

PROTOTIPE PENGENDALIAN *TEMPERATURE* RUANGAN DENGAN METODE LOGIKA FUZZY

Rut Irine V R¹, Ananda Aisyah A², Astrie Kusuma Dewi^{3*}

^{1,2,3}Teknik Instrumntasi Kilang, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38 Cepu, Kabupaten Blora, 58315

*E-mail : astrie.dewi@esdm.go.id

ABSTRAK

Pengendalian *temperature* ruangan berguna untuk menjaga kondisi *temperature* pada tingkat *temperature* tertentu seiring dengan perubahan kondisi lingkungan, salah satunya yang mempengaruhi adalah jumlah orang dalam suatu ruang, semakin banyak orang dalam suatu ruangan akan mempengaruhi *temperature* di dalam suatu ruangan menjadi tidak stabil. Metode yang digunakan untuk mengontrol *temperature* yaitu menggunakan *fuzzy logic* dengan menginput *temperature* dan jumlah orang yang ada di ruangan tersebut. Sebagai pengontrol dan mengolah data yang digunakan oleh mikrokontroler arduino pada sistem ini, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur *temperature* dan dipasang sensor deteksi gerak pada pintu yang berfungsi sebagai penghitung orang yang masuk ke dalam ruangan menggunakan dua sensor untuk masuk dan keluar. Pada sistem ini terdapat dua buah kipas yang dikendalikan untuk menurunkan *temperature* pada ruangan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kecepatan kipas berubah sesuai dengan kondisi *temperature* dan jumlah orang pada aturan *fuzzy* yang telah dibuat.

Kata Kunci : *Arduino, Fuzzy Logic, Temperature, Control*

1. PENDAHULUAN

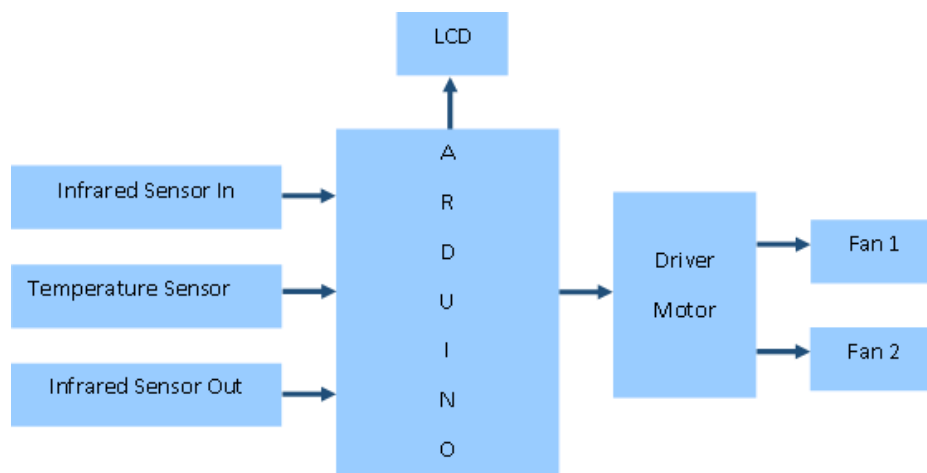
Konservasi energi, keberlanjutan, dan pengurangan gas rumah kaca secara klimaks telah menjadi tantangan utama bagi seluruh negara dunia beberapa tahun terakhir. Selain industri dan komersial sektor, bangunan rumah tangga dan tempat tinggal juga membuat signifikan kontribusi terhadap peningkatan tingkat konsumsi energi. Bangunan berkontribusi lebih dari sepertiga emisi gas rumah kaca pertahunnya dan mengkonsumsi energi lebih dari 30% dari konsumsi energi dunia yang dihabiskan dalam berbagai bentuk seperti : *heating, ventilation, dan air conditioning* (HVAC)^[1]. Salah satu pemakaian energi terbesar pada suatu bangunan perkantoran dan lain - lain baik di daerah tingkat desa hingga provinsi yaitu pada *air conditioner* (AC) dan atau *fan* (kipas angin). Hal ini dapat disebabkan dari banyak faktor, salah satunya adalah penggunaan *fan* dan atau AC yang memakan daya listrik yang sama baik diruang tersebut terdapat banyaknya orang ataupun tidak ada sama sekali. Semakin banyak jumlah orang di dalam ruangan maka semakin besar daya AC yang dibutuhkan karena pada dasarnya manusia yang mengisi suatu ruangan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi, begitu juga dengan besar ruangan^[2]. Banyaknya orang atau tidak dapat mempengaruhi suhu ruangan yang semakin meningkat karna akses udara yang semakin berkurang dan berdampak pada perputaran *fan* atau AC. Sehingga, diperlukan pengendalian suhu tersebut.

