



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PENGIMPLEMENTASIAN SISTEM KONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *FUZZY LOGIC* PADA RUANG RAK SERVER

Sub Judul:

Perancangan Kontrol Kelembapan Berbasis *Fuzzy Logic* Untuk Menjaga Kinerja Perangkat di Ruang Rak Server

SKRIPSI

Ryana Nur Asy-Syifa
2103431003

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PENGIMPLEMENTASIAN SISTEM KONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *FUZZY LOGIC* PADA RUANG RAK SERVER

Sub Judul:

Perancangan Kontrol Kelembapan Berbasis *Fuzzy Logic* Untuk Menjaga Kinerja Perangkat di Ruang Rak Server

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Ryana Nur Asy-Syifa
2103431003**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ryana Nur Asy-Syifa

NIM : 2103431003

Tanda Tangan : 

Tanggal : 8 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Ryana Nur Asy-Syifa
NIM : 2103431003
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Skripsi : Perancangan Kontrol Kelembapan Berbasis *Fuzzy Logic* Untuk Menjaga Kinerja Perangkat di Ruang Rak Server

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Britantyo Wicaksono, S.Si., M.Eng
NIP. 198404242018031001

Pembimbing II : Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A.
NIP. 198608262022032004

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 8 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S. T., M. T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul "Pengimplementasian Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis *Fuzzy logic* pada Ruang rak server". Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyanti, S. T.,M. T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Britantyo Wicaksono, S.Si., M.Eng dan Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S.,M.A. selaku dosen pembimbing penulis yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
4. Rekan penelitian Frida Khoirinnisa Wildana yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
6. Radhitya Nugraha yang telah memberi banyak dukungan, bantuan, serta motivasi kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini; dan

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 22 Juni 2025

Ryana Nur Asy-Syifa



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Perancangan Kontrol Kelembapan Berbasis *Fuzzy Logic* Untuk Menjaga Kinerja Perangkat di Ruang Rak Server

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi menuntut kestabilan kondisi lingkungan pada ruang rak server, termasuk parameter yang harus dijaga agar kinerja perangkat tetap optimal. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol kelembapan berbasis logika fuzzy Sugeno dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Sistem ini memiliki dua mode pengendalian, yaitu mode otomatis yang memproses data sensor secara langsung melalui fuzzy logic, serta mode manual yang memungkinkan pengguna memasukkan setpoint kelembapan melalui aplikasi monitoring berbasis MIT App Inventor. Kalibrasi sensor DHT22 dilakukan untuk memastikan keakuratan pembacaan sensor terhadap alat ukur referensi, menghasilkan rata-rata galat sebesar 1,74%, sehingga sensor layak digunakan pada sistem ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara otomatis mengaktifkan aktuator dehumidifier saat kelembapan terdeteksi melebihi batas yang telah ditentukan. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa output fuzzy logic cenderung menghasilkan nilai z tinggi (100) karena kapasitas pendinginan yang masih kurang optimal, sehingga kelembapan belum mencapai setpoint ideal sebesar 50% RH, dengan rata-rata kelembapan turun dari 65,2% menjadi 61,2% selama pengujian. Data hasil pengukuran berhasil dikirimkan secara real-time ke Firebase dan ditampilkan pada aplikasi Android. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi awal dalam menjaga kestabilan kelembapan ruang rak server, meskipun perlu pengembangan lebih lanjut terhadap kapasitas pendinginan dan integrasi kontrol seluruh aktuator termasuk heater dan humidifier yang dalam penelitian ini hanya digunakan sebagai gangguan.

Kata kunci: ESP32, fuzzy logic Sugeno, Firebase, IoT, kalibrasi sensor, kontrol kelembapan, MIT App Inventor, ruang rak server



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Fuzzy logic Based Humidity Control Design to Maintain Device Performance in Server Rack Rooms

