

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	3
DAFTAR TABEL.....	4
ABSTRAK.....	5
BAB 1. PENDAHULUAN.....	6
1.1. Latar Belakang Masalah.....	6
1.2. Rumusana Masalah.....	8
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Batasan Penelitian.....	8
BAB 2. TINJAUN PUSTAKA.....	9
2.1. Desain Logika Fuzzy.....	9
2.2. Desain Algoritma Rule-Based.....	11
BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
3.1. Konfigurasi Pengontrolan dan Pengukuran.....	14
3.2. Perbandingan hasil pengontrolan.....	16
BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN.....	20
4.1. Kesimpulan.....	20
4.2. Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram desain fuzzy.....	9
Gambar 2.2 Fuzzyfication suhu input.....	9
Gambar 2.3 Flowchart desain algoritma Rule-Based .....	12
Gambar 3.1 Konfigurasi pengontrolan dan pengukuran suhu .....	14
Gambar 3.2 Perangkat pengontrol AC tampak atas.....	15
Gambar 3.3 Perangkat pengontrol AC tampak samping .....	15
Gambar 3.4 Grafik hasil pengendalian AC menggunakan Fuzzy dengan periode sampling 10 detik.....	16
Gambar 3.5 Hasil grafik kendali AC menggunakan logika Fuzzy dan algoritma Rule-Based dengan periode sampling 10 detik .....	17
Gambar 3.6 Grafik hasil pengendalian AC menggunakan Fuzzy dengan periode sampling 10 menit .....	17
Gambar 3.7 Hasil grafik kendali AC menggunakan algoritma Fuzzy dan Rule-Based dengan periode sampling 10 menit.....	18

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fuzzy rule dan inference engine.....	11
Tabel 3.1 Hasil perbandingan pengendalian.....	19

## ABSTRAK

Penggunaan perangkat *Air Conditioner* (AC) saat ini sudah meluas, mulai dari sektor industri dan pendidikan hingga banyak rumah tangga yang menggunakan perangkat AC. Pengendalian perangkat AC merupakan upaya optimalisasi kinerja yang akan berkaitan dengan efisiensi dan penghematan daya perangkat AC. Pada penelitian kali ini akan dibangun sebuah perangkat remote untuk mengontrol kondisi AC, dengan tertanam algoritma yang dapat mengontrol kondisi berdasarkan suhu luar ruangan secara otomatis, sedangkan pada penelitian yang sudah ada pengontrolan suhu masih diatur secara manual. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah kendali logika *fuzzy* yang dioptimasi menggunakan algoritma *rule-based* dan diuji dengan waktu kendali (periode *sampling*) yang berbeda yaitu 5 detik dan 10 menit, dengan menggunakan suhu luar ruangan sebagai ambang batas yang diperoleh dari data *OpenWeather*. Dari hasil percobaan diperoleh rata-rata *error* pengendalian, jika hanya menggunakan logika *fuzzy* saja sebesar 1,4% untuk waktu *sampling* sebesar 10 detik dan 1,37% untuk waktu *sampling* 10 menit. Ketika logika *fuzzy* dioptimasi menggunakan algoritma *rule-based*, rata-rata error berkurang menjadi 0,81% untuk waktu *sampling* 10 detik dan 0,32% untuk waktu *sampling* 10 menit. Temuan ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan algoritma *rule-based* dengan kontrol logika *fuzzy* secara signifikan meningkatkan keakuratan pengaturan suhu dalam sistem AC. Dengan mengurangi margin kesalahan, pendekatan optimal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi namun juga meminimalkan konsumsi daya dalam jangka panjang.

**Kata Kunci:** *Air conditioner control, Fuzzy logic optimization, Fuzzy, Rule-Based algorithm, temperature control*

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Di Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis, suhu rata-rata pada bulan Maret sebesar 26,8°C pada periode 1990–2020 (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2022). Pendingin udara (AC) merupakan salah satu sistem yang diperlukan agar suhu suatu ruangan dapat terjaga pada tingkat dimana pengguna dapat menyesuaikan suhu yang dikeluarkan oleh AC. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia, 10,90% rumah tangga sering menggunakan AC (Badan Pusat Statistik, 2019). Namun permasalahan yang timbul jika AC dinyalakan pada suhu minimum dalam jangka waktu lama secara terus menerus, tentunya akan memakan daya listrik yang besar. Pemasangan AC (*Air Conditioner*) secara otomatis akan meningkatkan konsumsi energi, sehingga efisiensi penggunaan energi perlu diterapkan (Zakiyah, 2018). Efisiensi penggunaan energi pada AC saat ini sangat diperlukan, untuk mengimplementasikan hal tersebut demi ketersediaan energi di masa depan, dari penelitian yang dilakukan oleh Parent, dkk, pada tahun 2024 dengan melakukan efisiensi energi pada AC dapat menghemat 37,6% energi yang digunakan AC sebagai keseluruhan (Parent, 2024).