Metode yang digunakan adalah berbasis *fuzzy logic*. Aplikasi *fuzzy logic* dapat diterapkan di segala bidang antara lain untuk mengetahui minat seseorang pada bidang yang ditekuni, Memilih minat esai yang sesuai dengan minat siswa dapat membantu siswa dalam proses esai. Selain minat, motivasi juga diperlukan sebagai dorongan internal bagi siswa. Data dalam penelitian ini menggunakan angket minat dan angket motivasi. Data dalam kuesioner diolah menggunakan fuzzy Mamdani. Penelitian ini menggunakan fuzzy mamdani untuk menilai

kesesuaian minat mahasiswa terhadap skripsi^[3]. R4 dengan salah satu aplikasinya pada *fuzzy logic controller* (FLC) dengan menginput suhu dan jumlah orang yang ada di ruangan tersebut. FLC telah digunakan di beberapa sistem dinamik dari sistem yang sederhana hingga sistem kompleks. Kelebihan dari FLC itu sendiri adalah tidak dibutuhkannya model matematis dari plant yang akan dikendalikan^[4].

Mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada *controller* sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung. Untuk dapat mengetahui lebih dalam algoritma *fuzzy* ini bekerja pada sistem tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan merancang prototipe dari sistem tersebut^[5]. Arduino pada penelitian ini digunakan sebagai pengontrol dan pengolah data. Pada penelitian sebelumnya digunakan Arduino ATmega 328 dan sensor level untuk mengetahui level cairan^[6]. Pada penelitian ini prototipe ini terdiri dari mikrokontroler arduino sebagai pengontrol dan pengolah data pada sistem ini, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu, sensor *infrared* (IR) dipasang pada pintu yang berfungsi sebagai penghitung orang yang masuk ke dalam ruangan menggunakan dua sensor untuk masuk dan keluar. Pada sistem ini terdapat dua buah kipas motor DC untuk menurunkan suhu pada ruangan.

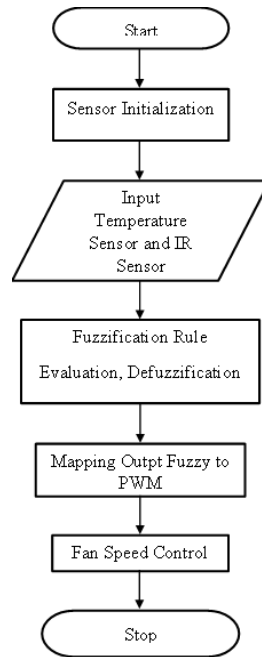
2. METODE



Gambar 1 Blok Diagram

Metode yang digunakan untuk mengontrol kondisi suhu seiring dengan perubahan kondisi lingkungan menggunakan *Fuzzy Logic* dengan inputan Suhu dan Jumlah orang pada ruangan tersebut. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan terpasang sensor *infrared* (IR) pada pintu yang berfungsi sebagai penghitung jumlah orang yang masuk ruangan. Menggunakan 1 sensor pada pintu masuk dan 1 sensor pada pintu keluar. Pada sistem prototipe digunakan dua buah kipas DC yang salah satunya akan dikendalikan untuk menurunkan suhu dengan meniupkan udara ke dalam ruangan dan fungsi lain adalah untuk menghilangkan panas pada ruangan (*exhaust*).

