

Fuzzy Logic pada Sistem Pendingin Ruangan Berbasis Raspberry

Husnibes Muchtar¹, Rijal Achmad Syamsur²

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27

Email: ¹⁾ husnibes.muchtar@umj.ac.id, ²⁾ 2014420041@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Guna memberikan kenyamanan contumer dalam penggunaan sistem penata udara ruangan, produsen memberikan fungsi aplikasi tambahan berupa fitur-fitur yang memberikan kenyamanan dan bersifat user frendly. Fitur aplikatif seperti air purifier, sistem anti nyamuk dan fungsi aplikatif lainnya. Namun sistem pengaturan temperatur didasari atas kenyamanan yang sangat relatif dan diatur secara manual, sehingga tidak didapatkan pengaturan yang optimal dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan pengguna, dan akan menimbulkan pemborosan energi serta akan mengakibatkan menurunnya daya tahan peralatan tersebut. Untuk dapat mengendalikan temperatur yang optimal berdasarkan jumlah orang yang berada dalam ruangan digunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pendeteksian jumlah manuasia menggunakan sensor ultrasonic yang akan memberikan nilai kualitas tegangan untuk pengaturan kecepatan kipas pada evaporator dengan menggunakan Pulse Width Modulation.

Kata Kunci: Fuzzy Logic Controller, Ultrasonic, Pulse width Modulation.

ABSTRACT

In order to provide consumer convenience in using the air conditioning system, manufacturers provide additional application functions in the form of features that provide comfort and are user friendly. Applicative features such as air purifier, mosquito repellent system and other applicative functions. However, the temperature regulation system is based on very relative comfort and is manually regulated, so that optimal settings are not obtained and can cause user health problems, and will lead to energy wastage and will result in a decrease in the durability of the equipment. To be able to control the optimal temperature based on the number of people in the room, the Fuzzy Logic Controller method is used. Detection of the number of humans using an ultrasonic sensor that will provide a voltage quality value for setting the speed of the kipas on the evaporator using Pulse Width Modulation.

Keywords: Fuzzy Logic Controller, Ultrasonic, Pulse width Modulation.

1 PENDAHULUAN

Sistem pendingin udara sentral (AC) menyumbang sekitar 50% energi yang dikonsumsi oleh sektor bangunan di seluruh dunia, yang memotivasi penelitian dan pengembangan teknologi baru untuk mengurangi penggunaan energi sistem ini. Sebagai alat yang efisien, kontrol optimal real time telah dikembangkan dan dipraktikkan untuk mengurangi penggunaan energi dalam pengoperasian sistem AC.[1]

Fuzzy Logic Controller (FLC) merupakan salah satu aplikasi dari logika fuzzy di bidang sistem kendali. FLC telah digunakan di beberapa sistem dinamik dari mulai yang sederhana sampai yang kompleks. Kelebihan dari FLC salah satunya adalah tidak diperlukannya model matematis dari plant yang akan dikendalikan. Mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada pengendali sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung.[2]

Penggunaan teknologi dalam meningkatkan kinerja peralatan rumah tangga semakin banyak digunakan untuk mendapatkan kenyamanan lebih pengguna serta peningkatan efisiensi, baik efisiensi teknis maupun ekonomis. Penerapan Fuzzy logic dapat diimplementasikan pada sistem penata ruangan (air conditioner) dengan mendeteksi kalor total yang ada pada ruangan yang mempunyai korelasi dengan jumlah orang yang berada pada ruangan tersebut.

Salah satu aplikasi dari FLC adalah digunakan untuk mengendalikan temperatur dalam ruangan. Sistem kendali temperatur ruangan dirancang untuk menjaga temperatur dalam suatu ruangan sesuai dengan referensi. Sistem ini biasanya ditanamkan pada komputer yang terintegrasi dengan pendingin ruangan. Untuk lebih mengetahui algoritma fuzzy ini bekerja pada sistem tersebut, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan merancang purwarupa dari sistem tersebut baik dalam skala kecil maupun skala besar.[2]

