

Sistem Kendali Pengatur Suhu Ruangan pada *Smart Building* dengan Aplikasi Telegram menggunakan *Fuzzy Logic Control*

Abdullah Syafii¹, Agung Mursito², Ahmad Muhlisin³, Andi Widiarto⁴, Aries Saifudin⁵, Endar Nirmala⁶

Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek No. 46 Buaran, Serpong, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia, 15417

e-mail: ¹abdullahsyafii.as62@gmail.com, ²agungmursito@gmail.com, ³ahmadmuhlisin2101@gmail.com, ⁴andiwidiarto@gmail.com, ⁵aries.saifudin@unpam.ac.id, ⁶dosen00216@unpam.ac.id

Submitted Date: January 07th, 2021

Reviewed Date: July 20th, 2021

Revised Date: September 12th, 2021

Accepted Date: September 21st, 2021

Abstract

Rapid technological advances have resulted in many changes that occur in everyday life, this arises from the existence of creative ideas combined with things that are around and existing technological developments. For example, in regulating room temperature, namely adjusting the temperature in an air conditioner so that it can be used efficiently. This room temperature controller is basically done manually by adjusting the temperature according to the needs of the room. Basically, for temperature regulation, the principle of adding or subtracting degrees to the temperature control device is used. This is done manually by humans, so if there are many rooms that are required to use the room temperature control device, it takes a lot of time and calm to be issued. From this, an idea emerged to create a room temperature control system that could be controlled using the Telegram application. In this case, the fuzzy logic method is used to perform data presentation and processing in combination with the Raspberry PI microcontroller. According to the test results, humidity and temperature in the room can be captured correctly, and the system can regulate humidity and temperature in each room in the building through the Telegram application, so that it can overcome the problem of inefficient room temperature regulation.

Keywords: Temperature control; telegram; fuzzy logic; raspberry PI

Abstrak

Kemajuan teknologi yang sangat pesat mengakibatkan banyak perubahan yang terjadi dalam keseharian, hal ini timbul dari adanya ide-ide kreatif yang dikombinasikan dengan hal-hal yang ada di sekitar dan perkembangan teknologi yang ada. Misalnya dalam mengatur suhu ruangan, yaitu mengatur suhu pada alat pendingin ruangan agar dapat digunakan secara efisien. Pengatur suhu ruangan ini pada dasarnya hal tersebut dilakukan secara manual dengan mengatur suhu sesuai dengan kebutuhan pada ruangan tersebut. Pada dasarnya untuk pengaturan suhu tersebut digunakan prinsip penambahan atau pengurangan derajat pada alat pengatur suhu. Hal tersebut dilakukan secara manual oleh manusia, sehingga jika terdapat banyak ruangan yang diharuskan menggunakan alat pengatur suhu ruangan tersebut, hal itu akan membutuhkan banyak waktu maupun tenaga yang akan dikeluarkan. Dari hal tersebut muncullah sebuah ide untuk menciptakan sistem kendali pengatur suhu ruangan yang dapat dikendalikan menggunakan aplikasi Telegram. Pada hal tersebut, digunakan metode *fuzzy logic* untuk melakukan penyajian serta pengolahan data dan dengan dikombinasikan dengan mikrokontroler Raspberry PI. Menurut hasil pengujian, kelembapan dan suhu pada ruangan dapat ditangkap dengan benar, dan sistem dapat mengatur kelembapan dan suhu pada setiap ruangan pada bangunan tersebut melalui aplikasi Telegram, sehingga dapat mengatasi masalah dalam pengaturan suhu ruangan yang tidak efisien tersebut.

Kata Kunci: Pengatur suhu; telegram; fuzzy logic; raspberry PI

1 Pendahuluan

Perkembangan zaman diikuti dengan pengembangan teknologi, karena teknologi ditujukan untuk membantu berbagai jenis pekerjaan manusia untuk meningkatkan kemudahan, efektifitas dan efisiensi (Taufiq, Magfiroh, Yusup, & Yulianti, 2020). Salah satunya yaitu Smart Building, di mana bangunan-bangunan besar seperti perkantoran saat ini sudah memiliki fasilitas yang modern di mana penggabungan teknologi dengan infastruktur bangunan yang dapat dikendalikan melalui banyak platform. Dengan pesatnya perkembangan zaman dan kemajuan teknologi terutama pada internet, saat ini manusia dapat mengendalikan sebuah objek hanya dengan menggunakan internet, di mana konsep seperti ini biasa disebut dengan “*Internet of Things*” atau biasa dikenal secara umum dengan nama IoT (Randis & Sarminto, 2018). Salah satunya penggunaan alat pengatur suhu ruangan, di mana alat tersebut digunakan untuk menyesuaikan suhu ruangan dengan ketentuan yang sudah dibuat.