Abstract

Advances in information technology require stable environmental conditions in server rack rooms, including parameters that must be maintained to ensure optimal device performance. This study designs and implements a humidity control system based on Sugeno fuzzy logic using an ESP32 microcontroller and a DHT22 sensor. The system has two control modes: an automatic mode that processes sensor data directly via fuzzy logic, and a manual mode that allows users to input humidity setpoints through a monitoring application based on MIT App Inventor. The DHT22 sensor was calibrated to ensure the accuracy of the sensor readings against a reference measuring device, resulting in an average error of 1.74%, making the sensor suitable for use in this system. The test results showed that the system automatically activated the dehumidifier actuator when the humidity was detected to exceed the specified limit. However, the test results show that the fuzzy logic output tends to produce high z values (100) due to the cooling capacity not being optimal, so the humidity has not reached the ideal setpoint of 50% RH, with the average humidity decreasing from 65.2% to 61.2% during the test. The measurement data was successfully transmitted in real-time to Firebase and displayed on the Android app. This system is expected to serve as an initial solution for maintaining humidity stability in server rack rooms, although further development is needed regarding cooling capacity and the integration of control for all actuators, including heaters and humidifiers, which were only used as disturbances in this study.

Keywords: *ESP32, DHT22, Firebase, humidity control, IoT, MIT App Inventor, sensor calibration, server rack space, Sugeno fuzzy logic*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 Konsep Ruang rak server	10
2.3 Pengaruh Kelembapan terhadap Perangkat IT	10
2.4 Teknologi IoT dalam Pemantauan Suhu dan Kelembapan	11
2.5 Metode Kontrol Kelembapan	11
2.6 Komponen	12
2.6.1 ESP32 DEVKIT	12
2.6.2 Sensor DHT22	12
2.6.3 Modul Relay	13
2.6.4 Peltier Cooler	13
2.6.5 Heater	14
2.6.6 Dehumidifier	14
2.6.7 Fan DC 12 V	15
2.6.8 Modul Driver Motor L298N	16
2.6.9 Logika Fuzzy Sugeno	16
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	18
3.1 Metode Penelitian	18
3.2 Rancangan Alat	18



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1	Deskripsi Alat.....	19
3.2.2	Cara Kerja Alat.....	21
3.2.3	Spesifikasi Alat	22
3.2.4	Diagram Blok Alat/Sistem	27
3.2.5	Diagram Blok Sub-Sistem Kontrol Kelembapan	28
3.2.6	Deskripsi Sistem <i>Monitoring</i> dan Kontrol	29
3.2.7	Cara Kerja Sistem <i>Monitoring</i> dan Kontrol	30
3.3	Realisasi Alat.....	30
3.3.1	Realisasi Rancang Bangun <i>Prototype</i> Ruang Rak Server	30
3.3.2	Flowchart Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan.....	32
3.3.3	Pembuatan Fungsi Keanggotaan Input dan Output	33
3.3.4	Penyusunan dan Implementasi Rule Base	36
3.3.5	Realisasi Program Logika Fuzzy	38
3.3.6	Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> dan Kontrol	46
3.3.7	Kalibrasi Sensor.....	51
BAB IV PEMBAHASAN.....		53
4.1	Perancangan Sistem Kontrol Kelembapan yang Adaptif.....	53
4.2	Integrasi Firebase sebagai Platform <i>Monitoring</i> IoT	59
4.3	Fitur Kontrol Manual pada Aplikasi	63
4.4	Efektivitas Sistem dalam Menjaga Kelembapan	66
BAB V PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		76
Lampiran 1 Riwayat Hidup		76
Lampiran 2 Program Keseluruhan Sistem pada Arduino IDE		77
Lampiran 3 Dokumentasi Pengerjaan Alat.....		83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pinout ESP32.....	12
Gambar 2.2 Sensor DHT22.....	13
Gambar 2.3 Modul Relay 4 Chanel	13
Gambar 2.4 Peltier Cooling Sistem Kit	14
Gambar 2.5 Elemen Heater	14
Gambar 2.6 Dehumidifier	15
Gambar 2.7 Fan DC	15
Gambar 2.8 Modul L298N	16
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat	19
Gambar 3.2 Desain Prototype 3D Ruang rak server.....	20
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3.4 Diagram Blok Sub Sistem Kontrol Kelembapan	28
Gambar 3.5 Bagian-bagian Prototype Ruang Rak Server.....	31
Gambar 3.6 Flowchart Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan	32
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu pada MATLAB	34
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Kelembapan pada MATLAB	35
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Output pada MATLAB	36
Gambar 3.10 Rule Connection pada MATLAB	38
Gambar 3.11 Program File Header	39
Gambar 3.12 Program File Implementasi	42
Gambar 3.13 Deklarasi Library dan Inisialisasi Pin	43
Gambar 3.14 Koneksi WiFi dan Firebase	43
Gambar 3.15 Konfigurasi WiFi dan Firebase	44
Gambar 3.16 Pembacaan Mode Kontrol	45
Gambar 3.17 Kirim Data ke Firebase	45
Gambar 3.18 Flowchart Komunikasi Sistem Monitoring	46
Gambar 3.19 Tampilan Pembuatan Aplikasi pada MIT App Inventor.....	47
Gambar 4.1 Grafik Kelembapan terhadap Waktu.....	57
Gambar 4.2 Tampilan Data pada Firebase Realtime Database.....	61
Gambar 4.3 Tampilan Monitoring Pada Plikasi.....	61
Gambar 4.4 Tampilan Pada Serial Monitor	62
Gambar 4.5 Tampilan Data pada Firebase Realtime Database.....	65
Gambar 4.6 Tampilan Kontrol pada Aplikasi	65
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Dengan Kontrol dan Tanpa Kontrol	70