Perangkat remote control pada AC merupakan alat yang paling dibutuhkan dan berperan penting dalam mengatur suhu yang dikeluarkan oleh AC dan mengatur beberapa fitur yang dimiliki perangkat AC. *Remote AC* menerapkan komunikasi nirkabel yaitu infra merah untuk berkomunikasi dan mengirimkan perintah ke AC. Tentunya dengan menggunakan *remote AC* kita dapat mengontrol suhu yang dikeluarkan oleh AC, namun semakin rendah suhu yang dikeluarkan oleh AC dalam jangka waktu yang lama maka konsumsi listrik yang digunakan akan semakin besar.

Perangkat *remote control* pada AC merupakan alat yang paling dibutuhkan dan berperan penting dalam mengatur suhu yang dikeluarkan oleh AC dan mengatur beberapa fitur yang dimiliki perangkat AC. *Remote AC* menerapkan komunikasi nirkabel yaitu infra merah untuk berkomunikasi dan mengirimkan perintah ke AC. Tentunya dengan menggunakan *remote AC* kita dapat mengontrol suhu yang dikeluarkan oleh AC, namun semakin rendah suhu yang dikeluarkan oleh AC dalam jangka waktu yang lama maka konsumsi listrik yang digunakan akan semakin besar.

Untuk mengatasi masalah konsumsi daya pada suatu perangkat AC, telah dilakukan beberapa penelitian untuk mengontrol perangkat AC agar dapat menyesuaikan suhu yang telah

diatur. Dengan adanya perangkat tambahan yang akan memberikan perintah pada AC untuk menaikkan dan menurunkan suhu yang dikeluarkan secara otomatis, tentunya dengan adanya perangkat tambahan tersebut maka suhu yang dihasilkan oleh perangkat AC tersebut bisa bersifat non-statis. Jika ruangan dingin, maka perangkat tambahan dapat mengirimkan perintah ke AC untuk melakukan mode hemat energi dengan memperlambat putaran kipas pada AC atau dengan menaikkan suhu yang dihasilkan AC. Salah satu penelitian yang telah dilakukan adalah mampu membangun perangkat tambahan yang mampu mengontrol dan menjaga suhu suatu AC menggunakan logika fuzzy dengan error minimum 0,00 dan error maksimum 9,6 (Omer, 2017). Dari penelitian ini sudah dimungkinkan untuk mengontrol suhu AC agar tidak statis, namun masih terdapat error yang cukup besar yaitu 9,6 perbandingan dari suhu yang disetel, dan juga tidak dapat mengatur suhu dari luar. ruang. Penelitian selanjutnya juga telah mampu mengendalikan AC dengan menggunakan logika fuzzy dan terbukti dari hasil percobaan yang telah dilakukan mampu menghemat konsumsi daya AC sebesar 40-75 persen (Saha, 2014). Pada penelitian ini AC akan mati selama 4 menit jika dioperasikan setiap 10 menit (Saha, 2014). Namun kekurangan dari penelitian ini adalah jika sebuah AC sering dimatikan dan dihidupkan tentu akan mengganggu kualitas dari perangkat AC itu sendiri.

Dari seluruh penelitian yang dilakukan diatas, sistem hanya mampu mengontrol nilai masukan suhu yang telah diatur di awal, tidak dapat mengikuti perubahan suhu yang terjadi di luar ruangan, dan juga pada penelitian sebelumnya, periode pengambilan sampel yang digunakan adalah kurang dari 5 menit. Tentu saja, jika periode pengambilan sampel yang lebih cepat digunakan, intensitas kinerja sensor dan peningkatannya akan lebih sering terjadi. Jika intensitas kinerja semakin sering maka penggunaan konsumsi daya untuk perangkat tambahan juga akan semakin cepat. Alhasil ketahanan daya perangkat juga akan lebih cepat. Namun terdapat salah satu penelitian yang mengatur periode sampling selama 30 menit untuk pengendalian AC dengan *Fuzzy*, namun pada penelitian tersebut masih terdapat rata-rata *error* selisih sebesar 2 dari perbedaan suhu yang telah ditetapkan (Shahnawaz, 2007).

Pada penelitian ini akan dilakukan pengendalian AC dengan metode logika *fuzzy* dimana suhu yang dikontrol akan mengikuti perubahan dinamis suhu luar ruangan dan juga akan mengoptimalkan hasil pengendalian logika *fuzzy* jika periode pengambilan sampel diatur menjadi 10 menit. menggunakan metode algoritma *rule-based*. Penelitian ini juga akan membandingkan hasil pengendalian logika *fuzzy* dengan periode sampling 10 detik 10 menit dengan metode logika fuzzy dan algoritma *rule-based programming* dengan periode sampling 10 detik 10 menit juga.