Pada dasarnya untuk pengaturan suhu tersebut digunakan prinsip penambahan atau pengurangan derajat pada alat pengatur suhu (Wahab, Sumardiono, Tahtawi, & Mulayari, 2017). Hal tersebut dilakukan secara manual oleh manusia, sehingga jika terdapat banyak ruangan yang diharuskan menggunakan alat pengatur suhu ruangan tersebut, hal itu akan membutuhkan banyak waktu maupun tenaga yang akan dikeluarkan. Metode ini dapat juga digunakan pada bidang perindustrian yang memanfaatkan teknologi internet dalam pengaturan sistem suhu pada makanan beku atau frozenfood (Prayitno, Juliasari, & Ariyani, 2019). Hanya saja perbedaannya pada lokasi atau ruangan.

Untuk menjawab semua permasalahan tersebut maka dibuatkan sebuah sistem yang dapat mengontrol pada alat pengatur suhu ruangan secara mobile. Oleh sebab itu untuk mempermudah pengaturan suhu ruangan agar dapat dilakukan secara efisien maka penggunaan sistem kendali dengan aplikasi Telegram dengan metode *fuzzy logic* yang terintegrasi dengan mikrokontroler Raspberry PI tersebut sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Dalam penelitian ini kita dituntut supaya lebih memahami sebuah sistem pakar, yang di mana semua teknik dan metode yang digunakan agar mendapat kesimpulan yang sesuai dengan penelitian dipilih. Agar dapat memenuhi apa yang akan dicapai, maka kita dapat mengimplementasikannya dengan menggunakan

aplikasi telegram. Pengertian logika fuzzy, perancangan sistem kendali suhu ruangan, perancangan sistem menggunakan metode fuzzy, menjelaskan proses fuzzifikasi.

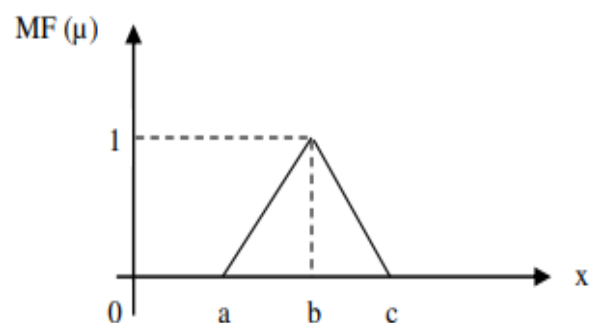
Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan pengembangan dan juga membuat sistem pakar yang akan mempermudah para ahli dalam membuat sistem yang akan membantu pada hasil aplikasi yang lebih baik dan bisa digunakan pada masyarakat luas

2 Metodologi

Untuk menjawab semua persoalan tersebut maka diperlukan suatu metode yang dapat mengendalikan alat pengatur suhu ruangan secara mobile. Oleh sebab itu untuk mempermudah pengaturan suhu ruangan agar dapat dilakukan secara efisien maka penggunaan sistem kendali dengan aplikasi Telegram dengan metode *fuzzy logic* yang terintegrasi dengan mikrokontroler Raspberry PI tersebut sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

2.1 Fuzzy Logic

Fuzzy Logika adalah logika dengan nilai fuzzy yang terdapat nilai benar dan salah (Rusli, 2017). Dan logika fuzzy yaitu suatu proses yang mempunyai kualifikasi anggota antara 0 sampai dengan 1 saja (Lestari & Abadi, 2015). Sistem fuzzy ini bisa digunakan untuk bidang skema kontrol, skema keputusan, bagian dalam manajemen sains dan beberapa sains (Amalia, Andari, & Syukriansyah, 2020). Demikian juga variabel metode fuzzy dalam dideskripsikan ke dalam bentuk satu set fuzzy, di antaranya bentuk Gaussian, trapezoidal, segitiga, dan sebagainya.