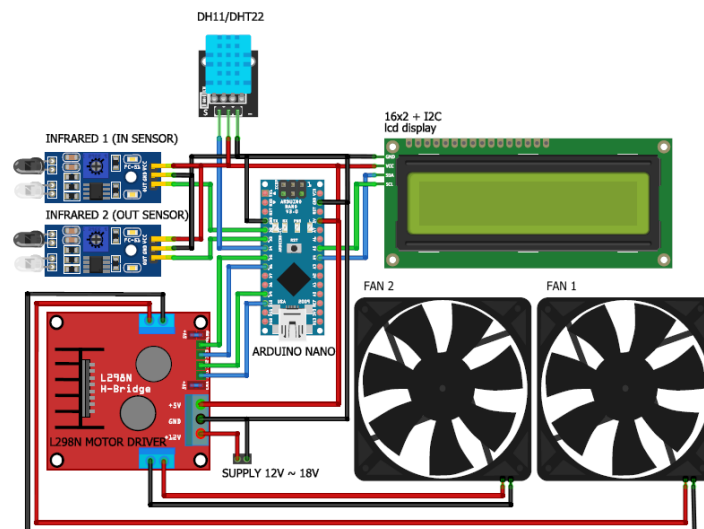
Pada gambar 2 dibawah menunjukkan diagram alir proses dari keseluruhan sistem yang dimulai dari pembacaan kondisi sensor suhu dan sensor *infra red*. Pembacaan dari sensor akan dimasukkan dan akan diolah menggunakan *fuzzy logic* dengan kisaran persentase keluaran 0% hingga 100% yang kemudian dipetakan ke nilai PWM dari 0 sampai 255 untuk mengatur kecepatan kipas.



Gambar 2 Flow Chart

A. Hardware Design

Pada gambar 3 merupakan keseluruhan rangkaian. Mikrokontroler arduino berfungsi sebagai pengolah dari DHT 11 sensor suhu, sensor *infrared*, motor *driver* kipas, serta sebagai *interface* antara pengguna dengan sistem dengan menggunakan LCD untuk menampilkan data.



Gambar 3 Hardware Design

B. Fuzzy System Design

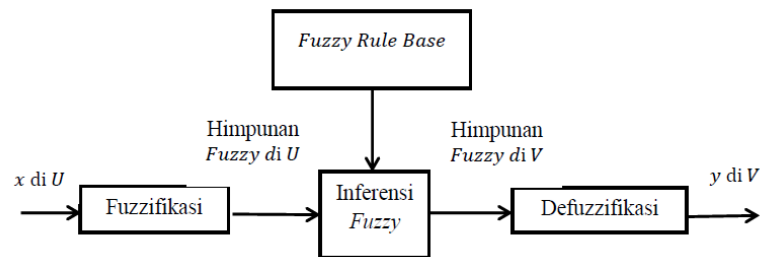
Sistem *fuzzy* merupakan sistem berdasarkan aturan himpunan *fuzzy*. Beberapa keistimewaan sistem *fuzzy* (Wang, 1997: 6), yaitu:

1. Sistem *fuzzy* cocok digunakan pada sistem pemodelan karena variabelnya bernilai real.
2. Sistem *fuzzy* menyediakan kerangka yang digunakan untuk menggabungkan aturan-aturan *fuzzy* jika-maka yang bersumber dari pengalaman manusia.
3. Terdapat berbagai pilihan dalam menentukan fuzzifier dan defuzzifier sehingga dapat diperoleh sistem *fuzzy* yang paling sesuai dengan model.