## **1.2. Rumusana Masalah**

Dalam penelitian yang dilakukan ini terdapat beberapa rumusan masalah, sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimana mengoptimalkan logika *fuzzy* untuk pengendalian suhu AC
- 1.2.2. Bagaimana membuat sebuah sistem yang dapat mengontrol AC
- 1.2.3. Bagaimana membuat sistem yang dapat berkomunikasi dengan AC

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Dalam penelitian yang dilakukan ini terdapat beberapa tujuan, sebagai berikut:

- 1.3.1. Mengoptimalkan logika *fuzzy* untuk pengendalian suhu AC
- 1.3.2. Membuat sebuah sistem yang dapat mengontrol AC
- 1.3.3. Membuat sistem yang dapat berkomunikasi dengan AC

## **1.4. Manfaat Penelitian**

## **1.5. Batasan Penelitian**

Dalam penelitian yang dilakukan ini terdapat beberapa batasan penelitian, sebagai berikut:

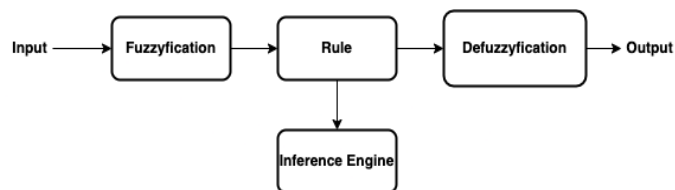
- 1.4.1. Pengontrolan dilakukan pada salah satu ruangan kelas CCIT Fakultas Teknik Universitas Indonesia, dengan ruangan kelas yang memiliki satu perangkat AC.
- 1.4.2. AC dikontrol secara satu persatu dengan perangkat pengontrol *remote* dan *monitoring*
- 1.4.3. Waktu *sampling periode* yang digunakan adalah 10 detik dan 10 menit untuk setiap pengontrolan yang dilakukan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini adalah penjabaran dari tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah sebagai gambaran dan acuan dari penelitian yang dilakukan, seperti dasar metode dan desain metode yang digunakan, rancangan desain dari perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem yang dibangun pada penelitian ini, adapun penjabaran dari tinjauan pustaka adalah sebagai berikut ini:

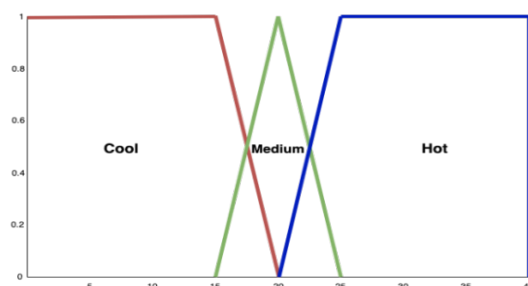
### 2.1. Desain Logika *Fuzzy*

Sub bab ini adalah penjabaran dari desain logika *fuzzy*, yaitu metode yang digunakan untuk mengontrol perangkat AC. Logika *fuzzy* ini adalah metode awal yang digunakan dan nantinya metode *fuzzy* ini akan diimplementasikan pada perangkat pengontrol AC. Metode *fuzzy* ini dipilih berdasarkan dari penelitian sebelumnya yang telah menggunakan logika *fuzzy* sebagai metode pengontrol yang digunakan, adapun penjabaran dari desain logika *fuzzy* yang diterapkan adalah sebagai berikut ini:



Gambar 2.1 Diagram desain *fuzzy*

Pada gambar 2.1 adalah diagram desain dari metode *fuzzy* pada sistem yang dibangun, bagian pertama adalah *input*, yang dimana input tersebut berupa nilai suhu dari sensor dan pembacaan suhu dari *openweather*. Setelah sistem membaca nilai temperatur dari sensor dan *openweather*, akan dilakukan *fuzzyfication*, yang dimana bertujuan untuk melakukan *classification* terhadap nilai suhu yang didapat, untuk menentukan apakah suhu tersebut masuk ke *class* dingin, sedang, atau panas, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 *Fuzzyfication* suhu *input*



Pada gambar 2.2 adalah diagram *classification* dari suhu *input*. Pada suhu 0 °C - 20 °C masuk ke dalam *classification cool*, suhu 15 °C - 25 °C masuk ke dalam *classification medium*, suhu 20 °C - 40 °C masuk ke dalam *classification hot*. Pada *classification medium* akan beririsan dengan *class cool* dan *class hot*. Dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\text{cool} = \begin{cases} 0 & \approx x > 20 \\ \frac{20-x}{20-15} & \approx 15 \leq x \leq 20 \\ 1 & \approx x < 15 \end{cases} \quad (2.1)$$

$$\text{medium} = \begin{cases} 0 & \approx x < 15 \text{ or } x > 25 \\ \frac{20-x}{20-15} & \approx 15 \leq x \leq 20 \\ \frac{25-x}{25-20} & \approx 20 \leq x \leq 25 \end{cases} \quad (2.1)$$

$$\text{hot} = \begin{cases} 1 & \approx x \leq 25 \\ \frac{x-20}{20-15} & \approx 20 \leq x \leq 25 \\ 0 & \approx x < 20 \end{cases} \quad (2.1)$$