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Oleh (Hilmi et al., 2021).....	5
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Oleh (Iin Marlina, 2019).....	6
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu Oleh (Maulana et al., 2023)	7
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Oleh (Ilmi et al., 2024)	8
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Oleh (Kevin et al., 2023)	9
Tabel 3 1 Spesifikasi Komponen Fisik yang Digunakan.....	22
Tabel 3 2 Spesifikasi Komponen Hardware yang Digunakan	23
Tabel 3.3 Rule Base Fuzzy.....	37
Tabel 3.4 Kalibrasi Sensor	51
Tabel 4.1 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan	54
Tabel 4.2 Hasil Data Pengujian Sistem Kontrol Kelembapan Adaptif.....	55
Tabel 4.3 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan	60
Tabel 4.4 Alat dan Bahan yang Digunakan	63
Tabel 4.5 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan	67
Tabel 4 6 Hasil Pengujian Kelembapan Dengan Kontrol dan Tanpa Kontrol	68

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era perkembangan teknologi informasi yang pesat, ruang rak server berperan penting sebagai tempat penyimpanan perangkat IT untuk mendukung berbagai kebutuhan operasional dan bisnis. Ruang rak server biasanya terdiri dari satu atau beberapa rak yang digunakan untuk menempatkan perangkat IT, seperti *server*, *switch*, atau perangkat penyimpanan, dengan fokus pada kebutuhan lokal atau terbatas. Agar perangkat tersebut dapat bekerja secara optimal, kondisi lingkungan seperti kelembapan harus dijaga dalam batas ideal. Penggunaan teknologi IoT dalam pemantauan suhu dan kelembapan di ruang server dapat meningkatkan akurasi dan responsivitas sistem, yang sangat penting untuk menjaga kinerja perangkat (Rizkiawan et al., 2024).

Kelembapan yang tidak terkendali dapat mempengaruhi kinerja perangkat di ruang rak server. Kelembapan yang terlalu rendah dapat meningkatkan risiko listrik statis, yang dapat merusak komponen elektronik sensitif. Di sisi lain, kelembapan yang terlalu tinggi dapat memicu korosi pada komponen logam dan menyebabkan gangguan operasional. Kelembapan yang tidak stabil dapat menyebabkan penurunan performa perangkat hingga 30% dalam jangka panjang, yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang buruk tidak hanya memperpendek masa operasional perangkat tetapi juga meningkatkan biaya perawatan dan risiko *downtime* (Sunanto et al., 2021).