Elemen dasar dalam sistem *fuzzy* (Wang, 1997:89):

1. Basis kaidah (*rule base*), berisi aturan-aturan secara linguistik yang bersumber dari para pakar.
2. Mekanisme pengambil keputusan (*inference engine*), merupakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan (*knowledge*).
3. Proses fuzzifikasi (*fuzzification*), yaitu mengubah nilai dari himpunan tegas ke nilai *fuzzy*.
4. Proses defuzzifikasi (*defuzzification*), yaitu mengubah nilai *fuzzy* hasil inferensi menjadi nilai tegas.

Susunan pada sistem *fuzzy* ditunjukkan pada Gambar 4.

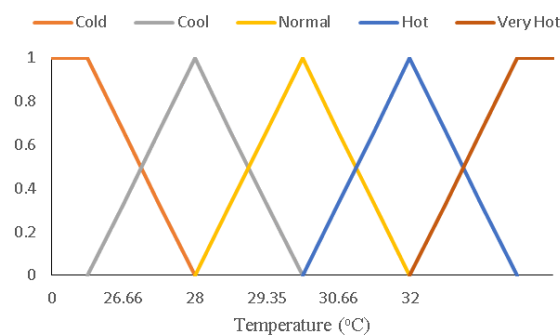


Gambar 4 Susunan Sistem Fuzzy

a) Fuzzifikasi

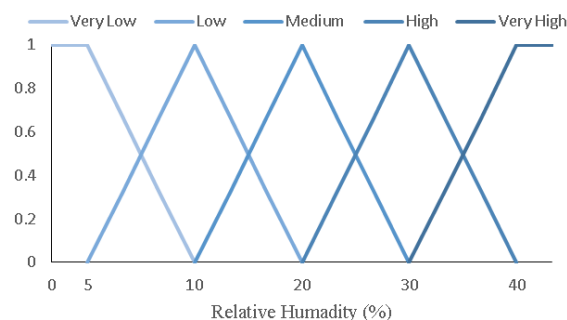
Menurut Wang (1997:105), fuzzifikasi didefinisikan sebagai pemetaan dari himpunan tegas ke himpunan *fuzzy*. Kriteria yang harus dipenuhi pada proses fuzzifikasi adalah semua anggota pada himpunan tegas harus termuat dalam himpunan *fuzzy*, tidak terdapat gangguan pada *input* sistem *fuzzy* yang digunakan harus bisa mempermudah perhitungan pada sistem *fuzzy*.

Pada proses fuzzifikasi, input *crisp* akan diubah menjadi variabel linguistik (*fuzzy*). Yang dijadikan input adalah suhu dan jumlah orang yang ada di ruangan tersebut. Sedangkan outputnya berupa persentase 0% - 100% pwm yang mengatur kecepatan motor kipas.



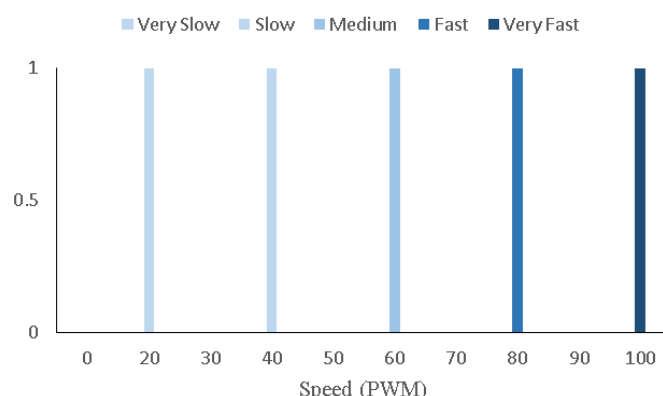
Gambar 5 Membership Function Temperature

• Membership Function Jumlah Orang



Gambar 6 Membership Function Jumlah Orang

- Membership Function Output Kecepatan Fan.