Pada persamaan 2.1 adalah kondisi *class cool*, yang dimana nilai *fuzzyfication* akan bernilai 0 jika nilai *input* suhu lebih besar dari 20 °C. Jika nilai dari input suhu pada *class cool* 15 °C - 20 °C, dimana beririsan dengan *class medium*, akan menggunakan persamaan yang dijabarkan pada bagian ke dua di persamaan 2.1. Selanjutnya *fuzzyfication class cool* akan bernilai 1 jika nilai *input* suhu lebih kecil dari 15 °C.

Persamaan 2.2 adalah kondisi dari *class medium*, akan bernilai 0 jika input suhu lebih kecil dari 15 °C atau lebih besar dari 25 °C. Jika nilai *input* suhu lebih besar sama dengan 15 °C atau lebih kecil sama dengan dari 20 °C maka nilai dari *fuzzyfication* akan menggunakan persamaan pada sesi ke 2 di persamaan 2.2. Dan jika nilai *input* suhu lebih besar dari 20 °C dan lebih kecil dari 25 °C maka nilai *fuzzyfication* akan menggunakan persamaan bagian ke-3 pada persamaan 2.2.

Persamaan 2.3 adalah kondisi dari *class hot*, yaitu akan bernilai 1 jika nilai input suhu lebih besar dari 25 °C. Jika nilai *input* suhu lebih besar sama dengan 20 °C atau lebih kecil sama dengan 25 °C, maka nilai *fuzzyfication* akan menggunakan persamaan pada bagian ke-2 pada persamaan 2.3. Jika input suhu bernilai lebih kecil dari 20 °C, maka nilai *fuzzyfication* akan 0. Persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3 mengacu pada grafik di gambar 2.2, yang dimana nilai *fuzzyfication* akan digunakan untuk acuan pembuatan *rule* pada kontrol *fuzzy*.

Blok *rule* pada gambar 2.1 digunakan untuk menentukan *rule* yang mengacu kepada *fuzzyfication* yang dilakukan, setelah *rule* yang cocok didapat dan mengambil keputusan untuk

mengirim perintah ke AC, sistem akan masuk pada blok *inference engine* untuk memberikan perintah kepada AC dengan menggunakan komunikasi infrared dengan perangkat AC. *Rule* dan *inference engine* yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Fuzzy rule dan inference engine.

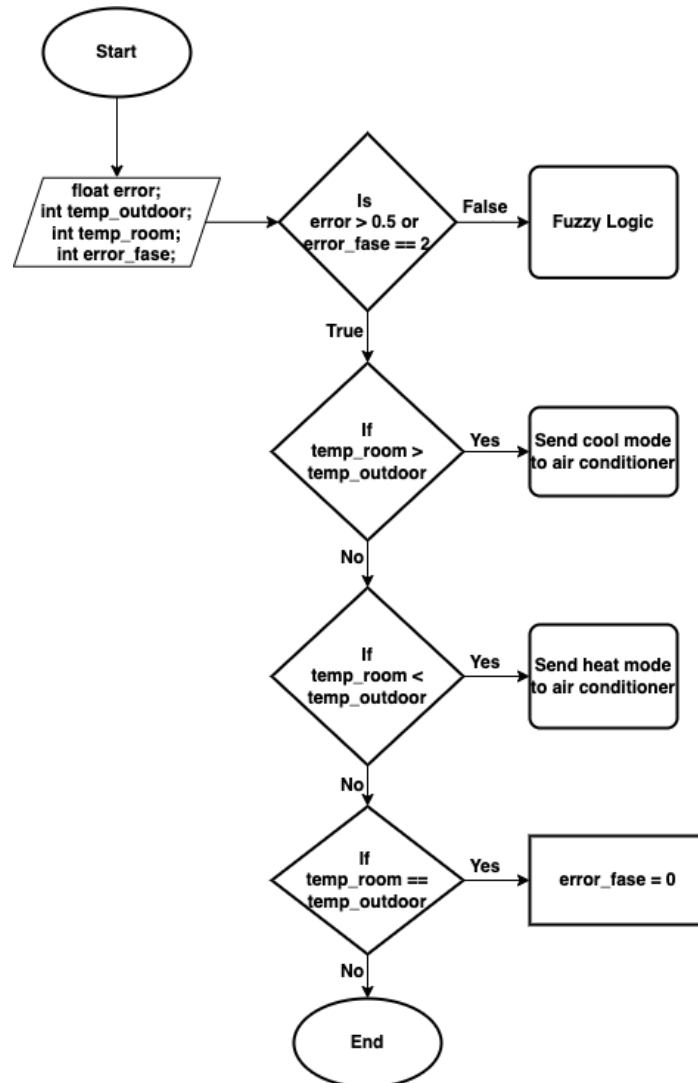
<b>Rule</b>	<b>Inference Engine</b>
<i>If temperature outdoor cool and temperature sensor cool</i>	<i>Send low power mode/Stable mode</i>
<i>If temperature outdoor cool and temperature sensor medium</i>	<i>Send hot mode</i>
<i>If temperature outdoor cool and temperature sensor hot</i>	<i>Send hot mode</i>
<i>If temperature outdoor medium and temperature sensor cool</i>	<i>Send hot mode</i>
<i>If temperature outdoor medium and temperature sensor medium</i>	<i>Send low power mode/Stable mode</i>
<i>If temperature outdoor medium and temperature sensor hot</i>	<i>Send cool mode</i>
<i>If temperature outdoor hot and temperature sensor cool</i>	<i>Send cool mode</i>
<i>If temperature outdoor hot and temperature sensor medium</i>	<i>Send cool mode</i>
<i>If temperature outdoor hot and temperature sensor hot</i>	<i>Send low power mode/Stable mode</i>

