

Rancang Bangun Penunjuk Arah Dan Jarak Suara Tembakan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Raspberry Pi

Rian Arbianto Prayogo¹⁾, Dekki Widiatmoko²⁾, Budi Harijanto³⁾

Jalan Raya Anggrek Desa Pendem Kecamatan Junrejo, Batu.

Jurusan Elektro Prodi D4 Teknik Elkasista Poltekad Kodiklatad

¹⁾ Prodi Elkasista ²⁾ Jurusan Elektro Poltekad ³⁾ Kordos Akademi Militer

rianarbiprayogo@gmail.com¹⁾, dekki101067@gmail.com²⁾, harjanto28@gmail.com³⁾

Design of Directions and Shot Sound Distance Using Fuzzy Logic Method Based on Raspberry Pi

Abstract - The rise of a shooting incident that occurred in the border areas of the Republic of Indonesia is a big loss for the state in terms of personnel. Technological developments can be used as an alternative in the military world to help the role of soldiers so as to reduce personnel losses. This study aims to create a system for detecting the direction and distance of gunshots. This study uses an experimental method. This gunshot detection system also applies the Fuzzy Logic Method which is applied to the Raspberry Pi 4 and Microphone Max 4466 which is expected to detect the direction and distance of gunshots. This Fuzzy Logic method is used as an inference system or decision maker according to the input given. Fuzzy Logic broadly consists of fuzzification, rule base, and defuzzification. Fuzzification is useful for input normalization, so that the input quantity is in accordance with the fuzzy magnitude, namely the value in the range 0 to 1. After that, enter the rule base where in this step, the input set is compared with the rules or provisions of sound decibels so that it can be classified whether the distance and the direction of the captured sound is in the data range that has been programmed, in this step the signal is analyzed how much decibel sound SS2-V1 is by the MAX 4466 sensor. The conclusion is done by defuzzification, so the final result is that the closest distance to a gunshot at 1 meter is 250 Decibels.

Keyword : SS2-V1, Fuzzy Logic, Raspbery Pi 4

Abstrak –Maraknya suatu peristiwa penembakan yang terjadi di daerah perbatasan NKRI merupakan kerugian besar yang dialami negara dalam aspek personil. Perkembangan teknologi dapat dijadikan alternatif dalam dunia militer untuk membantu peran prajurit sehingga mengurangi kerugian personel. Penelitian ini bertujuan membuat suatu sistem pendeteksi arah dan jarak suara tembakan. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pada sistem pendeteksi suara tembakan ini menerapkan juga Metode Fuzzy Logic yang diterapkan pada Raspberry Pi 4 dan Microphone Max 4466 yang diharapkan mendeteksi arah dan jarak suara tembakan. Metode Fuzzy Logic ini sebagai inference sistem atau penentu keputusan sesuai dengan input yang diberikan. Fuzzy Logic secara garis besar terdiri dari fuzzifikasi, rule base, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi berguna untuk normalisasi input, sehingga besaran input yang sesuai dengan besaran fuzzy yakni nilai pada range 0 sampai 1. Setelah itu masuk ke rule base dimana pada langkah ini, himpunan input dibandingkan dengan rule atau ketentuan-ketentuan decibel suara sehingga dapat diklasifikasikan apakah jarak dan arah suara yang tertangkap berada pada range data yang sudah diprogram, pada langkah ini sinyal dianalisa seberapa besar decibel suara SS2- V1 oleh sensor MAX 4466..Kesimpulannya dilakukan oleh defuzzifikasi, sehingga hasil akhirnya bahwa jarak terdekat suara tembakan pada 1 meter sebesar 250 Decibel.