Gambar 7 Membership Function Output Kecepatan Fan

Membership function temperature dan jumlah orang memiliki lima function dengan menggunakan kurva segitiga dengan kategori VL (*Very Low*), L (*Low*), M (*Medium*), H (*High*) dan VH (*Very High*). Skenario temperature ruangan yang terukur yaitu 26 hingga 35 °C, sedangkan jumlah orang dalam satu ruangan berkisar 1 hingga 40 orang. Membership function keluaran kecepatan kipas (*fan*) motor DC juga terbagi menjadi lima kategori tetapi dalam bentuk *singleton* sesuai dengan metode Mamdani. Kecepatan putaran *fan* ini direalisasikan dalam bentuk pengaturan *Pulse Width Modulation* (PWM) dalam motor driver L298N. Rule evaluation yang dirancang berdasarkan *input* dan *output* yang telah ditetapkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rule Evaluation

Amount People	Temperature				
	Cold	Cool	Normal	Hot	Very Hot
Very Low	Very Slow	Very Slow	Slow	Medium	Fast
Low	Very Slow	Slow	Slow	Medium	Fast
Medium	Slow	Slow	Medium	Fast	Very Fast
High	Slow	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast
Very High	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast	Very Fast

b) Aturan Fuzzy

Aturan yang digunakan pada himpunan *fuzzy* adalah aturan *if-then*. Aturan *fuzzy IF-THEN* merupakan pernyataan yang direpresentasikan dengan :

***If* < proposisi fuzzy > Then < proposisi fuzzy >**

Proposisi *fuzzy* dibedakan menjadi dua, proposisi *fuzzy atomic* dan proposisi *fuzzy compound*. Proposisi *fuzzy atomic* adalah pernyataan single dimana X sebagai variabel linguistik dan adalah himpunan *fuzzy* dari X. Proposisi *fuzzy compound* adalah gabungan dari proposisi *fuzzy atomic* yang dihubungkan dengan operator “or”, “and”, dan “not”. (Wang, 1997:62-63).

c) Inferensi Fuzzy

Inferensi *fuzzy* merupakan tahap evaluasi pada aturan *fuzzy*. Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan penalaran dengan menggunakan *input fuzzy* dan aturan *fuzzy* sehingga diperoleh *output* berupa himpunan *fuzzy*.

Berikut akan dijelaskan inferensi *fuzzy* yaitu metode Mamdani yang sering digunakan dalam berbagai penelitian. (Sri dan Hari, 2013: 31-75) :

- Metode Mamdani

Metode Mamdani pertama kali diperkenalkan oleh Ibrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dan paling sering digunakan untuk penelitian dibandingkan metode yang lain. *Input* dan *output* pada metode mamdani berupa himpunan *fuzzy* (Sri, 2002:98). Metode Mamdani menggunakan fungsi implikasi min dan agregasi max sehingga metode Mamdani juga disebut dengan metode *MIN-MAX (min-max inferencing)*. Keluaran n untuk aturan metode Mamdani didefinisikan sebagai

$$\mu_{B^k}(y) = \max \left[\min \left[\mu_{A_1^k}(x_i), \mu_{A_2^k}(x_j) \right] \right]_k$$

Untuk dan menyatakan himpunan *fuzzy* pasangan anteseden ke- , dan adalah himpunan *fuzzy* konsekuen ke- . (Sri dan Hari, 2013).

d) Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan proses terakhir dalam sistem *fuzzy*. Proses ini merupakan proses mengubah data masukan yang telah dimasukkan dalam himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan kembali bentuknya (*Crisp*). Dalam *fuzzy* ini, metode defuzzifikasi yang digunakan adalah *centroid* atau *center of area* (COA) dimana *output crisp value* diperoleh berdasarkan penekanan kurva hasil proses pengambilan keputusan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{MinValue} = (\text{Temperature} \cap \text{Amount Of People})$$

MinValue diperoleh dengan mengambil nilai terendah dari setiap keanggotaan antara suhu dan jumlah orang.

$$COA = \frac{\Sigma (\text{MinValue} \times \text{Weights})}{\Sigma (\text{MinValue})}$$

Untuk mencari *center of area* (COA) dilakukan dengan menjumlahkan perkalian *MinValue* dengan kecepatan kipas keluaran keanggotaan kemudian dibagi dengan jumlah *MinValue*.