Blok *defuzzyfikasi* pada gambar 2.1 adalah tahap yang terakhir dalam logika *fuzzy* dimana tujuannya adalah mengkonversikan setiap hasil dari *rule* dan *inference engine* yang dapat dilihat pada tabel 2.1, yang dijadikan dalam bentuk *fuzzy set* menjadi bilangan nyata. Hasil konversi tersebut merupakan aksi yang diambil dari sistem kendali *fuzzy* yang dilakukan.

## 2.2. Desain Algoritma Rule-Based

Di sub bab ini adalah penjabaran dari metode pengkoreksian *error* yang digunakan yaitu algoritma *Rule-Based*. Pada penelitian ini *Rule-Based* digunakan untuk mengkoreksi hasil kontrol AC yang dilakukan oleh logika *fuzzy*. Algoritma *Rule-Based* adalah algoritma memiliki kondisi *If-Then* yang telah diatur dan diset di awal (Toplu, 2021). Dari penelitian yang pernah dilakukan algoritma *rule-based* dapat digunakan untuk melakukan koreksi terhadap *error* pengontrolan yang dilakukan, dengan menetapkan kondisi - kondisi yang telah diatur atau ditetapkan (Wu, 2020). Penelitian lainnya mengimplementasikan metode algoritma *rule-based* dalam bentuk *decision tree classification*, dimana pada metode yang digunakan ini cocok digunakan dan diimplementasikan untuk koreksi kesalahan yang dihasilkan oleh kontrol yang dilakukan pada sebuah sistem (Fu, 2020).

Pada penelitian yang dilakukan di tesis ini, hasil akhirnya adalah algoritma *Rule-Based* yang mampu mengoreksi hasil logika *fuzzy* dengan *sampling period* 10 detik dan 10 menit dari percobaan yang dilakukan. Tujuannya adalah untuk melakukan manajemen terhadap penggunaan daya pada perangkat pengontrol tersebut, agar tidak melakukan pengontrolan secara terus menerus dengan jarak yang dekat. Dari penjabaran sebelumnya berikut ini adalah desain dari algoritma *Rule-Based* yang digunakan, sebagai berikut:



Gambar 2.3 Flowchart desain algoritma *Rule-Based*

Gambar 2.3 merupakan rancangan *flowchart* untuk algoritma *Rule-Based* yang akan mengoreksi kontrol *fuzzy* berdasarkan *error* yang diperoleh pada kontrol logika *fuzzy* yang dilakukan. Algoritma *Rule-Based* ini digunakan untuk mengoreksi kesalahan yang dihasilkan oleh logika *fuzzy* dan membandingkan hasil kontrol yang dilakukan oleh *fuzzy* itu sendiri. Jika pada saat kontrol *fuzzy* terdapat kesalahan yang melebihi 1 untuk selisih dengan suhu diluar

ruangan, sebanyak 2 kali pada saat pengukuran, maka algoritma *Rule-Based* akan mengambil alih kontrol suhu. Jika suhu ruangan dan suhu luar sama, algoritma *Rule-Based* akan kembali ke logika *fuzzy* untuk mengontrol stabilitas suhu ruangan lagi.

## BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Konfigurasi Pengontrolan dan Pengukuran

Bagian pengukuran dan pengendalian ini merupakan hasil penerapan pengukuran dan pengendalian suhu ruangan pada AC. Dimana pengukuran bertujuan untuk mendapatkan nilai suhu di dalam dan di luar ruangan, sedangkan pengendalian bertujuan untuk mengontrol suhu yang dipancarkan oleh AC. Jarak antara alat kontrol dengan AC kurang lebih 3 meter. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Konfigurasi pengontrolan dan pengukuran suhu

Pada gambar 3.1 terlihat pada lingkaran merah alat yang digunakan untuk mengontrol AC, dimana pada pengontrol AC tersebut terdapat sensor suhu untuk mendeteksi suhu ruangan dan sensor infra merah, sebagai media transmisi perintah ke AC, juga telah ditanamkan program dengan menggunakan logika *Fuzzy* dan algoritma *Rule-Based*.



Gambar 3.2 Perangkat pengontrol AC tampak atas



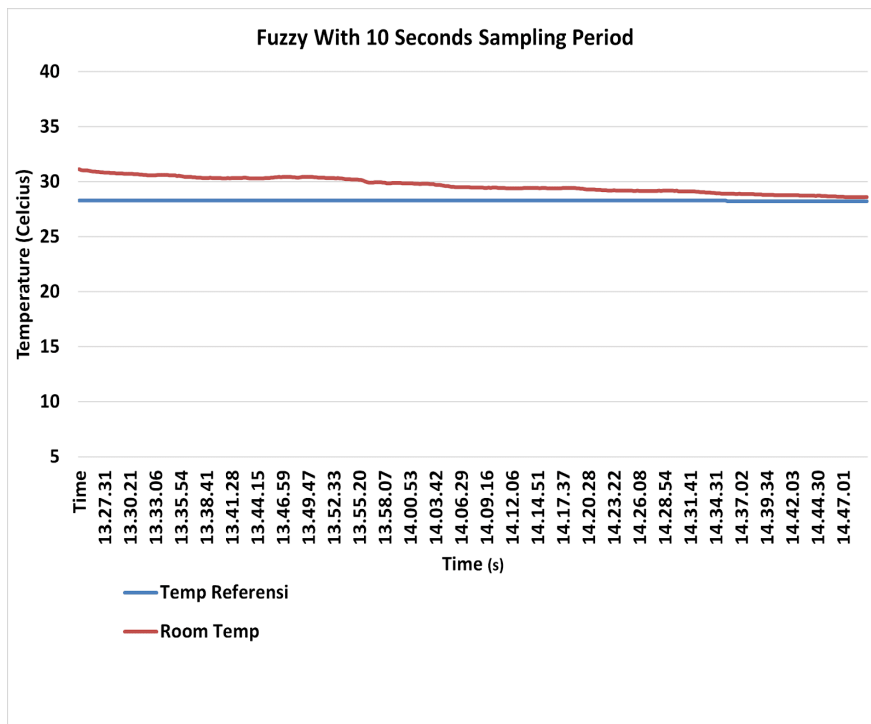
Gambar 3.3 Perangkat pengontrol AC tampak samping

Pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 adalah gambar implementasi perangkat jarak jauh dengan mikrokontroler ESP32. Pada perangkat jarak jauh terdapat infra merah pemancar dan penerima infra merah untuk mendapatkan data AC dan mengirim data AC untuk kontrol, juga pada

perangkat pengendali, terdapat sensor suhu, untuk *memonitoring* suhu ruangan lalu dibandingkan dengan suhu luar.

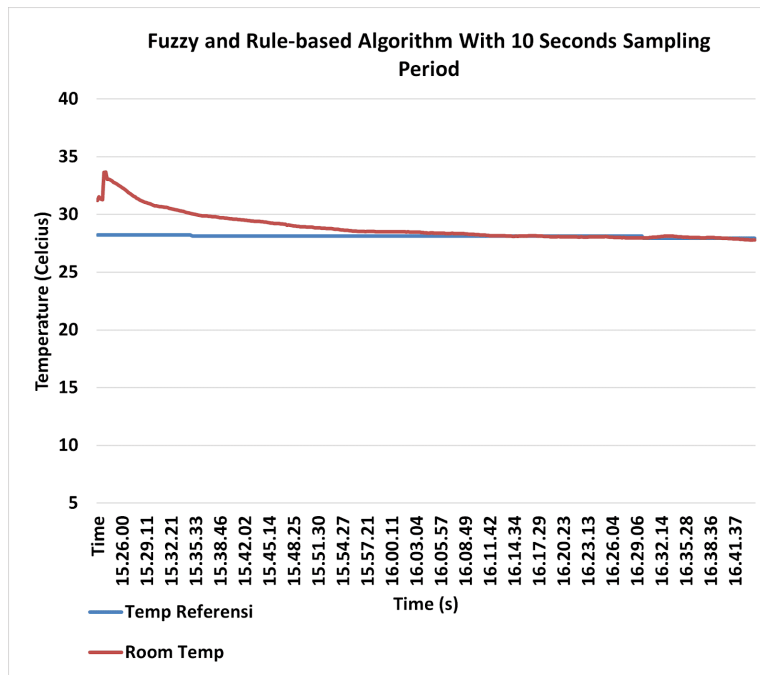
### 3.2.Perbandingan hasil pengontrolan

Pada bagian ini, hasil perbandingan metode yang digunakan akan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan melihat perbandingan kedua metode tersebut. Seperti pada grafik berikut.