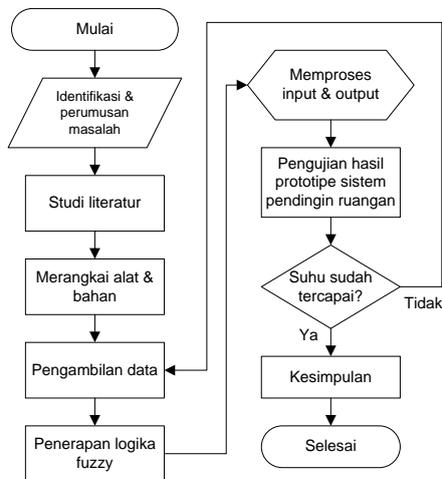
Pengendalian temperatur secara optimal didasari atas jumlah orang yang berada pada ruangan menggunakan mikrokontroler dengan metode Fuzzy Logic. Penggunaan Fuzzy Logic akan memberikan masukan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan temperatur yang dihasilkan oleh sistem penata ruangan.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Logika fuzzy diciptakan untuk mengurangi kekakuan dari logika kendali biner yang berlogika 1 dan 0. Pada logika fuzzy berlaku logika antara 1 dan 0, logika fuzzy pada umumnya terdiri dari fuzzification, membership function, rule dan defuzzification[3]

Diagram Alir Proses Penelitian

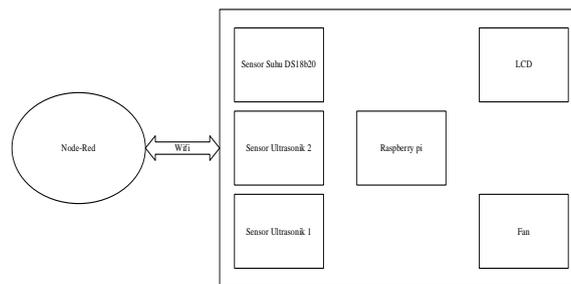
Pada penelitian ini dibahas mengenai proses mendinginkan ruangan berdasarkan temperatur dan banyak orang yang terdapat di dalam ruangan. Untuk mendukung proses perancangan dan unjuk kerja sistem pendingin ruangan pada penelitian ini maka dibutuhkan kejelasan metode yang selanjutnya dijadikan kerangka penyusunan penelitian. Kerangka ini berisi urutan proses tahapan penelitian dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

Perancangan Prototipe sistem Pendingin Ruangan

Perancangan prototipe terdiri dari perancangan rangkaian pengendali Kipas, rangkaian sensor temperatur, rangkaian penghitung orang keluar masuk, rangkaian display LCD dan rangkaian Raspberry pi.



Gambar 2. Blok Diagram Prototipe

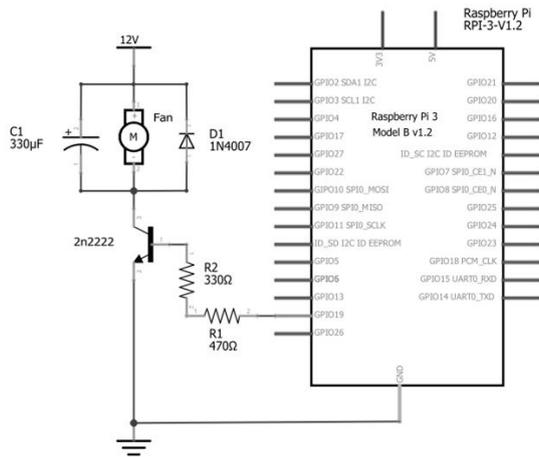
- Sensor ultrasonic sebagai penghitung jumlah orang,
- Sensor temperatur ds18b20 sebagai pendeteksi temperatur dalam ruangan
- Raspberry pi sebagai pusat control system
- Fan (kipas) sebagai pendingin ruangan dan output fuzzy
- Lcd sebagai penampil temperatur ruangan, jumlah orang dan kecepatan kipas
- Node red sebagai dashboard web penampil temperatur ruangan, jumlah orang dan kecepatan kipas melalui jaringan wifi.

Cara kerja sistem:

Sensor ultrasonic menghitung jumlah orang, sensor ultrasonic dipasang bersampingan, Ketika sensor 1 on dan di ikuti sensor 2 on maka di hitung 1 orang masuk, dan sebaliknya jika sensor 2 on dan di ikuti sensor 1 maka di hitung 1 orang keluar. Sensor temperatur ds18b20 mengukur temperatur dalam ruangan kemudian raspberry pi memproses (fuzzy) nilai jumlah orang dan temperatur ruangan menjadi output kipas. Nilai temperatur ruangan, jumlah orang, kecepatan kipas dapat di lihat dari lcd maupun di *dashboard web* node red melalui jaringan wifi.