- Metode Centroid

Metode Centroid disebut juga metode *Center of Gravity* atau metode pusat luas (*Center of Area*, CoA). Proses defuzzifikasi pada metode Centroid adalah dengan mengambil nilai titik pusat (x^*) dari daerah pada fungsi keanggotaan B. Rumus metode centroid (Wang, 1997:107) didefinisikan sebagai berikut.

Untuk domain kontinu :

$$x^* = \frac{\int_x x \mu_B(x) dx}{\int_x \mu_B(x) dx}$$

Untuk domain diskrit :

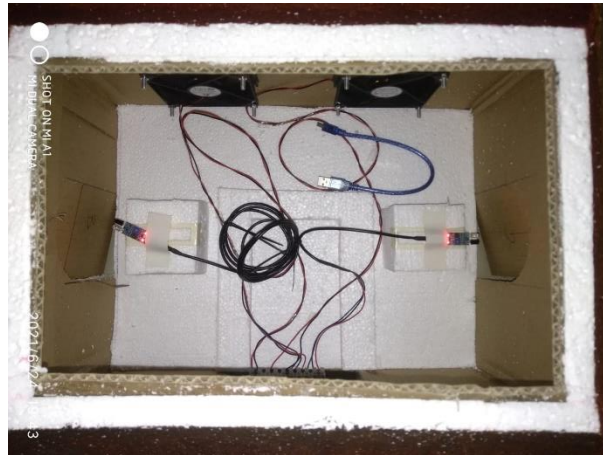
$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_B(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_B(x_i)}$$

Selain mudah dalam perhitungan, keuntungan menggunakan metode centroid adalah nilai defuzzy bergerak halus sehingga perubahan dari suatu topologi himpunan *fuzzy* ke topologi himpunan *fuzzy* berikutnya juga bergerak secara halus.

3. PEMBAHASAN

a) Realisasi Prototipe

Dibawah ini merupakan hasil realisasi prototipe yang telah dirancang seperti pada gambar berikut :



Gambar 8 Realisasi Prototipe Sistem Pengendalian Temperature

b) Hasil Pengujian Prototipe

Hasil pengujian prototipe dengan beragam input *temperature* dan jumlah orang serta outputnya dapat dilihat pada tabel 2 seperti berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian Prototipe

Testing To-	Input		Output		
	Temperature	People	Output Fuzzy (%)	PWM	Fuzzy Decisions
1	27	7	28	71	Very Slow
2	27	25	51	128	Medium
3	28	14	44,44	114	Slow
4	28	24	57,78	156	Medium
5	29	12	42,86	51	Slow
6	29	20	52,00	156	Medium
7	31	23	81,43	202	Fast
8	31	17	65	166	Medium
9	32	10	62	156	Medium
10	33	27	96,25	237	Very Fast

b) Perbandingan Hasil Output

Temp : 29.00 *C	Normal	Count : 20	Medium	Fan : Medium	LV : 60.00%	PWM : 153.00
Temp : 29.00 *C	Normal	Count : 20	Medium	Fan : Medium	LV : 60.00%	PWM : 153.00
Temp : 29.00 *C	Normal	Count : 20	Medium	Fan : Medium	LV : 60.00%	PWM : 153.00
Temp : 29.00 *C	Normal	Count : 20	Medium	Fan : Medium	LV : 60.00%	PWM : 153.00
Temp : 29.00 *C	Normal	Count : 20	Medium	Fan : Medium	LV : 60.00%	PWM : 153.00