Kata Kunci : SS2-V1, Fuzzy Logic, Raspbery Pi 4

I. PENDAHULUAN

Pada level internasional Eksistensi Indonesia sebagai negara kepulauan telah diakui oleh dunia melalui Konvensi Hukum Laut PBB (Meksasai Indra, 2013). Sehingga Indonesia mempunyai banyak wilayah-wilayah perbatasan yang perlu dijaga. Di zaman mutakhir seperti sekarang ini batas wilayah suatu negara sangat penting dikarenakan batas wilayah suatu negara merupakan garis batas pemisah kedaulatan suatu negara yang didasarkan atas hukum internasional. Pengelolaan wilayah perbatasan yang berkaitan dengan kedaulatan negara merupakan rangka untuk menunjukkan eksistensi negara Indonesia sebagai sebuah organisasi negara dalam kancah politik internasional melalui penjagaan terhadap wilayah perbatasan. Maka dari itu batas wilayah yang terdiri dari batas darat, laut dan udara perlu dijaga dengan baik oleh pemerintah, terutama di bidang kementerian pertahanan.

Berkaitan dengan masalah pertahanan di era yang modern ini semua negara berlomba-lomba untuk membuat alutsista maupun sistem pertahanan yang terbaik dengan menggunakan teknologi mutakhir. Maka dari itu untuk menunjang sistem pertahanan di Indonesia perlu dibuat teknologi sistem pertahanan yang canggih terutama pada instansi TNI khususnya TNI AD yang dimana instansi tersebut mempunyai peran yang sangat penting dalam menjaga kedaulatan negara Republik Indonesia pada batas darat.

Pada umumnya di batas darat Republik Indonesia diberi pos-pos penjagaan satuan

tugas daerah rawan kelompok kriminal bersenjata. Di daerah rawan tersebut seringkali terjadi penembakan misterius yang mengakibatkan banyak korban meninggal pada saat menjaga pos. Pada saat terjadi tembakan seringkali personel yang sedang bertugas mengalami kebingungan dan tidak mengetahui arah sumber tembakan dan juga jarak sumber tembakan dari musuh. Hal tersebut dikarenakan pendengaran atau indera pada prajurit TNI mempunyai keterbatasan dalam mendengarkan suatu suara apalagi pada posisi atau jarak yang cukup jauh. Berdasarkan pembelajaran di bidang elektronika terdapat suatu alat yang bisa menggantikan fungsi atau kerja dari indera yang dimiliki manusia yang sering disebut sebagai sensor. Sensor adalah suatu benda yang berfungsi mendeteksi suatu gejala atau sinyal yang bersumber dari adanya perubahan suatu energi berupa energi kimia, energi panas, energi fisika, energi mekanik dan lainnya (Anugrah, 2015). Sensor pun mempunyai beberapa jenis seperti sensor panas, sensor suara, sensor cahaya, sensor jarak, sensor suhu dan masih banyak lagi sensor lainnya. Dari beberapa sensor tersebut sensor yang mempunyai fungsi yang hampir sama seperti pendengaran manusia adalah sensor suara. Sehingga menurut peneliti sensor suara merupakan sensor yang tepat untuk mendeteksi suara tembakan.

Sensor Suara adalah sensor yang dapat mengubah besaran suara agar diubah menjadi besaran listrik, Sensor ini bekerja ditentukan

besar kecilnya suatu kekuatan gelombang suara yang diterima, dimana apabila gelombang suara tersebut mengenai membran sensor, yang menyebabkan adanya pergerakan pada membran sensor yang memiliki kumparan kecil-kecil sehingga menghasilkan suatu besaran listrik, kecepatan geraknya kumparan kecil tersebut bisa menentukan kuat lemahnya suatu gelombang listrik yang akan dihasilkan, seperti contoh komponen yang termasuk dalam sensor ini adalah condenser microphone atau mic (Tuwaidan et al., 2015). Namun agar sensor itu bisa dikonversikan dengan baik maka kita perlu menggunakan metode adaptif. Metode adaptif ini dapat diterapkan dalam sensor suara sehingga metode ini dapat bekerja dengan menggunakan sistem pembelajaran fuzzy logic. Fuzzy logic adalah suatu metode yang menggunakan logika untuk menjelaskan suatu ketidakpastian, atau logika himpunan yang menyelesaikan suatu ketidakpastian. Logika fuzzy ini juga bisa merubah hasil linguistik menjadi numerik yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, logika fuzzy ini mempunyai derajat antara 0 sampai 1 (Irfan et al., 2018). Sehingga menurut peneliti metode fuzzy logic dapat mendukung sensor dalam mendeteksi suara. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuat sebuah penelitian dengan judul **“RANCANG BANGUN PENUNJUK ARAH DAN JARAK SUARA TEMBAKAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS RASPBERRY PI”**

II. METODE PENELITIAN

▪ Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : di Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Sistem Senjata Poltekad Kodiklatad.