Sistem kontrol kelembapan konvensional, seperti penggunaan AC, seringkali kurang efektif karena respons yang lambat terhadap perubahan kondisi lingkungan dan konsumsi energi yang tinggi. Sistem konvensional cenderung tidak mampu menangani variasi kelembapan yang dinamis, terutama pada ruang server yang memiliki beban panas yang fluktuatif (Hilmi et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih adaptif dan efisien untuk menjaga stabilitas metode kontrol karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan memberikan respons yang lebih fleksibel terhadap variasi kondisi lingkungan. Penerapan *fuzzy logic* dalam kontrol kelembapan dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 20% dibandingkan dengan metode konvensional (Kevin et al., 2023).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah *prototype hardware* sistem kontrol kelembapan berbasis *fuzzy logic* untuk ruang rak server. Sistem ini menggunakan dehumidifier sebagai aktuator utama untuk mengurangi kelembapan saat kondisi terlalu lembap. Dalam skenario pengujian, untuk mensimulasikan kondisi kelembapan tinggi digunakan humidifier sebagai beban atau gangguan buatan (*disturbance*). *Prototype* dirancang dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol, sensor DHT22 untuk memantau kelembapan secara *real-time*, serta algoritma *fuzzy logic* yang mengatur kerja aktuator. Penggunaan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 telah terbukti efektif dalam sistem *monitoring* lingkungan (Maulana et al., 2023). Untuk meningkatkan fungsionalitas, sistem ini juga dilengkapi dengan teknologi IoT Firebase, memungkinkan *monitoring* data secara *real-time* dan memastikan stabilitas kelembapan yang optimal.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam menjaga kelembapan ruang rak server, sehingga dapat meningkatkan kinerja dan masa operasional perangkat IT yang berada di dalamnya. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kontrol kelembapan berbasis *fuzzy logic*, khususnya untuk aplikasi pada ruang rak server. Integrasi IoT dalam sistem kontrol lingkungan dapat membantu mencegah fluktuasi suhu dan kelembapan yang berlebihan, sehingga meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan (Erwin & Pratama, 2023).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem kontrol kelembapan yang adaptif untuk menjaga kinerja perangkat di ruang rak server?
2. Bagaimana mengintegrasikan Firebase sebagai platform IoT untuk memantau dan mengelola data kelembapan secara *real-time*?
3. Bagaimana merancang fitur kontrol manual pada aplikasi *monitoring* untuk meningkatkan fleksibilitas dalam pengoperasian sistem?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Seberapa efektif sistem kontrol kelembapan berbasis *fuzzy logic* yang dirancang dalam menjaga kelembapan sesuai dengan standar operasional ruang rak server?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Merancang sistem kontrol kelembapan yang adaptif guna menjaga kinerja perangkat di ruang rak server.
2. Mengintegrasikan Firebase sebagai platform IoT untuk memantau dan mengelola data kelembapan secara *real-time*.
3. Merancang fitur kontrol manual pada aplikasi *monitoring* guna meningkatkan fleksibilitas dalam pengoperasian sistem.
4. Mengevaluasi efektivitas sistem dalam menjaga kelembapan sesuai dengan standar operasional ruang rak server.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya fokus pada kontrol kelembapan di ruang rak server menggunakan metode logika fuzzy Sugeno. Variabel suhu digunakan sebagai input pendukung dalam *fuzzy logic*, tetapi tidak dibahas sebagai variabel yang dikontrol secara terpisah. Pembahasan dan pengendalian suhu merupakan topik penelitian lain yang dikerjakan oleh rekan penulis.
2. Humidifier tidak digunakan sebagai aktuator kontrol otomatis, melainkan hanya sebagai beban atau gangguan (*disturbance*) dalam proses pengujian, untuk mensimulasikan kondisi kelembapan tinggi.
3. Sistem hanya menggunakan dehumidifier sebagai aktuator utama dalam pengendalian kelembapan. Aktuator lain seperti heater dan humidifier tidak dijadikan objek kontrol utama, tetapi hanya berfungsi sebagai gangguan atau beban selama pengujian.
4. Sistem dikembangkan dengan dua mode operasi, yaitu:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mode Otomatis, di mana kendali kelembapan dilakukan secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor DHT22 dan diproses melalui metode logika fuzzy Sugeno.
- Mode Manual, di mana pengguna dapat memasukkan nilai setpoint kelembapan melalui aplikasi *monitoring*. Sistem kemudian memproses setpoint tersebut menggunakan *fuzzy logic* untuk menentukan aksi pengendalian aktuator. Pada mode manual, *fuzzy logic* tetap digunakan, hanya berbeda pada sumber input.

5. Sistem *monitoring* berbasis IoT hanya menampilkan nilai suhu, kelembapan, output fuzzy z, dan status aktuator secara *real-time* melalui Firebase dan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor.
6. Penelitian ini dilakukan dalam skala *prototype* dengan kondisi uji laboratorium, sehingga hasilnya belum secara langsung diterapkan di ruang rak server yang beroperasi penuh.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Laporan skripsi dan artikel jurnal ilmiah yang menyediakan informasi terkait simulasi kontrol kelembapan berbasis *fuzzy logic* dengan sistem *monitoring real-time* menggunakan teknologi IoT melalui Firebase.
2. *Prototype* sistem kontrol kelembapan yang dirancang untuk menjaga kelembapan ruang rak server pada batas ideal, dengan respons adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.
3. Analisis performa sistem dalam menghadapi variasi suhu dan kelembapan, serta kemampuannya menjaga stabilitas lingkungan di ruang rak server.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan Sistem Kontrol Kelembapan yang Adaptif

Sistem kontrol kelembapan berbasis *fuzzy logic* Sugeno berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik menggunakan ESP32. Sistem mampu membaca data suhu dan kelembapan secara *real-time* dari sensor DHT22. Hasil kalibrasi sensor menunjukkan rata-rata error 1,72%, sehingga sensor dinyatakan layak digunakan untuk sistem kontrol.