Gambar 9 Serial Monitor Arduino IDE Hasil Fuzzy

Gambar 9 merupakan tampilan serial monitor pada saat hasil programing defuzzifikasi dipanggil melalui perintah *call* pada arduino IDE. Berikut merupakan tahapan analisis secara manual :

• Fuzzifikasi :

Input Temperature : 29 °C

Input Orang Masuk : 20 Orang

Membership Temperature :

Cold = 0

Cool = $\frac{30 - 29}{30 - 28} = 0,5$

Normal = $\frac{29 - 28}{30 - 28} = 0,5$

Hot = 0

Very Hot = 0

Membership Orang :

Very Low = 0

Low = 0

Medium = 1

High = 0

Very High = 0

• Inference : Rule Evaluation

Tabel 3 Hasil Fuzzifikasi Inputan Temperature dan Jumlah Orang

Amount People	Temperature				
	Cold	Cool	Normal	Hot	Very Hot
Very Low	Very Slow	Very Slow	Slow	Medium	Fast
Low	Very Slow	Slow	Slow	Medium	Fast
Medium 1	Slow	Slow	Medium	Fast	Very Fast
High	Slow	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast
Very High	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast	Very Fast

• Defuzzifikasi :

Setelah dilakukan perhitungan secara manual, diperoleh hasil fuzzifikasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 COA &= \frac{\Sigma(\text{minValue} \times \text{Set Rule})}{\Sigma \text{minValue}} \\
 &= \frac{(0,5 \times 40) + (0,5 \times 60)}{0,5 + 0,5} \\
 &= 50\% \text{ (Output Medium)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan data dan hasil pengujian sistem prototipe diatas, hasil yang didapat memiliki selisih sebesar 10% dimana output sistem berdasarkan tampilan serial monitor arduino IDE adalah sebesar 60% sedangkan hasil perhitungan manual adalah sebesar 50%.

4. SIMPULAN

Berdasarkan pengujian prototipe yang telah dilakukan, metode logika *fuzzy* yang digunakan pada sistem telah berhasil membuat suhu dalam ruangan menjadi ideal dengan mengendalikan kecepatan putaran *fan*. Hal tersebut telah dibuktikan berdasarkan persamaan hasil *output* pada serial monitor arduino IDE dengan perhitungan manual yaitu menunjukkan kecepatan putaran *fan* MEDIUM. Jadi dapat disimpulkan bahwa prototipe pengendalian temperature pada ruangan yang telah dibuat berjalan dengan baik dan optimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Alasha, B. Moghtaderi, A. Page, and H. Sugo, "A neuro – fuzzy model for prediction of the indoor temperature in typical Australian residential buildings A neuro – fuzzy model for prediction of the indoor temperature in typical Australian residential buildings," no. May 2019, 2009, doi: 10.1016/j.enbuild.2009.02.002.
- [2] K. D. Kw and Z. Noviardi, "PENERAPAN INFERENSI FUZZY UNTUK KENDALI SUHU RUANGAN PADA PENDINGIN RUANGAN (AC)," vol. 2010, no. semnasIF, pp. 22–27, 2010.
- [3] A. K. Dewi, A. E. Permanasari, and I. Hidayah, "Kesesuaian Minat Mahasiswa dengan Judul Tesis Mahasiswa Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [4] D. Arifianto and A. Nilogiri, "SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN SERVER BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DENGAN BUZZER DAN TELEGRAM BOT SEBAGAI NOTIFIKASI," pp. 1–12.
- [5] F. Wahab, A. Sumardiono, A. R. Al Tahtawi, and A. F. A. Mulayari, "Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8.
- [6] A. K. Dewi, A. A. B. A. Sahaya, and W. Sugiman, "Level and Temperature Monitoring System in Blending Process Using Zigbee Wireless Sensor Network," vol. 436, pp. 372–375, 2020, doi: 10.2991/assehr.k.200529.077.