Gambar 1 Bentuk Diagram Fuzzy segitiga

Gambar 1 memperlihatkan sebuah bentuk diagram fuzzy segitiga. Membership Functin memperlihatkan jumlah kualitas keanggotaan di setiap variabel tertentu. Dalam menetapkan derajat

keanggotaan himpunan fuzzy yang akan dibuat, oleh karena itu dibutuhkan fungsi himpunan tersebut. Fungsi tersebut dibentuk atas dasar perbandingan garis yang telah dibuat himpunan diagram fuzzy segitiga tersebut. Di bawah ini merupakan rumus dari himpunan fuzzy segitiga:

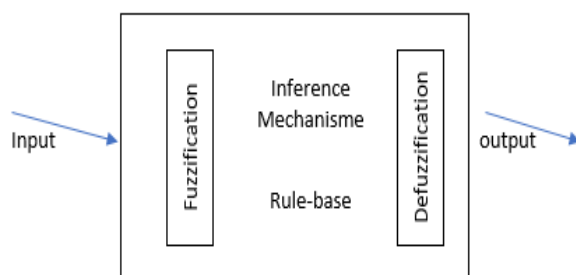
$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (1)$$

yang mana $f(x, a, b, c)$ adalah bagian dari sekumpulan derajat, dan x adalah bagian dari sebuah variabel, sedangkan a, b, c yang berkelanjutan yaitu nilai pertama, tengah, dan nilai variabel.

2.2 Fuzzy Logic Controller

Fuzzy Logic Controller adalah suatu bentuk sistem dengan memanfaatkan konsep dari teori himpunan fuzzy dalam pembuatannya (Suharjianto, 2017). Fuzzy logic controller yang baik berdasarkan pada himpunan fuzzy, yaitu kelas objek di mana transisi dari keanggotaan ke nonkeanggotaan lebih, dan pembuatannya terdiri dari tiga tahapan dalam FLC, di antaranya adalah fuzzifikasi, mekanisme inferensi, dan defuzzifikasi (Elfizon & Asnil, 2016).

Di tahap ini, peneliti menentukan kesimpulan dari beberapa masukan yang terdapat pada basis aturan logika yang sudah dibuat. Selanjutnya, semua keluaran nilai yang berasal dari mekanisme inferensi fuzzy akan diubah menjadi bentuk tegas dengan cara defuzzifikasi (Larasati, Setyaningsih, & Iqbal, 2019). Untuk memahami lebih lengkap, bisa dilihat diagram FLC yang ada pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram FLC

Dalam Metode defuzzifikasi, mempunyai metode-metode yang sudah digunakan. Metode Takagi-Sugono-Kang (TSK) merupakan salah satu metode yang digunakan, dengan metode Takagi-Sugono-Kang lebih mudah direalisasikan ke bahasa pemrograman dikarenakan metode ini mempunyai himpunan singleton di variabel luaran. Dengan begitu tahap defuzzifikasi akan mudah untuk dilakukan. Di bawah ini persamaan luaran dari TSK:

$$z_{out} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2)$$

yang mana Z_{out} merupakan nilai luaran crisp, w_i merupakan derajat keanggotaan dari nilai ke i , dan z_i merupakan nilai luaran dari variabel ke i .

Data dianalisa dengan cara dikelompokkan pada beberapa bagian, di mana batasan diberikan pada data yang digunakan. Pada nilai kebenaran, sebuah data pasti memiliki kondisi di antaranya benar dan salah atau true dan false (Awalliza & Nugraha, 2017), hal tersebut dapat ditemui pada logika konvensional. Penggunaan logika konvensional tersebut jika digunakan pada nilai kebenaran yang sudah dipastikan berisi benar dan salah maupun true dan false tidak dapat digunakan dalam kehidupan yang nyata.

Dalam hal ini digunakan Fuzzy Logic di mana metode ini menggunakan logika samar sehingga dapat mempresentasikan kondisi pada kehidupan yang nyata (Mukminna, Putri, & Handayani, 2017). Logika samar ini dipresentasikan berdasarkan keanggotaan dengan derajat dari kebenaran, sehingga dapat digunakan kondisi benar dan salah secara sebagian pada waktu bersamaan.

