

Implementasi Metode Fuzzy Sugeno pada Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler

Regiolina Hayami¹, Januar Al Amien², Denin Nur Ichsan³

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru, Indonesia^{1,2,3}
regiolinahayami@umri.ac.id

Abstrak

Pengamanan dengan menggunakan kunci konvensional yang banyak digunakan oleh masyarakat mudah sekali dilumpuhkan ataupun hilang. Seiring perkembangan teknologi yang sudah semakin maju saat ini, pembuatan sistem keamanan cerdas dapat dilakukan dengan menggunakan sensor dan mikrokontroler. Fuzzy Sugeno sebagai salahsatu metode untuk menciptakan rules dalam penentuan batas jarak suatu obyek tertentu digunakan dalam penelitian ini dan dibagi menjadi 3(tiga), yaitu jarak dekat, jarak sedang, dan jarak jauh. Pengembangan sistem keamanan ruangan diawali dengan fuzzifikasi variabel input dan output, penentuan rules menggunakan logika fuzzy untuk menentukan jarak, pembuatan prototipe sistem keamanan, dan pengujian terhadap prototipe yang dihasilkan. Pada penelitian ini dibangun suatu prototipe sistem keamanan ruangan yang menerapkan metode Fuzzy Sugeno menggunakan 2(dua) sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler yang dapat mengirimkan 3 jenis output yaitu, (1) untuk kategori aman, (2) untuk kategori peringatan, dan (3) untuk kategori bahaya.

Kata kunci: fuzzy sugeno, mikrokontroler, sistem keamanan ruangan

Abstract

Security using conventional keys that are widely used by the public is easily disabled or lost. As technology has become more advanced today, the creation of a smart security system can be done using sensors and a microcontroller. Fuzzy Sugeno as a method for creating rules in determining the distance boundary of a certain object is used in this study and is divided into 3 (three), namely short distance, medium distance, and long distance. The development of a room security system begins with fuzzification of input and output variables, determination of rules using fuzzy logic to determine distances, making security system prototypes, and testing the resulting prototypes. In this study, a room security system prototype that applies the Sugeno fuzzy method was built using 2 (two) microcontroller-based ultrasonic sensors that can send 3 types of output, namely (1) for the safe category, (2) for the warning category, and (3)) for the hazard category.

Keywords: fuzzy sugeno, microcontroller, room security system.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi kebutuhan informasi yang cepat sangat dibutuhkan dalam berbagai sektor kehidupan, sehingga menunjang kinerja sektor-sektor tersebut, salah satunya adalah aspek keamanan. Aspek keamanan sangat dibutuhkan dalam berbagai sektor kehidupan saat ini, faktor privasi juga turut mempengaruhi akan pentingnya suatu sistem keamanan. Terutama pada keamanan ruangan (Pradipta et al., 2016). Pengamanan dengan menggunakan kunci konvensional yang banyak digunakan oleh masyarakat

mudah sekali hilang dan dilumpuhkan oleh pelaku tindak kejahatan (Muhajirin & Lisah, 2017).

Sistem keamanan sangat diperlukan untuk mencegah tindak kejahatan pencurian atau tindak kejahatan kriminal lainnya, hal ini dibuat untuk mencegah tingkat kejahatan pencurian yang meningkat dari tahun ke tahun (Kristomson, Rosalia, & Gozali, 2019). Memanfaatkan teknologi yang sudah semakin maju saat ini, pembuatan sistem cerdas dapat dilakukan berbasis

mikrokontroler dan sensor sebagai masukan (Al Amien, Fuad, & Azizi, 2018). Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu (Arsada, 2017). Keamanan ruangan memanfaatkan *service SMS* dimana SMS ini berperan sebagai pengirim pesan secara *realtime* yang memberitahukan tentang suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi dalam tempat yang akan dipasang pengamanan (Sudarmono, 2019). Selain itu juga dipasang *buzzer* untuk memberikan notifikasi bunyi (Juniawan, Sylfania, & Dika, 2018).