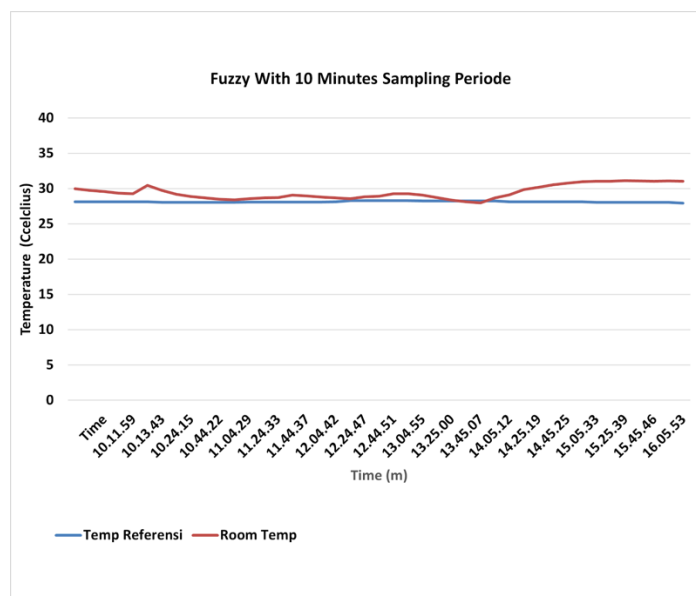
Gambar 3.4 Grafik hasil pengendalian AC menggunakan *Fuzzy* dengan periode sampling 10 detik

Gambar 3.4 merupakan hasil pengujian menggunakan logika *Fuzzy* dengan periode sampling 10 detik. Dari hasil yang diperoleh pada gambar grafik di atas, suhu ruangan mampu mengikuti grafik suhu luar ruangan dan akan stabil setelah kurang lebih 1,5 jam dilakukan pengendalian, dengan rata-rata *error* sebesar 1,4%.



Gambar 3.5 Hasil grafik kendali AC menggunakan logika *Fuzzy* dan algoritma *Rule-Based* dengan periode sampling 10 detik

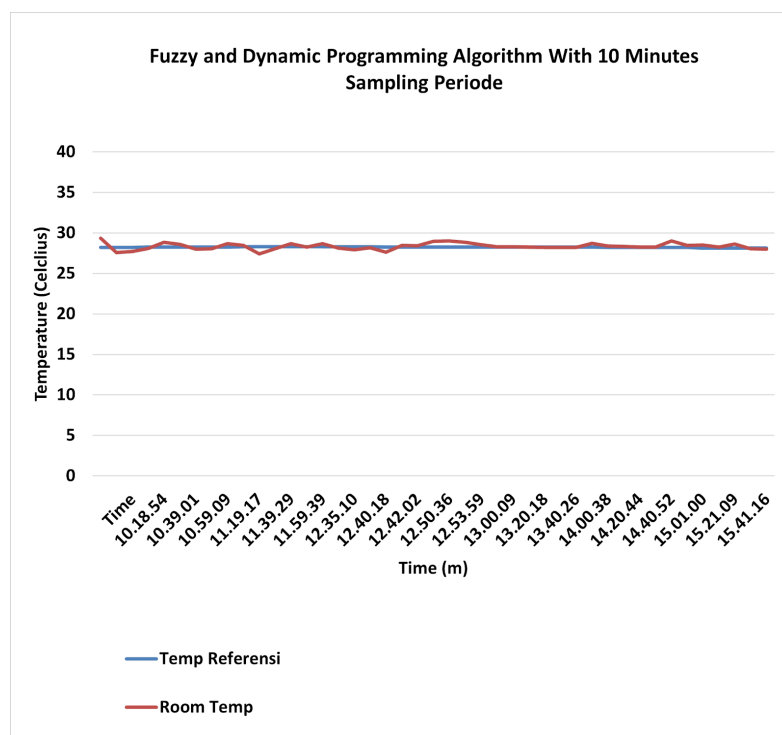
Hasil yang lebih baik diperoleh jika menggunakan logika *Fuzzy* dan dioptimalkan dengan algoritma *Rule-Based* dengan periode sampling 10 detik, seperti terlihat pada Gambar 3.5, pengendalian stabil ketika pengendalian dilakukan selama 0,5 jam atau 30 menit. Hasil pengendalian yang telah dilakukan didapat rata-rata *error* yang diperoleh sebesar 0,81%.