Terdapat tiga dasar dalam sistem struktur inferensi pada Fuzzy Logic (Sadi & Budiawan, 2016), di antaranya:

- 1) Fuzzy Logic memiliki dasar aturan yang digunakan untuk memetakan sebuah nilai masukan fuzzy ke dalam nilai luaran fuzzy di mana dasar aturan tersebut biasa dinyatakan dalam bentuk IF-THEN.
- 2) Fuzzy Logic memiliki dasar di mana nilai pada setiap sistem variable didapatkan dari keanggotaan fuzzy logic tersebut dalam bentuk himpunan.
- 3) Langkah inferensi dalam Fuzzy logic dilakukan dengan mekanisme penalaran metode tersebut. Data masukan diproses secara fuzzyfikasi pada unit Fuzzy.

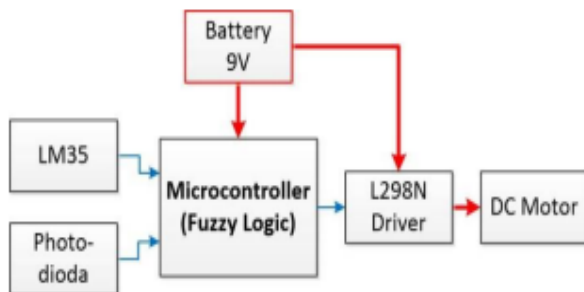
2.2 Desain sistem

A. Perangkat Keras

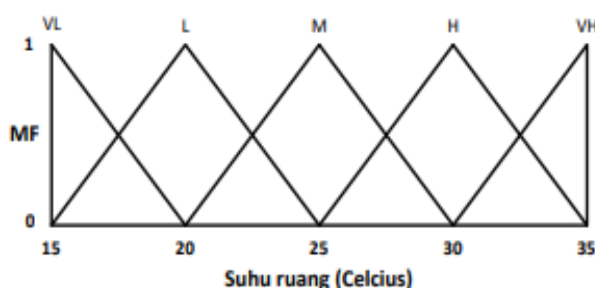
Pada desain sistem yang digunakan, kita menggunakan dua unit sensor yang berfungsi sebagai masukan pengatur suhu ruangan. Dan yang digunakan untuk mengetahui jumlah orang yang terdapat pada ruangan kita menggunakan (photodiode). Dan dikarenakan tegangan yang keluar relatif kecil, maka kita gunakan mikrokontroler pada *Analog to Digital Converter* (ADC). Salah satu penstabilan sinyal yang digunakan adalah IC LM 358. Dan Kedua sensor tersebut dipasang secara sejajar, agar dapat mendeteksi banyaknya orang yang keluar dan masuk ke dalam ruangan. Mikrokontroler digunakan sebagai perangkat komputansi di mana FLC ditanamkan. Dan juga pemakaian metode defuzzifikasi TSK agar sistem yang digunakan dapat menjadi lebih sederhana dalam hal pemrograman. Pada luaran, kita dapat menggunakan kipas pendingin yang memanfaatkan kegunaan dari *Pulse Width Modulation* (PWM).

B. Desain FLC

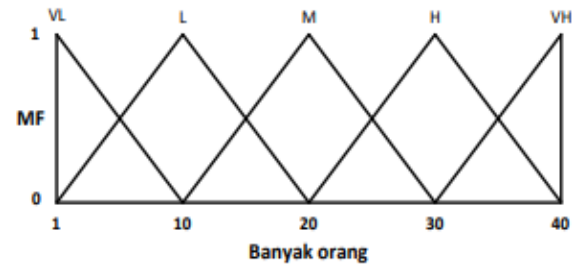
Pada Gambar 4 dan Gambar 6 dapat dilihat fungsi keanggotaan untuk masukan dan luaran.



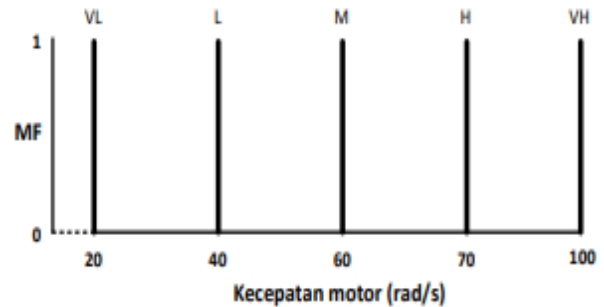
Gambar 3 Diagram blok sistem



Gambar 4 Fungsi dari bagian suhu



Gambar 5 Fungsi bagian banyaknya orang



Gambar 6 Fungsi bagian kecepatan kipas

Dapat kita lihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6, kita dapat mengetahui akan jumlah orang yang ada dalam ruangan tersebut dan juga kita dapat mengetahui akan fungsi keanggotaan pada suhu ruang dengan fungsi segitiga dengan tingkatan VL (sangat rendah), L (rendah), M (sedang), H (Tinggi), dan VH (sangat tinggi). Dan pada fungsi luaran kecepatan kipas dibagi menjadi 5 dan diimplementasikan pada Pulse Width Modulation (PWM), adapun pengaplikasian yang ada di atas tersebut digunakan pada suhu ruangan 15-35°C, dan batas orang di dalam ruangan adalah 40 orang. Dan semua dapat menggunakan Fuzzy Logic Toolbox.