Logika fuzzy merupakan metodologi sistem pemecah masalah yang cocok untuk diterapkan pada berbagai jenis sistem, mulai dari *emdedded system, multichannel/workstation*, dan sistem kontrol (Hayami, Mukhtar, & Putri, 2018). Logika fuzzy diterapkan untuk menentukan jarak dekat, sedang dan jauh terhadap keberadaan suatu objek atau benda tertentu. Hal tersebut dapat dicontohkan misalkan besaran kecepatan laju suatu kendaraan yang dinyatakan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dalam hal ini logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai dapat dikatakan benar dan sejauh mana nilai dikatakan salah (Siswanto, 2019). Metode Fuzzy Sugeno diajukan oleh Takagi, Sugeno, dan Kang pada tahun 1985 dalam upaya untuk membangun pendekatan sistematis untuk membangkitkan aturan-aturan fuzzy dari himpunan data *input-output* yang diberikan. Suatu aturan fuzzy khas dalam model Fuzzy Sugeno dibentuk jika x is A and y is B then $z = f(x,y)$ (Sitio, 2018).

Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Fungsi keanggotaan pada logika fuzzy dengan tipe Sugeno menggunakan satu dimensi (*singleton*). Maka dari itu digunakan metode *Center of Area (COA)* pada persamaan 3 untuk menghasilkan perhitungan yang tepat. Rumus defuzzifikasi *weighted average* (Maspiyanti & Hadiyanti, 2017):

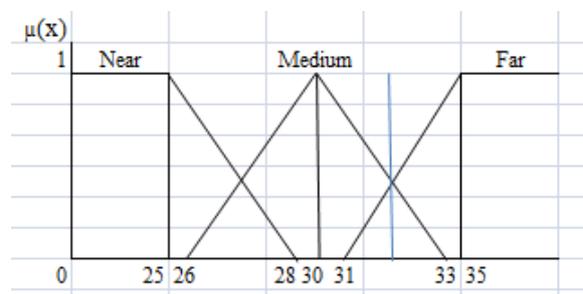
$$Z = \frac{\sum_{i=0}^n W_i x Z_i}{\sum_{i=0}^n W_i} \dots\dots\dots(1)$$

keterangan:

- Z = Hasil defuzzifikasi
- W_i = Bobot hasil fuzzifikasi
- Z_i = Nilai pada puncak himpunan anggota segitiga.

Dalam penelitian ini *fuzzy logic* akan diterapkan pada kecepatan motor (*velocity*) dan motor *delay* berdasarkan jarak antara obyek dengan halangan yang ada. Perhitungan ini maksudkan sebagai bahan pembuktian keluaran yang dihasilkan sesuai atau tidak sesuai dengan rules inferensi yang telah ditentukan. Adapun tahapan dari penerapan metode Fuzzy Sugeno terdiri atas: (Maspiyanti & Hadiyanti, 2017).

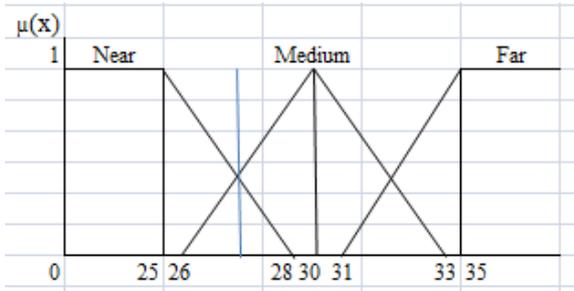
1. Fuzzifikasi, yaitu merupakan proses transformasi masukan yang bernilai crisp kedalam derajat.
 - a. Sensor Depan



Gambar 1 Fuzzy Set Jarak Deteksi Sensor Depan

$$\begin{aligned} \mu(24)_{medium} &= (c - x) / (c - b) \\ &= (35 - 32) / (35 - 31) \\ &= 3/4 = 0,75 \\ \mu(24)_{far} &= (x - a) / (b - a) \\ &= (32 - 30) / (33 - 30) \\ &= 2/3 = 0,67 \end{aligned}$$