2. Integrasi Sistem *Monitoring* IoT

Sistem berhasil diintegrasikan dengan platform Firebase Realtime Database dan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Data suhu, kelembapan, dan status aktuator dapat ditampilkan secara *real-time* di aplikasi, memberikan kemudahan *monitoring* bagi pengguna.

3. Implementasi Fitur Kontrol Manual

Fitur kontrol manual berhasil ditambahkan ke dalam sistem. Pada mode manual, pengguna dapat menentukan setpoint suhu dan kelembapan melalui aplikasi. Sistem akan menghitung nilai error antara setpoint dengan kondisi aktual, kemudian menjalankan kontrol fuzzy berbasis nilai error tersebut. Fitur ini memberikan fleksibilitas dalam pengoperasian sistem, di samping mode otomatis yang berbasis input langsung sensor.

4. Efektivitas Sistem Kontrol

Pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol fuzzy lebih efektif dibandingkan kondisi tanpa kontrol. Pada pengujian efektivitas, sistem mampu menurunkan kelembapan secara lebih terkontrol, meskipun belum mencapai setpoint ideal 50% RH. Hal ini disebabkan keterbatasan kapasitas pendinginan dan daya dehumidifier yang digunakan. Namun, sistem tetap menunjukkan perilaku adaptif, yang membuktikan bahwa logika fuzzy telah berjalan dengan baik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Secara keseluruhan, sistem telah memenuhi keempat rumusan masalah penelitian, meskipun terdapat keterbatasan pada efektivitas pengendalian kelembapan yang perlu ditingkatkan pada penelitian selanjutnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut adalah beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembang sistem selanjutnya antara lain:

- a) Meningkatkan kapasitas pendinginan, misalnya dengan menambah peltier, memperluas media pendinginan dengan pipa tembaga dan water block, atau menggunakan dehumidifier berdaya lebih tinggi, agar kelembapan dapat diturunkan lebih cepat dan mendekati setpoint ideal.
- b) Mengintegrasikan aktuator tambahan seperti heater dan humidifier agar sistem mampu menyesuaikan suhu dan kelembapan secara lebih fleksibel dan efektif sesuai setpoint ideal yang telah ditentukan.
- c) Pengembangan model fuzzy multivariabel yang mempertimbangkan interaksi antara suhu dan kelembapan secara lebih kompleks, mengingat perubahan suhu secara langsung memengaruhi kelembapan relatif.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2016). *Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices: Whitepaper created by ASHRAE Technical Committee (TC) 9.9 Mission Critical Facilities, Data Centers, Technology Spaces, and Electronic Equipment*. 10–16.
https://tc0909.ashraetcs.org/documents/ASHRAE_TC0909_Power_White_Paper_22_June_2016_REVISED.pdf
- Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 30.
<https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>
- Burhanuddin, A. (2023). Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 2(1), 48–57.
- Eko Suprayitno, Sri Widoretno, A. Y. F. (2020). *REKAYASA PINTU GESER OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRA RED (PIR)*. 10(1), 269–277.
- Erwin, E. M. Y., & Pratama, F. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Server Berbasis IoT Menggunakan Arduino Pada PT. Bintaro Serpong Damai. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 7(1), 15–22. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v7i1.453>
- Hilmi, A., Aming, D., & Wijayanto, K. (2021). Sistem Kontrol Suhu Ruangan dengan Metode *Fuzzy logic* Controller Berbasis Mikrokontroler dan IoT. ... *Teknologi Dan Riset ...*, 160–167.
<https://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/view/228>
- Iin Marlina, A. W. (2019). MONITORING TEMPERATUR DAN KELEMBABAN BERBASIS IOT PADA SERVER. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- Ilmi, F. A., Sasmoko, D., Suasana, I. S., Sulartopo, & Adi Putra, T. W. (2024). Saturnus : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi. *Saturnus*, 2(3), 95–105.
<https://doi.org/10.61132/saturnus.v2i3.186>
- Kevin, Utomo, D., & Rumaksari, A. N. (2023). Perancangan Sistem Pemantau Ruang Server Secara Realtime dan Otomatis. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 169–182. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i2.344>
- Maulana, R. F., Ramadhan, M. A., Maharani, W., & Maulana, M. I. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 1(3), 224–231.
<https://doi.org/10.31004/ijmst.v1i3.169>
- Rizkiawan, M. A., Ramza, H., Nuroji, N., & Sofwan, A. (2024). Data Center Room Monitoring Based on Temperature and Humidity with Internet of Things. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(2), 115–123.
- Robson, W., Ernawati, I., & Nugrahaeni, C. (2021). Design of multisensor automatic fan control system using sugeno fuzzy method. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(4), 302–306.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<https://doi.org/10.18196/jrc.2496>