Waktu : 9 Bulan (Maret-November 2021)

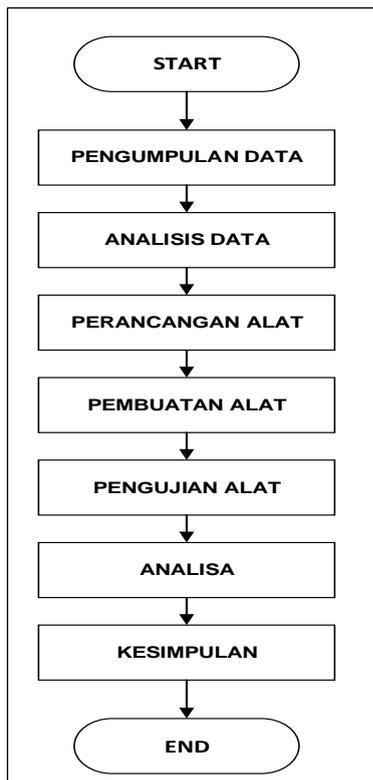
▪ Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode yang akan mendapatkan data untuk penelitian secara kuantitatif agar bisa membuktikan hipotesa. Metode dikenal dengan sebutan *Development Life Cycle Waterfall Diagram* dan penelitian eksperimen. Metode *Development Life Cycle System Waterfall Diagram* adalah penerapan tahapan dari analisa sistem sebelumnya yang berdasar dari teori-teori terdahulu sesuai target yang akan dicapai, mulai dari desain sistem, implementasi sistem, uji coba sistem, dan perbaikan sistem. Sedangkan metode eksperimen berguna untuk membuktikan hasil dari analisa penelitian.

- Variabel Terikat merupakan suatu variable yang dipengaruhi karena adanya variable bebas atau merupakan suatu faktor yang mempengaruhi hasil penelitian secara langsung. Variabel terikat dalam penerapan penelitian Alat Pendeteksi Suara Tembakan ini menggunakan Suara, Frekuensi, dan Amplitudo.

- Variabel Bebas merupakan suatu variable yang mempengaruhi perubahan atau timbulnya variable terikat atau variabel berfungsi sebagai pendukung variable Alat Pendeteksi Suara Tembakan ini menggunakan Arus Listrik, Tegangan dan Daya.

Diagram alir penelitian Rancang Bangun Penunjuk Arah Dan Jarak Suara Tembakan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Raspberry Pi 4.0 terdapat pada gambar 1. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan data dengan proses antara lain:



Gambar 1.Diagram Alir Penelitian

a. Analisa pengumpulan data.
Menganalisa data yang dibutuhkan untuk penelitian dengan menggunakan studi literatur dengan mengumpulkan data yang berkaitan dengan alat pendeteksi suara tembakan.

b. Perancangan alat.
Perancangan alat menggunakan komponen-komponen yang dipertimbangkan dari aspek teoritis.

c. Pembuatan alat.
Setelah Perancangan alat selanjutnya membuat produk nyata rangkaian yang dirancang seperti codingan pada alat sehingga dapat menunjukkan hasil sesuai rencana dalam perhitungan teoritis.

d. Pengujian alat.
Pengujian alat dilaksanakan di lapangan tembak dengan peralatan instrumentasi yang sesuai. Pengujian dilaksanakan berulang-ulang sampai menghasilkan hasil atau kemampuan alat yang direncanakan.

e. Analisa dan Kesimpulan alat.
Setelah Pengujian alat dilaksanakan Analisa dari hasil-hasil pengujian alat yang didapat di lapangan tembak. Sehingga bisa diketahui sesuai atau tidak dengan rencana dalam perhitungan teoritis.