- b. Sensor Kanan

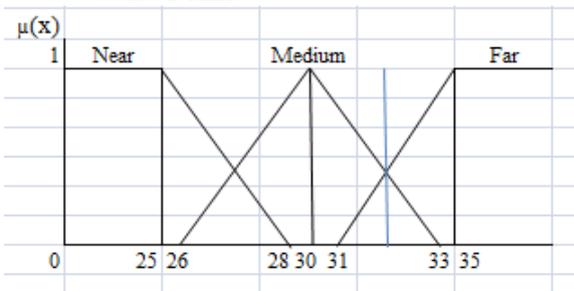


Gambar 2 Fuzzy Set Jarak Deteksi Sensor Kanan

$$\begin{aligned} \mu(27)_{near} &= (c - x) / (c - b) \\ &= (28 - 27) / (28 - 25) \\ &= 1/3 = 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu(27)_{medium} &= (x - a) / (b - a) \\ &= (27 - 26) / (30 - 26) \\ &= 1/4 = 0,25 \end{aligned}$$

c. Sensor Kiri



Gambar 3 Fuzzy Set Jarak Deteksi Sensor Kiri

$$\begin{aligned} \mu(32)_{medium} &= (c - x) / (c - b) \\ &= (35 - 32) / (35 - 31) \\ &= 3/4 = 0,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu(32)_{far} &= (x - a) / (b - a) \\ &= (32 - 30) / (33 - 30) \\ &= 2/3 = 0,67 \end{aligned}$$

2. Inferensi, yaitu evaluasi *rules* dengan operator dasar.

(R1) if dua motor *fast*(min(0.67)) *fast*(0.67) then *TRUE*

(R2) if dua motor *medium*(min(0.25)) then *medium*(0.25)

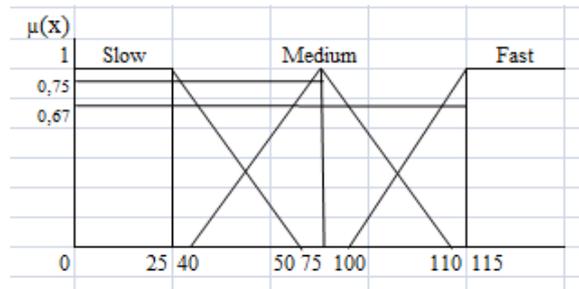
(R3) if dua motor *slow*(min(-)) then *slow*(-)

(R4) if kiri *medium*, kanan *delay*(min(-,-)) then *medium*(-)

(R5) if kiri *delay*, kanan *medium*(min(-,0.25)) then *medium*(-)

3. Defuzzifikasi, merupakan nilai keluaran dari fuzzy. Jika dihitung sesuai rumus, maka diperoleh:

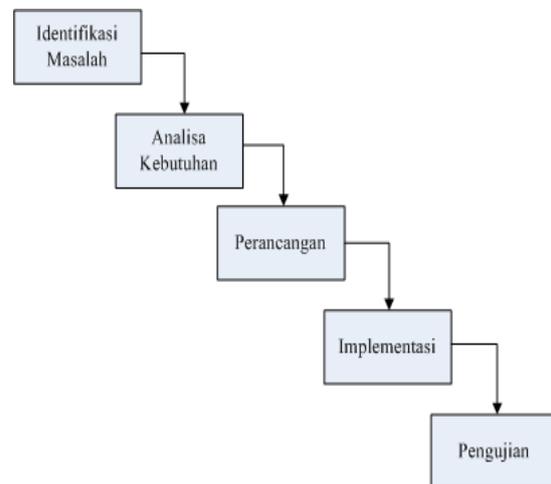
$$Z = \frac{(0,75 \times 75) + (0,67 \times 115)}{0,75 + 0,67} = 93,87$$



Gambar 4 Fuzzy Set Kecepatan Motor

2. METODE

Dalam penelitian ini dirancang suatu prototipe sistem keamanan ruangan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler menggunakan metodologi pengembangan *waterfall*. Model *waterfall* ini menekankan perencanaan ditahap awal dalam memastikan struktur desain sebelum dilakukan pengembangan sistem. Gambar 5 berikut merupakan tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 5 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini ditujukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi serta, melakukan pengumpulan data-data yang sesuai dengan permasalahan. Selain itu dilakukan studi literatur terkait penelitian yang dilakukan.