Sihombing, F. A. (2024). Kajian Fuzzy Metode Mamdani dan Fuzzy Metode Sugeno serta Implementasinya. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 4940–4955.

Sunanto, S., Firdaus, R., & Makmur Setiawan Siregar. (2021). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 2(2), 128–136. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v2i2.3362>

Syaban, D., Cahyani, M., & Ikhsan, M. (2024). *Implementation of Sugeno Fuzzy logic Method as an Automatic Humidity and Moisture Control System in Terrarium*. 101–113. <https://doi.org/10.36079/lamintang.ijortas-0602.711>





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup



Penulis bernama Ryana Nur Asy-Syifa, anak ke dua dari dua bersaudara. Lahir di Bogor, 15 Desember 2002. Lulus dari SDN Kaumpandak 05 pada tahun 2013, SMP Negeri 3 Cibinong tahun 2017, SMK Negeri 1 Cibinong pada tahun 2021, dan kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S.Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2021-2025).

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 2 Program Keseluruhan Sistem pada Arduino IDE

firebase_man_auto.ino

```

1  #include <WiFi.h>
2  #include <Firebase_ESP_Client.h>
3  #include <DHT.h>
4  #include <SugenoLIB.h>
5  #include "addons/TokenHelper.h"
6  #include "addons/RTDBHelper.h"
7
8  // ----- Konfigurasi WiFi & Firebase -----
9  #define WIFI_SSID "Ryry"
10 #define WIFI_PASSWORD "ryanapakey"
11 #define API_KEY "AIzaSyA71cJontUaRLCnT3069TkQNZwx03u7eI"
12 #define DATABASE_URL "https://kirim-nerima-data-default-rtdb.firebaseio.com/"
13 #define USER_EMAIL "fridawildana712@gmail.com"
14 #define USER_PASSWORD "87654321"
15
16 FirebaseData fbdo;
17 FirebaseAuth auth;
18 FirebaseConfig config;
19
20 // ----- Pin Sensor & Aktuator -----
21 #define DHTPIN 18
22 #define DHTTYPE DHT22
23 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
24
25 #define RELAY_HEATER 14
26 #define RELAY_DEHUMIDIFIER 19
27 #define RELAY_PELTIER 22
28 #define RELAY_FAN 23
29 #define FAN_ENA 27
30 #define FAN_IN1 26
31 #define FAN_IN2 33
32
33 #define PWM_CHANNEL 0
34 #define PWM_FREQ 25000
35 #define PWM_RES 8
36

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
SugenoLIB fuzzy(true);
unsigned long lastSend = 0;
const int interval = 5000; // kirim data ke Firebase setiap 5 detik

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();

  pinMode(RELAY_HEATER, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_DEHUMIDIFIER, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_PELTIER, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_FAN, OUTPUT);
  pinMode(FAN_IN1, OUTPUT);
  pinMode(FAN_IN2, OUTPUT);

  // PWM Fan
  ledcSetup(PWM_CHANNEL, PWM_FREQ, PWM_RES);
  ledcAttachPin(FAN_ENA, PWM_CHANNEL);

  // Heater selalu ON sebagai gangguan
  digitalWrite(RELAY_HEATER, LOW);

  // Koneksi WiFi
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println("\n✅ WiFi Terhubung");

  // Firebase
  config.api_key = API_KEY;
  config.database_url = DATABASE_URL;