III. LANDASAN TEORI

▪ Suara

Suara adalah sesuatu yang muncul disebabkan oleh getaran yang menghasilkan suatu gelombang, yang berasal dari perubahan tekanan udara secara cepat. Satuan yang digunakan untuk mengukur intensitas suara adalah desibel atau juga disingkat (dB) nama tersebut diambil dari penemunya yaitu Graham Bell yang dikenal sebagai penemu telepon, namun tidak hanya decibel terdapat juga satuan dari frekuensi suara adalah Hertz atau disingkat (Hz), diambil dari nama seorang ahli Fisika yaitu Heinrich Rudolf Hertz (Transform et al., 2014).

▪ **Frekuensi**

Frekuensi adalah banyak tiap getaran yang terjadi tiap satuan detik. Frekuensi sering dilambangkan dengan huruf f dan satuan frekuensi adalah Hertz (Hz) atau juga menggunakan satuan Cycle Per Second (cps)(Dasar, 2006).

▪ **Amplitudo**

Amplitudo adalah besar kecilnya suara yang ditimbulkan akibat adanya suatu getaran. sehingga besar kecilnya suara bis kita sebut amplitude .Satuan amplitude adalah Desibel(Dasar, 2006).

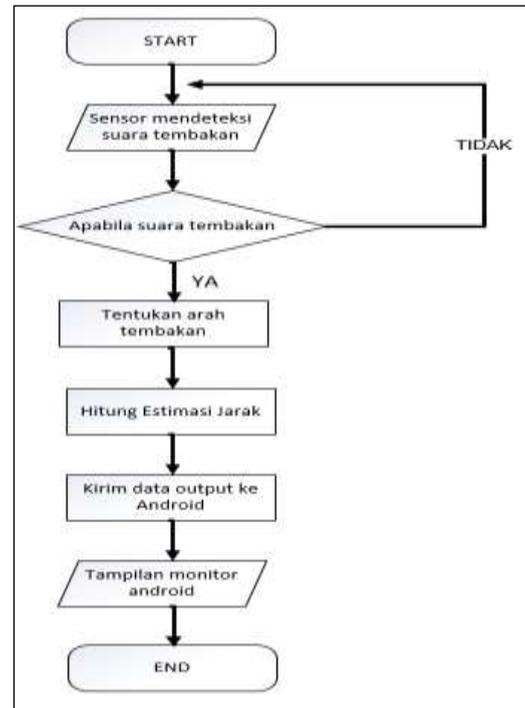
▪ **Sensor Max 4466**

Sensor Max 4466 adalah suatu jenis sensor yang mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik. Microphone merupakan salah satu alat yang berguna untuk membantu mempermudah komunikasi pada manusia (Rosita et al., 2020).

▪ **Fuzzy Logic**

Fuzzy logic adalah salah satu cabang keilmuan kecerdasan buatan yang digunakan untuk membangun suatu sistem cerdas. Fuzzy Logic sering digunakan dalam pemecahan masalah yang menjelaskan sistem bukan melalui angka-angka, melainkan secara linguistik, atau variabel-variabel yang mengandung ketidakpastian/ketidaktegasan. Nilai-nilai yang bersifat tidak pasti ini berdasarkan penalaran yang menggabungkan beberapa variable variable contohnya variabel numerik, variabel linguistik, dan aturan-aturan. (Fausi, 2018). Bojadziew G. dan Bojadziew M. (2007) menyatakan bahwa logika fuzzy

merupakan perluasan dari ilmu logika di dalam arti dari pembentukan fuzzy set dan fuzzy relation sebagai tools atau perangkat menjadi sistem yang penuh dengan nilai logika(Pemilihan et al., 2015).