2. Analisa Kebutuhan

Tahapan selanjutnya adalah melakukan identifikasi seluruh kebutuhan yang akan dirancang dan diimplementasikan, antara lain:

Perangkat Keras:

- a. Laptop Acer
- b. Mikrokontroler Arduino Uno
- c. Buzzer Alarm
- d. SIM800L dan Kartu GSM
- e. Lampu LED
- f. Breadboard
- g. Kabel jumper
- h. Sensor Ultrasonik

Perangkat Lunak: Operasi Windows, Software Arduino IDE.

3. Perancangan

Pada tahapan perancangan, *rules* dibuat sebagai aturan atau metode yang harus diikuti variabel *fuzzy* yang telah selesai ditetapkan. Keterlibatan variabel jarak digunakan untuk menentukan tingkat keamanan di dalam ruangan dengan lampu LED, alarm buzzer, dan SMS sebagai *output*.

4. Implementasi

Tahapan selanjutnya adalah implementasi perancangan alat menjadi alat yang sebenarnya dengan ketentuan sebagai berikut :

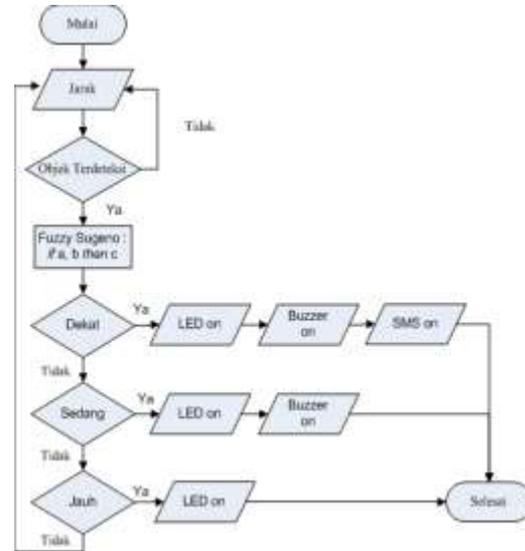
- a. Membangun alat keamanan yang telah sesuai dengan kebutuhan perangkat.
- b. Pengujian perangkat lunak agar sistem keamanan dapat bekerja dengan baik dan lancar.
- c. Mengimplementasikan sensor ultrasonik dengan arduino IDE dengan bahasa pemrograman Java ke buzzer alarm dan SIM 800L.

5. Pengujian

Berikutnya untuk metode pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode pengujian langsung yaitu dengan menggunakan pengujian *Black Box*. Kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran yang dihasilkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada tanpa melihat bagaimana proses untuk mendapatkan keluaran tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 6 berikut merupakan gambaran umum dari sistem keamanan ruangan yang dikembangkan menggunakan algoritma Fuzzy Sugeno:

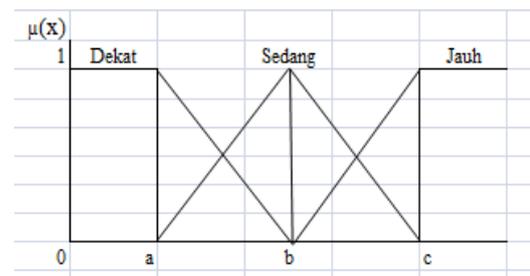


Gambar 6 Gambaran Umum Sistem Keamanan Ruangan

3.1 Fuzzifikasi Variabel Input dan Output

Variabel yang digunakan untuk variabel *input* adalah jarak dan variabel *output* berupa kategori keamanan ruangan. Berikut ini adalah nilai derajat keanggotaan dari variabel tersebut :