Gambar 3.6 Grafik hasil pengendalian AC menggunakan *Fuzzy* dengan periode sampling 10 menit



Pada Gambar 3.6 terlihat jelas hasil pengendalian yang dilakukan menggunakan logika *fuzzy* dengan periode sampling setiap 10 menit. Awalnya suhu ruangan mengikuti perbandingan suhu luar ruangan selama kurang lebih 40 menit, pertama pengendalian. Namun sekitar pukul 13.45, hasil pengendalian mulai menunjukkan ketidak stabilan. Setelah 2 jam, kualitas kontrol semakin menurun. Masalah ini disebabkan oleh durasi kendali yang terlalu lama, sehingga AC terus menerima perintah tanpa jeda yang cukup. Akibatnya, AC terus-menerus mengeluarkan suhu tanpa kontrol yang efektif dan responsif. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian periode pengambilan sampel dan strategi pengendalian untuk memastikan stabilitas yang lebih baik dan efisiensi dalam sistem kontrol suhu berbasis logika *fuzzy*.



Gambar 3.7 Hasil grafik kendali AC menggunakan algoritma *Fuzzy* dan *Rule-Based* dengan periode sampling 10 menit

Pada Gambar 3.7 diperoleh hasil yang lebih baik, terlihat pada grafik yang mendekati perbandingan suhu luar ruangan. Pada gambar 3.7 pengendalian dilakukan dengan menggunakan logika *Fuzzy* dan dikoreksi menggunakan algoritma *Rule-Based* dengan periode sampling 10 menit. Pengendalian yang dilakukan hampir stabil setelah kurang lebih 20 menit pengendalian, dengan rata-rata *error* sebesar 0,32%. Berikut ini adalah table perbandingan hasil pengontrolan yang dilakukan.

Tabel 3.1 Hasil perbandingan pengendalian

<b>Nilai Kontrol</b>	<b><i>Fuzzy Logic ( 10 Seconds Time Period)</i></b>	<b><i>Fuzzy Logic and Rulde-Based Algorithm (10 Seconds Time Period)</i></b>	<b><i>Fuzzy Logic (10 Minutes Time Period)</i></b>	<b><i>Fuzzy Logic and Rulde-Based Algorithm (10 Minutes Time Period)</i></b>
Rata - rata suhu referensi (°C)	28,29	28,11	28,13	28,23
Rata - rata suhu dalam ruangan (°C)	29,69	28,89	29,48	28,34
Rata - rata selisih <i>error</i>	1,4	0,81	1,37	0,32
Selisih <i>error</i> maksimal	0,36	0	0,12	0,02
Selisih <i>error</i> minimal	2,76	5,43	3,11	1,14
Persentase <i>error</i> (%)	4,94	2,77	4,79	0,38

Dapat dilihat pada tabel 3.1, rata-rata *error* pengontrolan logika *fuzzy* dengan algoritma *Rulde-Based*, lebih kecil dari pada hanya menggunakan logika *fuzzy* saja. Hal ini dapat terjadi karena algoritma *Rulde-Based* akan mengoreksi hasil kontrol yang dilakukan oleh logika *fuzzy*. Jika terjadi *error* lebih dari 1,5 maka algoritma *Rulde-Based* akan melakukan koreksi hingga *error* yang dihasilkan lebih kecil dari 0,5.

## BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan algoritma *Rule-Based* kita telah mampu mengoptimalkan pengendalian yang dilakukan dengan logika *Fuzzy* dengan periode pengambilan sampel dan pengendalian yang berbeda-beda. Terlihat dari hasil pengujian pada tabel 2 rata-rata *error* yang diperoleh sebesar 0,81% jika periode sampling 5 detik menggunakan algoritma *Fuzzy* dan dikoreksi dengan algoritma *Rule-Based* maka *error* yang diperoleh lebih kecil dibandingkan hanya menggunakan logika *Fuzzy* saja. sebesar 1,4% dan jika periode sampling ditingkatkan menjadi 10 menit dengan menggunakan algoritma *Fuzzy* dan dikoreksi dengan algoritma *Rule-Based*, maka rata-rata *error* yang diperoleh lebih kecil 0,32% dibandingkan hanya menggunakan logika *Fuzzy* yaitu sebesar 1,37%.

### 4.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya metode *Fuzzy* dapat diganti dengan metode *deep learning* atau *machine learning* agar hasilnya lebih optimal dengan interval pengambilan sampel yang lebih lama dan bervariasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**