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Gambar diatas adalah diagram alir rangkaian yang digunakan pada perancangan alat. Adapun penjelasan urutan kerja sistem pada diagram alir alat pendeteksi arah dan jarak suara tembakan adalah sebagai berikut :

- 1) Sensor Max 4466 membaca suara tembakan.
- 2) Suara tembakan tersebut akan dideteksi dan apabila benar akan dilanjutkan proses identifikasi dan apabila salah akan kembali ke pendeteksi sensor suara .
- 3) Setelah suara di identifikasi maka selanjutnya akan dideteksi arah dan jarak sumber suara tembakan tersebut.

4) Setelah suara dideteksi arah dan jarak sumber suara tembakan maka akan menjadikan suatu informasi yang berupa data.

5) Setelah data didapatkan selanjutnya data tersebut akan dikirimkan ke jaringan internet yang nantinya akan bisa diakses oleh hp android untuk menampilkan tampilan data dari suara tembakan SS2-V1.

Alat dan Bahan. Dalam penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang sesuai pada peruntukannya yaitu :

Table 1. Alat dan Bahan Pendeteksi Suara Tembakan.

NO	BAHAN	UKURAN	JUMLAH
1	Tinggi Alat	150 Cm	-
2	Lebar Alat	130 Cm	-
3	Diameter Corong	15 Cm	8
4	Dimensi kotak elektronika	25 x 16 x 5 Cm	1
5	Sisi Segetiga dasar	20 Cm	-
6	LCD Raspberry	3.5 Inchi	1
7	Sensor Suara(MAX 4466)	20.8 x 13.8 x 7.5 mm	8

Prosedur pembuatan alat.

a. Analisa Kebutuhan.

Melaksanakan analisa data dengan berdasarkan studi literatur, menentukan kebutuhan alat dan bahan penelitian,

mempersiapkan urutan perancangan sistem yang akan dikerjakan, mengkoordinir penyelesaian pembuatan alat, dan menentukan jadwal pelaksana penelitian.

b. Desain Alat Pendeteksi Suara Tembakan



Gambar 3. Desain Alat Pendeteksi Suara Tembakan

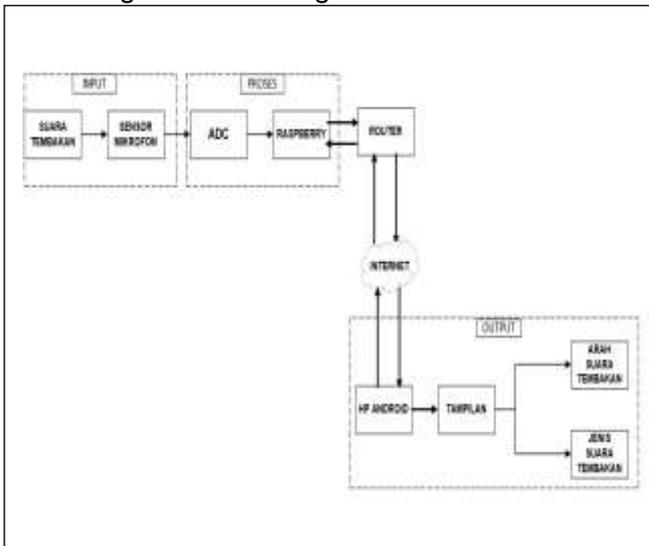
Gambar 3. tersebut merupakan desain perancangan Alat Pendeteksi Suara Tembakan terdapat dua buah gambar yang tampak depan alat pendeteksi suara tembakan dan hp android sebagai tampilan data.

c. Pengembangan System.

Dalam perencanaan pengembangan sistem ini menggunakan, blok diagram alat, desain sistem, pemodelan simulasi dalam mendukung pembuatan alat.

▪ **Blok Diagram Alat.**

Pada penelitian ini menggunakan blok diagram sesuai dengan alat yang digunakan, dapat dilihat dari gambar blok diagram alat sebagai berikut:



Gambar 4.Blok Diagram Alat Pendeteksi Suara Tembakan

Pada Gambar 3.4 ini menunjukkan pengambilan data pengujian jarak suara tembakan SS2-V1. Pada pengujian ini sensor Max 4466 membaca suara analog yang dibaca dari suara senjata SS-2-V1 yang ditembakkan dan menghasilkan keluaran analog yang terbaca pada aplikasi Audacity yang nanti akan diubah oleh ADC apabila akan dimasukkan ke dalam program pada Raspberry Pi 4. Pengujian alat pendeteksi suara tembakan tersebut dilaksanakan di lapangan tembak Pusdik Arhanud.