1. Variabel *Input* Jarak Sensor1



Gambar 7 Keanggotaan Variabel Jarak Sensor1

a = 3 (batas dekat)

b = 21 (batas sedang)

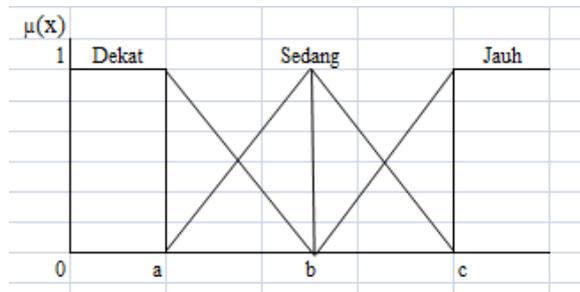
c = 51 (batas jauh)

$$\mu_{Jd}(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x < a \\ (21 - x) / (21 - 3) & a \leq x < b \\ 0 & b \leq x \end{cases}$$

$$\mu_{Js}(x) = \begin{cases} 0 & x < b \\ (x - 3) / (21 - 3) & b \leq x < c \\ 1 & c \leq x < 51 \\ 0 & x \geq 51 \end{cases}$$

$$\mu_{Jj(x)} = \begin{cases} 0 & \\ (x - 21) / (51 - 21) & \\ 1 & \end{cases}$$

2. Variabel *Input* Jarak Sensor2



Gambar 8 Keanggotaan Variabel Jarak Sensor2

a = 3 (batas dekat)

b = 21 (batas sedang)

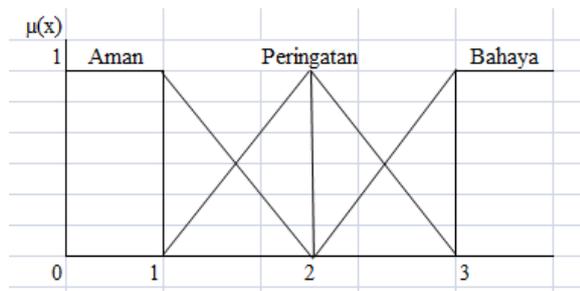
c = 51 (batas jauh)

$$\mu_{Jd(x)} = \begin{cases} 1 & \\ (21 - x) / (21-3) & \\ 0 & \end{cases}$$

$$\mu_{Js(x)} = \begin{cases} (x - 3) / (21 - 3) & \\ 1 & \\ (51 - x) / (51 - 21) & \\ 0 & \end{cases}$$

$$\mu_{Jj(x)} = \begin{cases} 0 & \\ (x - 21) / (51 - 21) & \\ 1 & \end{cases}$$

3. Variabel *Output* Keamanan Ruangan



Gambar 9 Output Keamanan Ruangan

3.2 Penentuan *Rules*

Rules dibuat sebagai aturan atau metode yang harus diikuti variabel fuzzy yang telah selesai ditetapkan. *Rules* yang dibuat menggunakan logika Fuzzy Sugeno untuk menentukan jarak adalah sebagai berikut:

[R1] IF sensor1 **Dekat** and sensor2 **Dekat** maka **Bahaya**

[R2] IF sensor1 **Dekat** and sensor2 **Sedang** maka **Bahaya**

[R3] IF sensor1 **Dekat** and sensor2 **Jauh** maka **Bahaya**

[R4] IF sensor1 **Sedang** and sensor2 **Dekat** maka **Bahaya**

[R5] IF sensor1 **Sedang** and sensor2 **Sedang** maka **Peringatan**

[R6] IF sensor1 **Sedang** and sensor2 **Jauh** maka **Peringatan**

[R7] IF sensor1 **Jauh** and sensor2 **Dekat** maka **Bahaya**

[R8] IF sensor1 **Jauh** and sensor2 **Sedang** maka **Peringatan**

[R9] IF sensor1 **Jauh** and sensor2 **Jauh** maka **Aman**

Adapun hasil ketika prototipe yang dibangun menggunakan Fuzzy Sugeno dengan input jarak menggunakan sensor ultrasonik1 dan sensor ultrasonik2 menghasilkan output bahaya, peringatan dan aman. Dapat dilihat pada gambar 10 jarak yang didapat adalah 59cm dari sensor ultrasonik dan sensor ultrasonik1 juga membaca jarak yaitu 56cm dan menghasilkan nilai output 1 (lampu LED kedip, *buzzer* mati dan SMS tidak terkirim).

```
Jarak Sensor saat ini: 59
Dekat: 0.00
Sedang: 0.00
Jauh: 1.00
Jarak Sensor2 Saat ini: 56
dekat: 0.00
sedang: 0.00
jauh: 1.00
Maka nilai OUTPUT adalah: 1
```

Gambar 10 Fuzzy *Output* Jarak Jauh

Dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini jarak yang di dapat adalah 47cm dari sensor ultrasonik dan sensor ultrasonik1 juga membaca jarak yaitu 47cm menghasilkan nilai output 2 (lampu LED hidup, *buzzer* hidup dan SMS tidak terkirim).

```
Jarak Sensor saat ini: 47
Dekat: 0.00
Sedang: 1.00
Jauh: 0.00
Jarak Sensor2 Saat ini: 47
dekat: 0.00
sedang: 1.00
jauh: 0.00
Maka nilai OUTPUT adalah: 2
```

Gambar 11 Fuzzy Output Jarak Sedang

Dapat dilihat pada gambar 12 dibawah jarak yang di dapat adalah 16cm dari sensor ultrasonik dan sensor ultrasonik1 juga membaca jarak yaitu 15cm menghasilkan nilai output 3 (lampu LED hidup, *buzzer* hidup dan SMS terkirim).

```
Jarak Sensor saat ini: 16
Dekat: 1.00
Sedang: 0.00
Jauh: 0.00
Jarak Sensor2 Saat ini: 15
dekat: 1.00
sedang: 0.00
jauh: 0.00
Maka nilai OUTPUT adalah: 3
Module mengirimkan SMS ke no tujuan
Ketik pada keyboard Ctrl+Z atau ESC > keluar menu ini
```

Gambar 12 Fuzzy Output Jarak Dekat

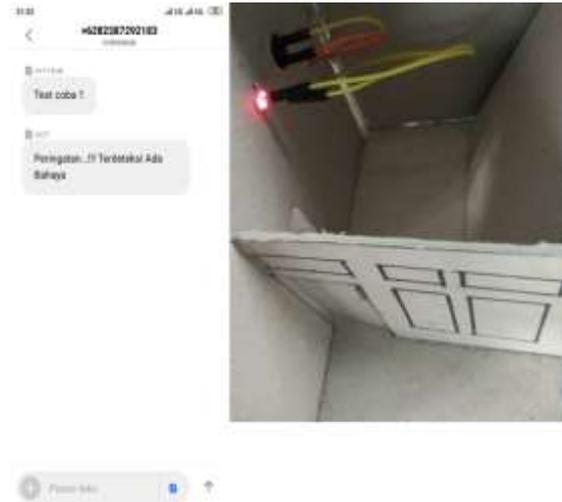
3.3 Pengujian

Pengujian alat beserta *output prototype* yang telah dipasang *buzzer* alarm, lampu LED, sensor ultrasonic, Arduino UNO, Kabel Jumper, DC step down, kabel USB, papan *breadboard*, dan SIM 8001. Pengujian dilakukan berdasarkan 3 kategory jarak, yaitu jarak jauh, jarak sedang, dan jarak dekat.