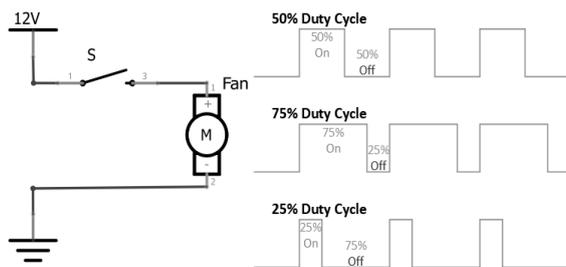
Perancangan Rangkaian Pengendali Kipas

Rangkaian pengendali kipas digunakan untuk mengatur kecepatan putaran dan mengoperasikan kipas dengan memberikan signal PWM ke rangkaian, Kipas dapat berputar sangat lambat, lambat, sedang kencang atau sangat kencang. Gambar rangkaian dapat dilihat pada pada gambar 3, terdapat Kipas yang bekerja di tegangan 12 Volt, kipas tersebut berputar ketika diberikan tegangan 12 Volt dan Ground. Pin GPIO 19 Raspberry pi memberikan signal pwm ke transistor



Gambar 3. Rangkaian motor 12 volt

2N2222, dioda berfungsi sebagai pengaman arus balik dari kipas, penggunaan rangkaian resistor seri 330Ω dan 470Ω berfungsi sebagai pembatas arus dari raspberry pi ke transistor.



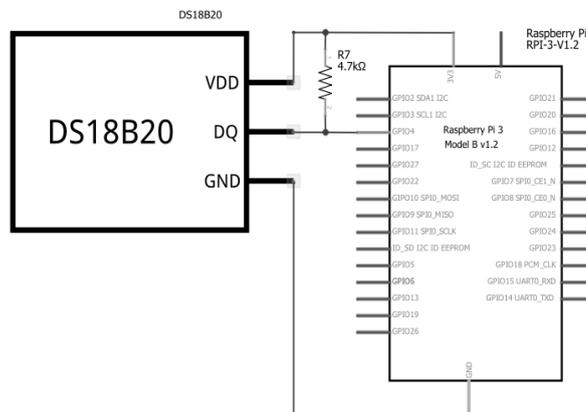
Gambar 4. Pemodelan Saklar PWM

Cara kerja transistor dengan pwm bisa dianalogikan seperti gambar diatas, jika saklar dalam keadaan tertutup maka kipas akan mendapatkan tegangan 12v terus menerus. Dan jika saklar tertutup selama satu detik kemudian terbuka selama satu detik maka kipas hanya akan mendapatkan tegangan 12v pada satu detik pertama. Pada saat kipas mendapatkan tegangan 12v disebut dengan *duty cycle ON*.

Perancangan Rangkaian Sensor Temperatur

Rangkaian sensor temperatur digunakan untuk memonitor temperatur ruangan. Sensor temperatur yang digunakan dalam proses desain dan unjuk kerja sistem adalah sensor temperatur DS18B20 yang merupakan sensor output digital. Implementasi rangkaian sensor temperatur terdapat pada gambar 5. Penggunaan sensor temperatur DS18B20 perlu dipasang resistor 4,7kΩ sebagai komponen yang mengkondisikan tegangan keluaran dari sensor temperatur sehingga dikenal sebagai tegangan

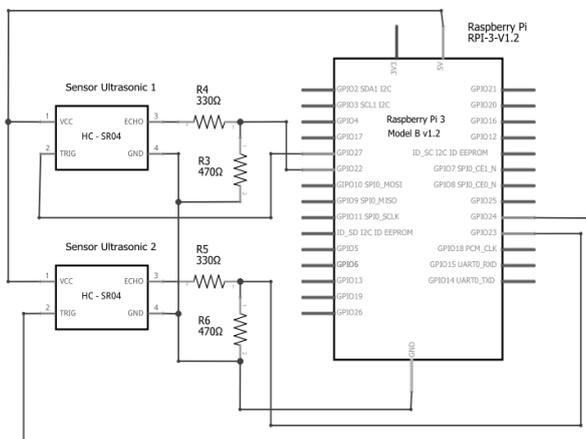
informasi dan selanjutnya dihubungkan ke pin GPIO4.