  auth.user.email = USER_EMAIL;
  auth.user.password = USER_PASSWORD;
  config.token_status_callback = tokenStatusCallback;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

Firebase.begin(&config, &auth);
Firebase.reconnectWiFi(true);
}

void loop() {
  float suhu = dht.readTemperature();
  float hum = dht.readHumidity();

  if (isnan(suhu) || isnan(hum)) {
    Serial.println("✗ Sensor Error!");
    delay(2000);
    return;
  }

  // ===== Baca Mode (manual / auto) =====
  String mode = "";
  if (Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "/rekserver/mode")) {
    mode = fbdo.stringData();
    mode.trim();
    mode.toLowerCase();
  }

  if (mode != "manual" && mode != "auto") {
    Serial.println("⚠ Mode belum dipilih. Program tidak berjalan.");
    delay(2000);
    return;
  }

  float inputSuhu = suhu;
  float inputHum = hum;

  if (mode == "manual") {
    float setSuhu = suhu;
    float setHum = hum;
    if (Firebase.RTDB.getFloat(&fbdo, "/rekserver/setpointsuhu"))
      setSuhu = fbdo.floatData();
    if (Firebase.RTDB.getFloat(&fbdo, "/rekserver/setpointkelembapan"))

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    setHum = fbdo.floatData();

    // MODE MANUAL: gunakan nilai SETPOINT langsung sebagai input fuzzy
    inputSuhu = setSuhu;
    inputHum = setHum;
    Serial.println("✂ MODE MANUAL: Fuzzy dijalankan berdasarkan SETPOINT.");
  } else {
    Serial.println("⚙ MODE OTOMATIS: Fuzzy dijalankan dari pembacaan sensor.");
  }

  // ===== Fuzzy Logic Sugeno =====
  float sD = fuzzy.Suhu_Dingin(inputSuhu);
  float sN = fuzzy.Suhu_Normal(inputSuhu);
  float sP = fuzzy.Suhu_Panas(inputSuhu);
  float kK = fuzzy.Kelembapan_Kering(inputHum);
  float kN = fuzzy.Kelembapan_Normal(inputHum);
  float kL = fuzzy.Kelembapan_Lembap(inputHum);

  float z = fuzzy.defuzzifikasi(
    fuzzy.implikasi1(sD, kK),
    fuzzy.implikasi2(sD, kN),
    fuzzy.implikasi3(sD, kL),
    fuzzy.implikasi4(sN, kK),
    fuzzy.implikasi5(sN, kN),
    fuzzy.implikasi6(sN, kL),
    fuzzy.implikasi7(sP, kK),
    fuzzy.implikasi8(sP, kN),
    fuzzy.implikasi9(sP, kL)
  );

  // ===== Kontrol Aktuator =====
  int pwmValue = 0;
  int fanStatus = 1, peltierStatus = 1, dehumStatus = 1;

  if (z < 60) {
    digitalWrite(RELAY_PELTIER, HIGH);

```

NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(RELAY_DEHUMIDIFIER, HIGH);
digitalWrite(RELAY_FAN, HIGH);
digitalWrite(FAN_IN1, LOW);
digitalWrite(FAN_IN2, LOW);
pwmValue = 0;
} else if (z < 90) {
digitalWrite(RELAY_PELTIER, LOW);
digitalWrite(RELAY_DEHUMIDIFIER, HIGH);
digitalWrite(RELAY_FAN, LOW);
digitalWrite(FAN_IN1, HIGH);
digitalWrite(FAN_IN2, LOW);
pwmValue = 26;
peltierStatus = 0;
fanStatus = 0;
} else {
digitalWrite(RELAY_PELTIER, LOW);
digitalWrite(RELAY_DEHUMIDIFIER, LOW);
digitalWrite(RELAY_FAN, LOW);
digitalWrite(FAN_IN1, HIGH);
digitalWrite(FAN_IN2, LOW);
pwmValue = 51;
peltierStatus = 0;
fanStatus = 0;
dehumStatus = 0;
}

ledcWrite(PWM_CHANNEL, pwmValue);