Pada tahap ini akan diamati pengaruh nilai jarak terhadap sensor, data yang didapat seperti pada gambar berikut:

1. Output jarak dekat pada sensor

Berdasarkan dari sensor mendeteksi keberadaan suatu objek dengan hasil jarak dekat 3-20 cm maka lampu hidup, *buzzer* hidup, dan sms terkirim. Dapat dilihat pada gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13 Lampu Hidup, *Buzzer* Hidup, SMS Terkirim

2. Output jarak sedang pada sensor

Berdasarkan dari sensor mendeteksi keberadaan suatu objek dengan hasil jarak sedang 21-50 cm maka lampu hidup, *buzzer* hidup, dan sms tidak terkirim. Dapat dilihat pada gambar 14:



Gambar 14 Lampu Hidup, *Buzzer* Hidup

3. Output jarak jauh pada sensor

Berdasarkan dari sensor mendeteksi keberadaan suatu objek dengan hasil jarak jauh >51 cm maka lampu kedip, *buzzer* mati, dan sms tidak terkirim. Dapat dilihat pada gambar 15 berikut:



Gambar 15 Lampu kedip, *buzzer* mati

Peningkatan keamanan dapat dilakukan dengan menggunakan arduino mikrokontroler dengan input dua sensor ultrasonik yang menghasilkan *output 1* (lampu hidup *buzzer* mati dan sms tidak terkirim), *output 2* (lampu hidup *buzzer* hidup dan sms tidak terkirim) dan *output 3* (lampu hidup *buzzer* hidup dan sms terkirim).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai penerapan metode Fuzzy Sugeno sebagai sistem keamanan ruangan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *prototype* yang dibangun dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan ruangan. Sistem keamanan dibangun dengan menggunakan input 2(dua) sensor ultrasonik dan memiliki klasifikasi jarak dekat, sedang, dan jauh. Output dari penerapan metode Fuzzy Sugeno dalam penelitian ini terbagi menjadi 3(tiga), yaitu 1(aman), 2(peringatan) dan 3(bahaya) dengan pemberitahuan melalui pesan SMS, *buzzer* alarm dan lampu LED.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amien, J., Fuad, E., & Azizi, M. W. (2018). Otomasi sistem kelistrikan menggunakan algoritma a-star berbasis internet of things. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9(2), 130–140.
- Arsada, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2).
- Hayami, R., Mukhtar, H., & Putri, A. (2018). Penentuan permohonan pinjaman menggunakan sistem pendukung keputusan (spk) dengan metode fuzzy tsukamoto. *Jurnal Fasilkom*, 7(2), 266–272.
- Juniawan, F. P., Sylfania, D. Y., & Dika, E. A. (2018). Prototipe Sistem Keamanan Ruangan Arsip Menggunakan Mikrokontroler Berbasis SMS Gateway. *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, 8–9.
- Kristomson, H., Rosalia, H. S., & Gozali, F. (2019). Sistem Keamanan Ruangan Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Aplikasi Android. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 127–134.
- Maspiyanti, F., & Hadiyanti, N. (2017). Robot Pemadam Api Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Teknologi Terpadu (JTT)*, 3(2).
- Muhajirin, M., & Lisah, L. (2017). Sistem keamanan pintu berbasis arduino mega. *Jurnal Informatika Upgris*, 3(2).
- Pradipta, G. M., Nabilah, N., Islam, H. I., Saputra, D. H., Said, S., Kurniawan, A., ... Irzaman, I. (2016). Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (e-journal)*, 5(0 SE-Computation and Instrumentation Physics). <https://doi.org/10.21009/0305020107>
- Siswanto, A. (2019). Analisis Algoritma Untuk Mengidentifikasi Ruangan Pada Map Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Processor*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.33998/processor.2019.14.1.557>
- Sitio, S. L. M. (2018). Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno Untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika). *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 3(2), 104–109.
- Sudarmono, S. H. (2019). Aplikasi Keamanan Ruangan Menggunakan Teknologi Cctv Dan Sms Gateway Berbasis Delphi, 4(4), 5–10.