Gambar 5. Rangkaian Sensor temperatur DS18B20

Perancangan Rangkaian Mencacah jumlah Orang Keluar Masuk

Untuk menghitung Jumlah orang yang melewati pintu digunakan 2 buah sensor ultrasonic pada pintu ruangan, Rangkaian sensor ultrasonik dipasang 2 buah resistor pada masing-masing sensor, resistor berfungsi sebagai pembagi tegangan output dari sensor dari 5v menjadi sekitar 3,3v yang aman bagi GPIO Raspberry pi. Penerapannya terlihat pada gambar 6.



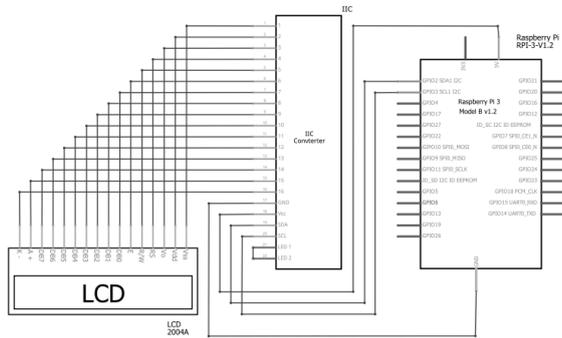
Gambar 6. Rangkaian Sensor Ultrasonic

Cara kerja perhitungan jumlah orang menggunakan sensor ultrasonik, sensor ultrasonik dipasang bersampingan. Ketika sensor 1 on dan diikuti sensor 2 on maka di hitung 1 orang masuk, dan sebaliknya jika sensor 2 on dan diikuti sensor 1 maka dihitung 1 orang keluar.

Perancangan Rangkaian LCD

Pemakaian LCD display berfungsi untuk memberikan informasi temperatur ruangan yang

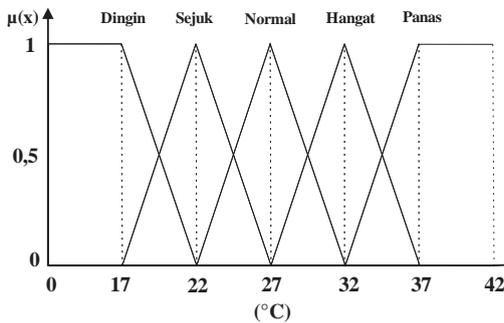
terdeteksi dan jumlah manusia yang berada didalamnya, koneksi dan penerapannya terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Display LCD

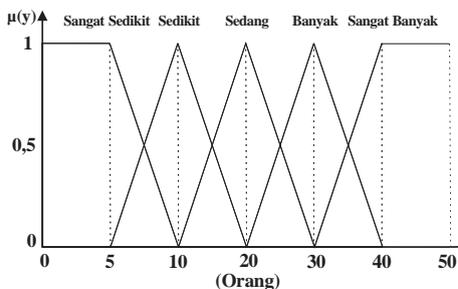
Perancangan Metode Fuzzy

Dalam proses fuzzyfikasi yaitu menrubah himpunan fuzzy menjadi keanggotaan fungsi fuzzy yang bersumber dari nilai keluaran sensor temperatur ruangan. Keanggotaan fuzzy pada fungsi temperatur didefinisikan atas 5 kondisi nilai variabel linguistik, yaitu dingin, sejuk, normal, hangat dan panas dengan data sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram Fungsi temperatur Ruangan

Untuk nilai variabel linguistik jumlah orang yang berada dalam ruang dipilih 5 kondisi variabel, sangat sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak dengan data sebagai berikut:



Gambar 9. Diagram Fungsi Jumlah Orang dalam ruangan

Evaluasi Rule

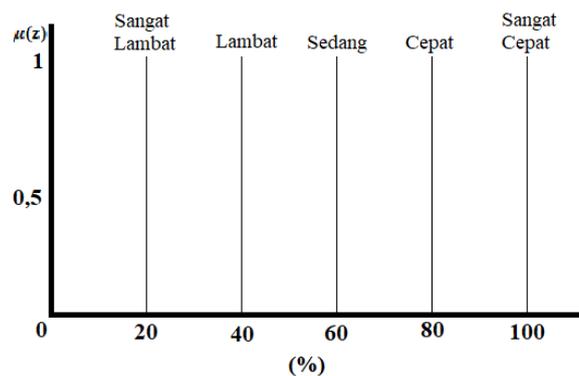
Dalam mengendalikan kecepatan kipas digunakan beberapa rule, pembentukan rule akan mempengaruhi hasil berdasarkan temperatur rang yang akan dicapai, penentuan temperatur ruang berdasarkan rule terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi rule