Tabel 1 Pengaturan kecepatan berdasarkan suhu dan banyaknya orang

Suhu BanyakOrang	Sangat Rendah (VL)	Rendah (L)	Sedang (M)	Tinggi (H)	Sangat Tinggi (VH)
1	Very Slow	Very Slow	Slow	Medium	Fast
10	Very Slow	Slow	Slow	Medium	Fast
20	Slow	Slow	Medium	Fast	Very Fast
30	Slow	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast
40	Medium	Fast	Very Fast	Very Fast	Very Fast

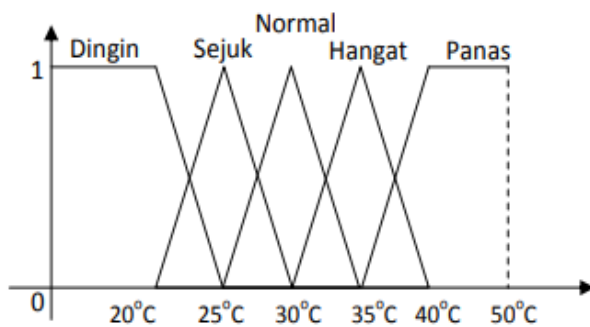
3 Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pembahasan rancangan pada sistem metode *FLC* terdapat empat buah mainframe (bagian utama) pada struktur dasar sistem kontrol *FLC*, yaitu: *Fuzzyfikasi*, *Defuzzyfikasi* dan *Knowledge Base Inferensi*.

3.1 Fuzzyfikasi

Terdapat tiga masukan pada alat pengaturan suhu (AC) untuk difuzzyfikasikan ke dalam *fuzzy* dan akan jadi suatu fungsi kesatuan yang berasal dari *fuzzy*. Gambar 7 dan Gambar 8 merupakan *fuzzyfikasi* dari masukan yang berasal dari sensor AC pada ruangan. Untuk luaran sensor suhu AC pada ruangan terpilih lima buah penilaian linguistic, yaitu panas, hangat, normal, sejuk dan dingin. Dengan data sebagai berikut:

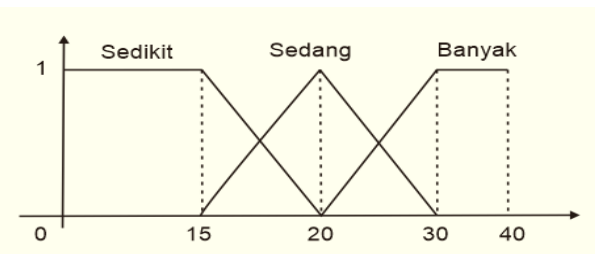
- Dingin = $0^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$
- Sejuk = $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$
- Normal = $25^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$
- Hangat = $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$
- Panas = $35^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$



Gambar 7 Fungsi keanggotaan sensor suhu pada ruangan

Kemudian dipilih berdasarkan tiga nilai linguistic sebagai luaran dari data jumlah objek pada sebuah ruangan, yaitu: sedikit, sedang, dan banyak. Berdasarkan ketentuan berikut:

- Sedikit = $0 - 20$ objek
- Sedang = $15 - 30$ objek
- Banyak = $20 - 40$ objek



Gambar 8 Fungsi keanggotaan banyak objek di dalam ruangan.

3.2 Knowledge Base

Yang menjadi rencana dalam pengaturan suhu memakai beberapa aturan yang besar kemungkinannya terjadi pada pengaturan pada keluran suhu. Dan dalam prosesnya dengan

menggunkan banyak rule, maka akan sangat berpengaruh pada ketepatan suhu yang ditentukan. Dan semua pernyataan yang ada pada rule akan dibagi-bagi dan menjadi sebuah matriks yang dapat kita sebut dengan FAM (Fuzzy Associate Memory).