// ===== Kirim Data ke Firebase =====
if (Firebase.ready() && millis() - lastSend > interval) {
lastSend = millis();
FirebaseJson json;
json.set("Suhu", suhu);
json.set("Kelembapan", hum);
json.set("Z", z);
json.set("PWM", pwmValue);
json.set("Fan", fanStatus == 0 ? "ON" : "OFF");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

json.set("Peltier", peltierStatus == 0 ? "ON" : "OFF");
json.set("Heater", digitalRead(RELAY_HEATER) == LOW ? "ON" : "OFF");
json.set("Dehumidifier", dehumStatus == 0 ? "ON" : "OFF");

if (Firebase.RTDB.setJSON(&fbdo, "/rekserver/KontrolFuzzy", &json)) {
  Serial.println("✅ Data dikirim ke Firebase");
} else {
  Serial.print("❌ Firebase error: ");
  Serial.println(fbdo.errorReason());
}
}

// ===== Tampilkan ke Serial Monitor =====
Serial.print("🌡️ Suhu: ");
Serial.print(suhu);
Serial.print(" °C | 💧 Kelembapan: ");
Serial.print(hum);
Serial.print(" % | 📡 Z: ");
Serial.print(z);
Serial.print(" | PWM: ");
Serial.println(pwmValue);

delay(2000);
}

```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Dokumentasi Pengerjaan Alat



NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

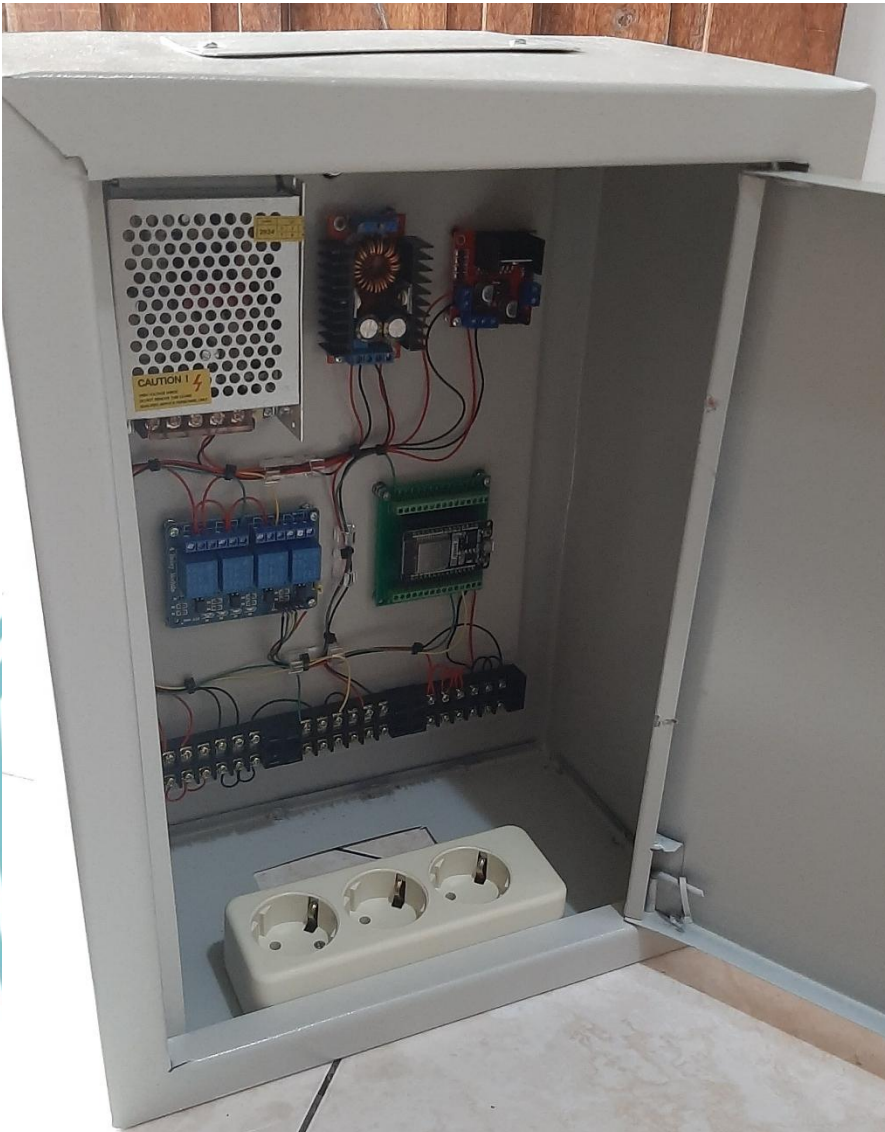
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