JUMLAH MANUSIA	TEMPERATUR				
	DINGIN	SEJUK	NORMAL	HANGAT	PANAS
Sangat Sedikit	Sangat Lambat	Sangat Lambat	Lambat	Sedang	Cepat
Sedikit	Sangat Lambat	Lambat	Lambat	Sedang	Cepat
Sedang	Lambat	Lambat	Sedang	Cepat	Sangat Cepat
Banyak	Sedang	Sedang	Cepat	Cepat	Sangat Cepat
Sangat Banyak	Sedang	Cepat	Cepat	Sangat Cepat	Sangat Cepat

Defuzzyfikasi

Penentuan batas dari keluaran Fuzzy yang digunakan akan mendapatkan fungsi keanggotaan berdasarkan proses Fuzzyfikasi, penentuan kondisi kecepatan putar kipas ini dengan lima nilai linguistik dengan metode Centroid atau center of area (CoA), metode ini, solusi diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy.[4]



Gambar 10. Fungsi Output Fuzzy Kecepatan Putaran Kipas

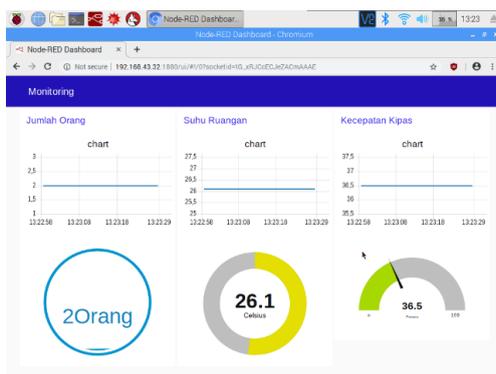
3 PENGUJIAN DAN ANALISA

Tujuan Pengujian

Tapan ini berfungsi untuk mendapatkan jumlah orang untuk pengaturan kecepatan kipas untuk mendapatkan kondisi ruang yang stabil. Pengujian ini dengan menguji rules menggunakan metode logika Fuzzy pada perangkat lunak dan perangkat keras.

Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi ini berfungsi untuk mengetahui jumlah orang dalam ruangan yang di uji, temperatur ruangan, dan kecepatan kipas. Aktifasi perangkat lunak akan mengaktifkan ultrasobic terhadap adanya temperatur yang terdeteksi dalam ruangan, nilai temperatur ini akan ditampilkan dalam LCD sebagai temperatur ruang, peningkatan temperatus akan diikuti dengan meningkatkan kecepatan rotasi kipas dan temperatur ruangan akan menjadi dingin. Berikut adalah web untuk monitoring kendali temperatur ruangan dengan parameter banyaknya orang berbasis logika fuzzy.



Gambar 11. Web Monitoring kendali temperatur ruangan berbasis logika fuzzy

Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengevaluasi rule pada pendeteksian jumlah orang yang masuk ruang dan kemudian akan didapatkan nilai Temperatur pada ruangan tersebut. pengujian pendeteksian jumlah orang mempunyai variasi sangat sedikit pendeteksian ≤ 5 orang, variasi sedikit pendeteksian orang = 10 orang, variasi sedang pendeteksian = 20 orang, variasi banyak pendeteksian orang = 30 orang, variasi sangat banyak pendeteksian ≥ 40 Orang. Output dari pengujian ini mengukur nilai temperatur apabila mengetahui jumlah orang yang terdeteksi sesuai evaluasi rule dengan jumlah variasi yang berbeda, dan mengetahui Defuzzyfikasi pada kecepatan Kipas.