Pengujian pendeteksi suara tembakan ini mendapatkan beberapa nilai nilai yang berpengaruh terhadap jarak dan arah yaitu beberapa nilai seperti amplitudo yang dapat ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

HASIL PENELITIAN



Gambar 5. Pengambilan data pengujian jarak suara tembakan SS-1.

Table 2. Data pendeteksi Jarak

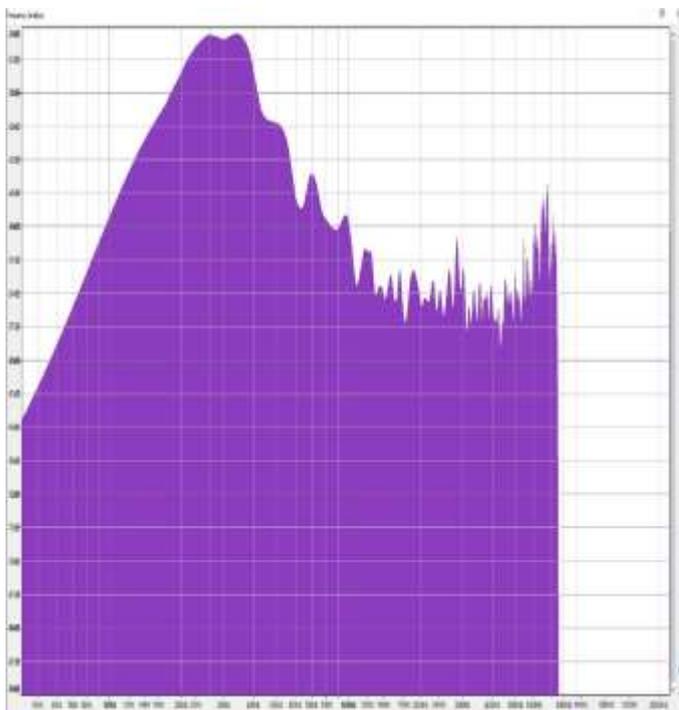
No	Jarak (meter)	Amplitudo (%)	Amplitudo (dB)
1	10	100	-17
2	20	100	-25
3	30	100	-20
4	40	100	-19
5	50	100	-15
6	60	80	-23
7	70	50	-30

Table 3. Data Pendeteksi Arah

NO	PERCOBAAN ARAH	AMPLITUDO(dB)								KESIMPULAN BENAR PEMBACAAN SENSOR
		U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
1	UTARA	215	200	173	155	100	146	172	202	UTARA
2	TIMUR LAUT	203	220	201	173	153	98	143	170	TIMUR LAUT
3	TIMUR	171	205	221	202	174	155	99	145	TIMUR
4	TENGGARA	146	172	201	217	204	176	152	94	TENGGARA
5	SELATAN	95	145	173	207	216	205	177	153	SELATAN
6	BARAT DAYA	155	99	144	172	206	210	204	175	BARAT DAYA
7	BARAT	178	152	98	146	170	202	230	203	BARAT
8	BARAT LAUT	202	177	153	97	145	170	204	220	BARAT LAUT

Keterangan tabel di atas:

Apabila kesimpulan pembacaan sensor benar sehingga dianggap bahwa arah percobaan sesuai dan tepat dengan sumber suara.



