan perhitungan logika *fuzzy*.

Fungsi Keanggotaan:

Dekat (D):

$$\mu[D] = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ 0, & x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50-20}, & 20 < x < 50 \end{cases}$$

Sedang (S):

$$\mu[S] = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x-20}{50-20}, & 20 < x \leq 50 \\ \frac{90-x}{90-50}, & 50 < x < 90 \end{cases}$$

Jauh (J):

$$\mu[J] = \begin{cases} 1, & x \geq 90 \\ 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{90-50}, & 50 < x < 90 \end{cases}$$

Penentuan derajat keanggotaan atau disebut juga proses fuzzifikasi dilakukan dengan persamaan yang ditunjukkan pada persamaan diatas.

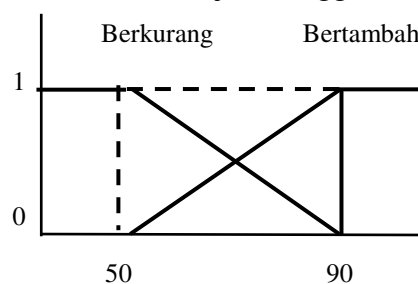
Penentuan Rule Base

Pada metode Tsukamoto perhitungan logika fuzzy dilakukan pada *loader* untuk gerak motor dari kanan kekiri dan dari kiri kekanan. Penentuan jumlah rule didapatkan dari jumlah *range* yang diberikan oleh *loader* dipangkat dengan jumlah gerak motor yang digunakan untuk mencari nilai *z* yaitu 3 *range* yang digunakan (dekat, sedang, jauh) sehingga rule base yang digunakan adalah $3^2 = 6$ aturan.

Penentuan Rule base pada *loader*

1. Jika *loader* dekat dan ada munisi maka *z* adalah 1
2. Jika *loadersedang* dan ada munisi maka *z* adalah 1
3. Jika *loader* Jauh dan ada munisi maka *z* adalah 1
4. Jika *loader* dekat dan tidak ada munisi maka *z* adalah 0
5. Jika *loadersedang* dan tidak ada munisi maka *z* adalah 0
6. Jika *loader* Jauh dan tidak ada munisi maka *z* adalah 0

Salah satu himpunan Fuzzy untuk output *Z* dan motor ditunjukkan pada gambar 9. Pada Gambar 9 menunjukkan nilai output *Z* akan bertambah atau berkurang sesuai *rule base* yang telah ditentukan sesuai nilai derajat keanggotaan pada *loader* dan motor.



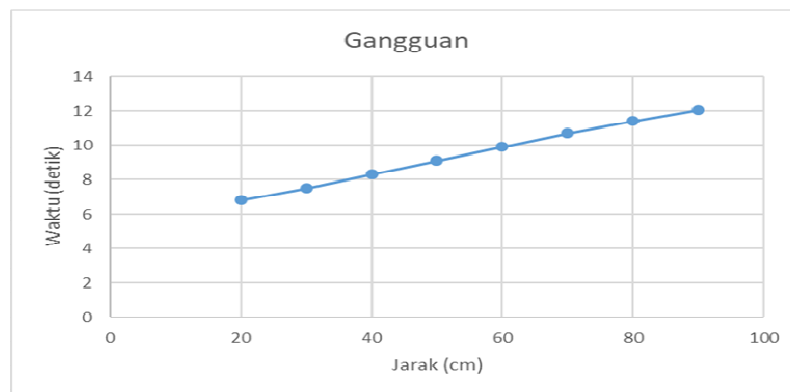
Gambar 9. Himpunan Fuzzy Output

Perhitungan *fire strength* pada loader ditentukan berdasarkan persamaan dibawah ini, sesuai dengan *rule base*.

$$\mu_{\text{Pr putaran motor berkurang}} [Z] = \begin{cases} 1, & Z \leq 6,8 \\ 0, & Z \geq 154,8 \\ \frac{154,8 - Z}{154,8 - 103,2}, & 6,8 < Z < 154,8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Pr putaran motor bertambah}} [Z] = \begin{cases} 0, & Z \leq 6,8 \\ 1, & Z \geq 154,8 \\ \frac{Z - 6,8}{154,8 - 103,2}, & 6,8 < Z < 154,8 \end{cases}$$

Grafik data hasil percobaan pada saat ada gangguan



Gambar 10. Grafik Percobaan pada saat ada gangguan

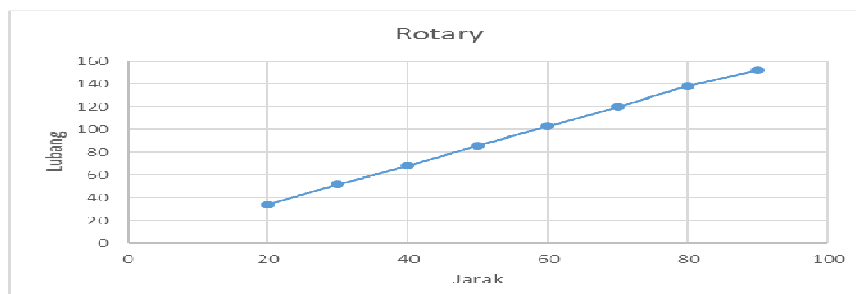
Pengujian loader mortir 81mm menghantar munisi ke laras terhadap jarak dan waktu.

Setelah melakukan pengujian, loader mortir 81mm, telah dibuktikan fungsinya bekerja dengan baik. Pengujian ini juga mengukur respon waktu berdasarkan jarak antara penembak dan ujung laras. Maksudnya, waktu yang dibutuhkan pada saat melakukan penembak dengan jarak ke laras 90 cm. Pengujian dilakukan terhadap jarak dan waktu. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Percobaan saat melaksanakan penembakan dengan jarak laras 90 cm.

NO	WAKTU (DETIK)	ROTARY (LOBANG)	RESPON
1	15,11	154	NAIK
2	15,69	152	NAIK
3	15,74	153	NAIK

Grafik data percobaan pada saat menghantarkan munisi ke laras



Gambar 11. grafik Percobaan saat melaksanakan penembakan dengan jarak laras 90 cm.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian terhadap alat, dapat diketahui bahwa alat berfungsi dengan baik sesuai dengan harapan. Waktu yang dibutuhkan untuk menghantarkan

munisi terhadap jarak penghantaran munisi kelaras, pada saat gangguan selalu berbeda - beda.

1. Berdasarkan data hasil percobaan didapatkan bahwa untuk jarak 90 cm membutuhkan waktu rata-rata 15,11 detik.
2. Sedangkan pengujian pada saat gangguan pada jarak 50 cm membutuhkan waktu rata-rata 9,1 detik, jarak 70 cm membutuhkan waktu rata-rata 10,7 detik, jarak 90 cm membutuhkan waktu rata-rata 12,05 detik. Hal ini menunjukkan adanya penurunan respon alat berdasarkan jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- Baptista sunu adityanta, Robot cerdas menggunakan metode fuzzy logic, 2015.
- Gunawan, Ario, Penerapan Fuzzy-Query Database Pada Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan Beasiswa
- Santoso, Budi, Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Dan pemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. 2014.
- Waskito. Eko. Miniatur Otomatisasi Bel Listrik Dan Pintu Gerbang Sekolah Menggunakan Mikrokontroler Atmega81.