Pengujian Fuzzyfikasi pada variasi pendeteksian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan temperatur ruangan dan kecepatan kipas pada pendeteksian ≤ 5 Orang Variasi Sangat Sedikit, Pengujian Variasi Sedikit pendeteksian = 10 Orang, Pengujian variasi sedang pendeteksian = 20 Orang, Pengujian variasi banyak pendeteksian = 30 Orang, pengujian variasi sangat banyak pendeteksian = 40 Orang. Pengujian ini nanti di tambahkan dengan pengujian menggunakan tachometer untuk

mengetahui rpm dari kipas. Berikut table pengujian variasi pendeteksian jumlah orang yang masuk kedalam ruangan.

Tabel 2. Pengujian Variasi Sangat Sedikit Pendeteksian ≤ 5 Orang

Variasi Sangat Sedikit Pendeteksian ≤ 5 Orang			
Jumlah Orang	Suhu Ruangan	Kecepatan Kipas (%)	Kecepatan Kipas (rpm)
1	26,1 °C	35 %	78,5
2	26,1 °C	35,5 %	98,3
3	26 °C	36 %	103,8
4	25,9 °C	36,5 %	115,7
5	26 °C	37 %	120,8
Rata-Rata	26 °C	36 %	103,42

Tabel 3. Pengujian Variasi Sedikit Pendeteksian = 10 Orang

Variasi Sedikit Pendeteksian = 10 Orang			
Jumlah Orang	Suhu Ruangan	Kecepatan Kipas (%)	Kecepatan Kipas (rpm)
6	26 °C	37,9 %	88,9
7	26 °C	38,5 %	106,5
8	25,9 °C	39 %	120,8
9	25,9 °C	39,5 %	130,1
10	26 °C	40 %	145,7
Rata-Rata	25,96 °C	38,98 %	118,4

Tabel 4. Pengujian Variasi Sedang Pendeteksian = 20 Orang

Variasi Sedang Pendeteksian = 20 Orang			
Jumlah Orang	Suhu Ruangan (°C)	Kecepatan Kipas (%)	Kecepatan Kipas (rpm)
11	26,1	41,7	140,7
12	26,1	42,9	153,8
13	26,3	43,3	159,5
14	26,4	46,4	164,3
15	26,3	47,7	167,4
16	26,3	49,2	169,8
17	26,1	50,6	173,6
18	26	51,6	182,4
19	26	53,8	190,6
20	25,9	55,9	198,8
Rata-Rata	26,24	48,31	170,09

Tabel 5. Pengujian variasi banyak pendeteksian = 30 Orang

Variasi Banyak Pendeteksian = 30 Orang			
Jumlah Orang	Suhu Ruangan (°C)	Kecepatan Kipas (%)	Kecepatan Kipas (rpm)
21	25,8	57,7	155,7
22	25,9	59,6	160,4
23	25,8	60,6	164,2
24	25,6	62,8	167,8
25	25,7	63,1	170,4
26	25,6	64,2	173,4
27	25,7	65,7	180
28	25,7	67,8	189
29	25,6	70,4	198,4
30	25,6	74,5	208,6
Rata-Rata	25,76	64,64	176,79

Jumlah Orang	Fuzzyfikasi	Evaluasi Rules (Suhu)	Defuzzyfikasi (Kipas)
1	Sangat Sedikit	26.1	Sangat Lambat
2		26.1	
3		26	
4		25.9	
5		26	
6	Sedikit	26	Lambat
7		26	
8		25.9	
9		25.9	
10	26	Sedang	
11	26.1		
12	26.1		
13	26.3		
14	26.4		
15	26.3		
16	26.3		
17	26.1		
18	26		
19	26		
20	25.9		

Tabel 6. Pengujian variasi sangat banyak pendeteksian = 40 Orang

Variasi Sangat Banyak Pendeteksian = 40 Orang			
Jumlah Orang	Suhu Ruangan (°C)	Kecepatan Kipas (%)	Kecepatan Kipas (rpm)
31	25,6	75,7	175,7
32	25,5	76,1	180,9
33	25,6	76,1	184,8
34	25,6	76	189,7
35	25,5	76,3	190,3
36	25,4	77,8	193,8
37	25,5	78,3	195,9
38	25,3	79,2	205,8
39	25,3	79,7	209,5
40	25,2	80,1	218,9
Rata-Rata	25,56	77,53	194,53