Dan urutan suhu pada AC sebagai berikut:

- Cold = $16^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$
- Medium Cold = $20^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}$
- Cool = $22^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$
- Medium Cool = $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$
- Normal = $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$

Berikut adalah table rule pernyataan dalam penentuan suhu:

Tabel 2 Rule pengaturan suhu

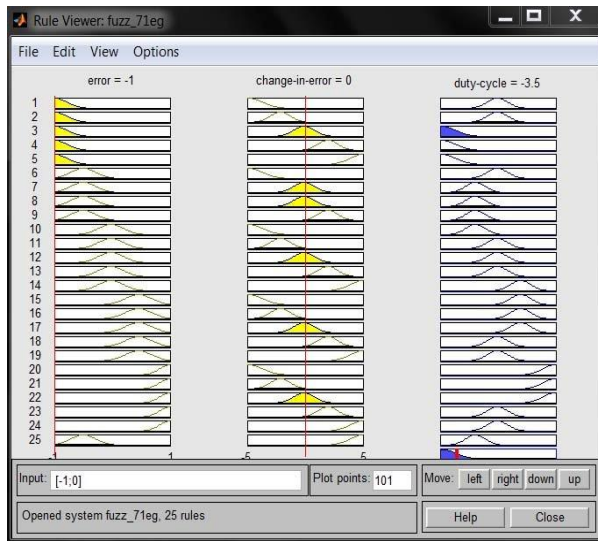
No	Suhu	Banyak Orang	Suhu AC
1	Dingin	Sedikit	Cold
2	Dingin	Sedang	Cold
3	Dingin	Banyak	Medium Cool
4	Dingin	Sedikit	Cold
5	Sejuk	Sedang	Cool
6	Sejuk	Banyak	Medium Cool
7	Sejuk	Sedikit	Cold
8	Sejuk	Sedang	Cool
9	Normal	Banyak	Normal
10	Normal	Sedikit	Cool
11	Normal	Sedang	Normal
12	Normal	Banyak	Normal

3.3 Inferensi

Untuk mendapatkan pengaturan suhu pada AC yang optimal kemudian FAM rule-rule digunakan untuk knowledge base. Dalam proses ini menggunakan metode MIN-MAX.

Keanggotaan dari kedua masukan ini berfungsi untuk kemudian diterapkan terhadap rule yang sudah ditentukan, dalam bagian ini menggunakan metode "and" kemudian aturan yang dipakai yaitu nilai yang terkecil (MIN) lalu dari kedua nilai dari fungsi yang terdapat dalam keanggotaan masing-masing masukkan. Program ini berfungsi untuk menentukan pelengkapan fungsi keanggotaan dengan nilainya, sehingga didapatkan luaran dari nilai fungsi keanggotaan tersebut yang selanjutnya akan ditentukan nilai tengahnya.

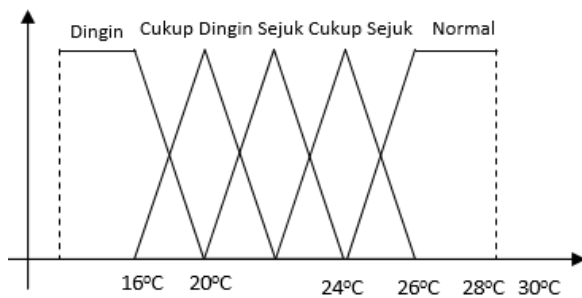
Pada proses inferensi ini menggunakan penalaran Min-Max dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 9 Inverensi dengan penalaran Min-Max

3.4 Defuzzyfikasi

Di dalam metode *defuzzyfikasi* ini diperoleh grafik keanggotaan untuk memilih Batasan dari luaran *fuzzy* yang dipakai. Untuk memastikan kondisi dari suhu yang ditentukan pada AC terdapat lima buah nilai linguistic seperti yang ada pada Gambar 10



Gambar 10 Pengelompokan Suhu AC dan luaran keanggotaan Fuzzy

Untuk menentukan nilai luaran menggunakan persamaan yang diturunkan dari keluaran inferensi fuzzy tipe Sugeno:

$$Final\ Output = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Deskripsi keluaran didapatkan dari menentukan hasilnya:

- 1) Mengisi data masukan dari sistem kendali fuzzy berupa suhu ruangan dan jumlah orang.
- 2) Melihat nilai masukan masing-masing variabel, melengkapi kegunaan dari keanggotaan masukan dari masing-masing variabel tersebut.
- 3) Hitung nilai fungsi keanggotaan dari setiap masukan untuk mendapatkan nilai yang diinginkan.
- 4) Kemudian akan ditentukan nilai bobot dari masing-masing memungkinkan dapat terjadinya fungsi keanggotaan dari masing-masing masukan
- 5) Pada tahap berikutnya dasar dari penentuan rule sangat berfungsi dalam penetapan nilai yang mana nilai antara dari fungsi keanggotaan keluaran.
- 6) Menghitung hasil keluaran akhir menggunakan:

$$Final\ Output = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

4 Kesimpulan

Sesuai dengan hasil pembahasan dan penelitian, dapat diperoleh bahwa solusi dapat diberikan yaitu merancang sebuah sistem kendali untuk mengatur suhu pada sebuah ruangan dengan bantuan aplikasi Telegram di mana hal tersebut dibantu menggunakan sebuah metode Fuzzy Logic Control dengan memanfaatkan sebuah modul komputer yaitu Raspberry PI 4 yang terhubung dengan relay-relay untuk melakukan pengaturan suhu sesuai dengan program yang sudah diatur.

Dengan menggunakan sistem tersebut maka dapat memudahkan untuk melakukan monitoring suhu ruangan dimana dapat menaikkan dan menurunkan suhu pada ruangan secara efektif. Sehingga penggunaan pendingin ruangan dapat menghemat secara efektif penggunaan listrik pada lokasi tersebut.

Referensi

- Amalia, S., Andari, R., & Syukriansyah, R. (2020). Studi Pemodelan Sistem Pengontrolan Suhu Ruangan Berbasis Logika Fuzzy Sugeno. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 175-180. doi:10.36275/stsp.v20i2.287
- Awalliza, M. P., & Nugraha, B. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu pada Stasiun

- Transmisi Metro TV Jakarta dengan Web Berbasis Arduino Uno dan Sim908. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(3), 215-221. doi:10.22441/jte.v8i3.2187
- Elfizon, & Asnil. (2016). Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Pengendalian Motor Compressor Pada Air Conditioner Berbasis Atmega8535. *Proceedings Seminar Nasional Teknik Elektro (FORTEI)* (pp. 47-51). Semarang: Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- Larasati, I., Setyaningsih, N. Y., & Iqbal, M. (2019). Sistem Kendali Suhu Penetas Telur Ayam Berbasis Java dan Fuzzy Logic Control. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 10(1), 127-134. doi:10.24176/simet.v10i1.2826
- Lestari, R. E., & Abadi, A. M. (2015). Aplikasi Fuzzy Logic Pada Pengaturan Air Cooler Untuk Ruangan. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY 27* (pp. 367-374). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mukminna, H., Putri, D. M., & Handayani, A. N. (2017). *Simulasi Kinerja Siswa Dengan Metode Fuzzy Inference Sugeno Menggunakan Aplikasi Matlab*.
- Prayitno, E., Juliasari, N., & Ariyani, P. F. (2019). Monitoring dan Pengontrolan Suhu serta Kelembaban Penyimpanan Bahan Makanan berbasis Web dengan Metode Fuzzy Logic Controller. *Prosiding SINTAK 2019 Seminar Nasional Teknologi Informasi & Aplikasi Komputer* (pp. 236-241). Semarang: Universitas Stikubank.
- Rusli, M. (2017). *Dasar perancangan kendali logika fuzzy*. Malang: UB Press.
- Sadi, S., & Budiawan, T. (2016). Kontrol Pendingin Ruangan (Fan) dengan Logika Fuzzy Menggunakan Atmega 8535, LM35 dan PIR. *TELKA : Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 2(2), 94-105. doi:10.15575/telka.v2n2.94-105
- Suharjianto, S. (2017). Rancang Bangun Otomatisasi Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Untuk Budidaya Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroler di Desa Kendal, Sekaran, Lamongan. *Jurnal JE-UNISLA : Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power System*, 2(2), 87-92. doi:10.30736/je.v2i2.84
- Taufiq, R., Magfiroh, D. A., Yusup, D., & Yulianti, Y. (2020). Analisis dan Desain Sistem Informasi Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) di SMK Avicena Rajeg. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, 3(1), 15-21. doi:10.32493/jtsi.v3i1.4308
- Wahab, F., Sumardiono, A., Tahtawi, A. R., & Mulayari, A. F. (2017). Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 2(1), 1-8. doi:10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8