Gambar 6. Grafik Pengambilan data melalui Audacity

IV. PEMBAHASAN

Perancangan sistem pendeteksi suara tembakan mempunyai beberapa pembahasan sebagai berikut :

- a. Analisa jarak dilakukan dengan mengambil data tembakan pada jarak dengan kelipatan 10 meter. sehingga didapatkan amplitudo pada tiap jarak. Data amplitudo yang sudah diketahui jaraknya dihitung perbandingannya terhadap jarak, sehingga didapatkan kesimpulan setiap pertambahan sekian dB amplitudo maka mewakili jarak sekian meter. Hasil dari perbandingan ini yang nantinya diolah oleh program python sehingga sistem dapat mengetahui estimasi jarak apabila menerima sinyal tembakan sekian dB. Sedangkan
- b. Analisa arah didapatkan dengan membandingkan amplitudo ke delapan sensor Max 4466, dimana dicari fungsi max dari delapan sensor tersebut, diambil nilai dB tertinggi. sensor dengan dB tertinggi menjadi kesimpulan arah tembakan sesuai dengan penempatan arah sensor microphone.

Dengan menerapkan sistem pendeteksi suara ini diharapkan mampu mengurangi kerugian personil TNI AD pada saat melaksanakan tugas di daerah perbatasan-perbatasan di wilayah Indonesia. Sehingga pelaksanaan tugas operasi pengamanan wilayah di perbatasan Indonesia bisa

maksimal dan lebih aman terutama untuk personil pengamanan itu sendiri.

V. PENUTUP

Kesimpulan.

Kesimpulan dari hasil penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN PENUNJUK ARAH DAN JARAK SUARA TEMBAKAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS RASPBERRY PI” guna mendukung prajurit TNI-AD dalam melakukan tugas operasi di perbatasan-perbatasan wilayah NKRI yang bertujuan dalam menjaga perdamaian, keutuhan dan pertahanan NKRI.

a. Sensor Max 4466 mempunyai batas maksimal suara decibel yang tertangkap, sehingga sensor Max 4466 tidak bisa membedakan jarak apabila suara tembakan terlalu dekat.

b. Raspberry membutuhkan Arduino yang mempunyai kapasitas memori yang lebih besar dari pada Arduino Mega 2560 untuk mempercepat kerja pada tampilan raspberry sehingga tidak ada delay pengiriman data.

c. Menentukan arah dapat dilakukan dengan membandingkan amplitudo terbesar dari ke delapan sensor yang membaca sinyal audio secara realtime.

Saran.

Untuk pengembangan lebih lanjut kedepannya disarankan :

A. Menggunakan microphone array sehingga alat dapat mendeteksi sinyal audio lebih akurat

B. Menggunakan modul yang lebih cepat dibanding Raspberry Pi sehingga proses eksekusi program dapat berjalan lebih cepat

C. Menambahkan fitur hemat daya sehingga apabila alat tidak mendeteksi suara, sistem akan masuk kedalam mode sleep sehingga tidak mengkonsumsi banyak daya

DAFTAR PUSTAKA

Dasar, K. (2006). Suara Dan Audio. *Audio*.

Fausi, M. (2018). *Analisis Pengaruh Penambahan Jumlah Array Microphone Terhadap Estimasi Direction Of Arrival (DOA) dengan Teknik Pemrosesan Sinyal Fast Fourier Transform Beamforming*. 12(1), 36–39.

Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2018). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9–16.

<https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>

Mexasai Indra. (2013). Urgensi Pengelolaan Wilayah Perbatasan Dalam Kaitannya Dengan Kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. *Selat*, 1(1), 13–18.

Pemilihan, D., Mahasiswa, P., & Tugas, U. (2015). Penggunaan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir. *Jurnal Informatika*

Darmajaya, 15(1), 10–23.

Rosita, H., Putri, D., & Destiarmand, A. H.
(2020). *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan
Karya Seni Jurnal Ekspresi Seni Songket
Motif Development of Ogan Ilir.*

Transform, W., Transform, W., Transformation,
W., & Transformation, W. (2014).
Klasifikasi Senjata API Melalui Suara
Menggunakan Transformasi Wavelet.
*TECHSI - Jurnal Penelitian Teknik
Informatika, 1–10.*

Tuwaidan, Y. A., Poekoel, V. C., & Mamahit, D.
J. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur
Desibel (Db) Meter Berbasis
Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal
Teknik Elektro Dan Komputer, 4(1), 37–43.*