Jumlah Orang	Fuzzyfikasi	Evaluasi Rules (Suhu)	Defuzzyfikasi (Kipas)
21	Banyak	25.8	Cepat
22		25.9	
23		25.8	
24		25.6	
25		25.7	
26		25.6	
27		25.7	
28		25.7	
29		25.6	
30		25.6	
31	Sangat Banyak	25.6	Sangat Cepat
32		25.5	
33		25.6	
34		25.6	
35		25.5	
36		25.4	
37		25.5	
38		25.3	
39		25.3	
40		25.2	

Hasil Pengujian Logika Fuzzy

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa orang yang terdeteksi dalam ruangan dari range 0-40 orang. Pengujian deteksi orang pada dalam ruangan menggunakan sensor ultrasonic. Hasil dari pengujian didapatkan hasil fuzzyfikasi 1-5 orang (sangat sedikit), 6-10 orang (sedikit), 11-20 orang (sedang), 20-30 orang (banyak), dan 30-40 orang (sangat banyak). Setelah itu maka akan membaca temperatur ruangan pada evaluasi rules untuk menstabilkan temperatur ruangan kemudian Defuzzyfikasi untuk mengatur kecepatan kipas sesuai jumlah orang yang masuk pada ruangan tersebut dari parameter sangat lambat kecepatan kipas sampai sangat cepat. Berikut hasil table pengukuran Logika Fuzzy.

Tabel 7. Hasil Pengujian Logika Fuzzy

4 KESIMPULAN

Dari pengujian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1 Pengujian Variasi “Sangat Sedikit” Pendeteksian ≤ 5 Orang didapatkan defuzzyfikasi sangat lambat dengan range defuzzyfikasi 20-39% pada kecepatan Kipas, sedangkan pada pengujian fuzzyfikasi variasi sangat sedikit temperatur yang dihasilkan sejuk dengan range fuzzyfikasi temperatur batas sejuk dengan range evaluasi rule 22-26°C
- 2 Pengujian Variasi “Sedikit” Pendeteksian = 10 Orang didapatkan defuzzyfikasi sangat lambat dengan range defuzzyfikasi 20-39% dan memasuki defuzzyfikasi lambat pada range 40-59% pada kecepatan Kipas, sedangkan pada pengujian fuzzyfikasi variasi sedikit temperatur yang dihasilkan sejuk dengan range fuzzyfikasi temperatur batas sejuk dengan range evaluasi rule 22-26°C.
- 3 Pengujian Variasi “Sedang” Pendeteksian = 20 Orang didapatkan defuzzyfikasi lambat dengan range defuzzyfikasi 40-59% pada kecepatan Kipas, sedangkan pada pengujian fuzzyfikasi variasi sedang temperatur yang dihasilkan sejuk

- dengan range fuzzyfikasi temperatur batas sejuk dengan range evaluasi rule 22-26°C.
- 4 Pengujian Variasi “Banyak” Pendeteksian = 30 Orang didapatkan defuzzyfikasi sedang dengan range defuzzyfikasi 60-79% pada kecepatan Kipas, sedangkan pada pengujian fuzzyfikasi variasi banyak temperatur yang dihasilkan sejuk dengan range fuzzyfikasi temperatur batas sejuk dengan range evaluasi rule 22-26°C.
 - 5 Dari tabel tersebut didapatkan defuzzyfikasi “sedang” dengan range defuzzyfikasi 60-79% pada kecepatan Kipas, sedangkan pada pengujian fuzzyfikasi variasi “banyak” temperatur yang dihasilkan sejuk dengan range fuzzyfikasi temperatur batas sejuk dengan range evaluasi rule 22-26°C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Hussain, G. Huang, R. K. K. Yuen, and W. Wang, “Adaptive regression model-based real-time optimal control of central air-conditioning systems,” *Appl. Energy*, vol. 276, no. June, p. 115427, 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.115427.
- [2] 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.
- [3] E. J. Pristianto, H. Arisesa, and N. Rahman, “Sistem Pengendali Pemanas Pemanggang Kopi Menggunakan Logika Fuzzy,” *Inkom*, vol. 10, no. 2, pp. 67–74, 2016.
- [4] E. Haerani, “Analisa Kendali Logika Fuzzy Dengan Metode Defuzzifikasi COA (Center of Area), Bisektor , MOM (mean of Maximum), LOM (Largest of Maximum), DAN SOM (Smallest of Maximum),” *J. Sains Dan Teknol. Ind.*, vol. 10, no. 2, pp. 245–253, 2013.

