

MONITORING RUANG OPERASI BERBASIS FUZZY LOGIC DENGAN MENGGUNAKAN IoT

Tesis S-2

**Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik Program
Studi Magister Teknik Elektro**



Diajukan Oleh :

Arief Prasetyo Pambudi ST

20602200025

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**MONITORING RUANG OPERASI BERBASIS FUZZY LOGIC DENGAN
MENGUNAKAN IoT**

Yang disiapkan dan disusun oleh
Arief Prasetyo Pambudi
20602200025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 20 Oktober 2023

Pembimbing Utama
Susunan Dewan Penguji
Ketua Penguji

(Prof. Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T)
NIDN 0618066301

(Dr. Bustanul Arifin, ST, MT)
NIDN: 0614117701

Pembimbing Pendamping

(Arief Marwanto, ST., M. Eng, PhD)
NIDN: 0626097501

Penguji 1

(Ir. Suryani Alifah, MT, Ph.D)
NIDN: 0625036901

Penguji 2

(Dr. Muhammad Khosyi'in, ST, MT)
NIDN: 0625077901

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Magister Teknik
Tanggal 20 Oktober 2023

Prof. Dr. Sri Artini Dwi Praseyowati, M.Si
NIDN: 0620026501

Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arief Prasetyo Pambudi
NIM : 20602200025
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan Judul:

“MONITORING RUANG OPERASI BERBASIS FUZZY LOGIC DENGAN MENGGUNAKAN IoT”

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu, disitasi dan ditunjuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya.

Semarang, September 2023

Penulis



Arief Prasetyo Pambudi

MTE. 20602200025

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dengan mengucapkan segala puji syukur bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul. “Sistem Monitoring Ruang Operasi Berbasis Fuzzy Logic dengan Menggunakan IoT”

Tesis ini tidak tersusun dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu penulis memberikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada kedua orang tua yang telah memberi semangat dan motivasi.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Dr. Hj. Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si. selaku Ketua Prodi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Bapak Arief Marwanto, ST., M.Eng., Ph. D selaku Dosen Pembimbing.
6. Bapak dan Ibu dosen Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membimbing dan membekali ilmu kepada penulis.
7. Teman-teman Magister Teknik Elektro Angkatan 2018 dan tim elektro CV Bartec Utama Mandiri yang selalu menjadi dorongan, motivasi dan semangat selama penulis menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari jika tesis ini adalah jauh dari kata sempurna, untuk itu saran, kritik dan masukan yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat menjadi manfaat dan berguna bagi kita semua. Terima kasih.

Semarang, September 2023



Arief Prasetyo Pambudi

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| ABSTRAK | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| BAB I PENDAHULUAN | 3 |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Keaslian Penelitian | 5 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 8 |
| 2.1 Kajian Pustaka | 8 |
| 2.2 Dasar teori | 12 |
| 2.2.1 Sensor suhu dan kelembapan | 12 |
| 2.2.2 Sensor sound level meter (Index kebisingan) | 14 |
| 2.2.3 Sensor Lux meter (indeks Pencahayaan) | 15 |
| 2.2.4 Sensor partikel | 16 |
| 2.2.5 Sensor tekanan udara | 16 |
| 2.2.6 Mikrokontroler ESP32 | 17 |
| 2.2.7 Oled Display | 18 |
| 2.2.8 MQTT | 19 |
| 2.2.9 Peltier | 19 |
| 2.2.10 Motor Servo | 20 |

| | |
|--|----|
| 2.2.11 Blower | 21 |
| 2.2.12 Fuzzy Logic | 21 |
| 2.2.13 Metode Fuzzy Tsukamoto | 22 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 24 |
| 3.1 Model Penelitian | 24 |
| 3.2 Rangkaian Kontrol | 25 |
| 3.3 Alat Dan Bahan | 26 |
| 3.4 Lokasi Penelitian | 27 |
| 3.5 Langkah – Langkah Penelitian | 27 |
| 3.6 Tahapan Penelitian | 28 |
| 3.7 Perancangan Fuzzy | 29 |
| 3.7.1 Flowchart Fuzzy | 33 |
| 3.7.1.1 Rules Base Fuzzyfikasi | 37 |
| 3.7.2 Tahap inferensi | 38 |
| 3.7.3 Defuzzifikasi | 39 |
| 3.8 Perancangan Hardware | 39 |
| 3.9 Metode pengujian | 40 |
| 3.10 Analisa hasil pengujian | 40 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 41 |
| 4.1 Analisa dan Pembahasan | 41 |
| 4.1.1 Pembuatan Prototype | 41 |
| 4.1.2 Data Hasil Pengukuran Suhu | 44 |
| 4.1.3 Data Kelembapan Hasil Pengukuran | 45 |
| 4.1.4 Data Cahaya Hasil Pengukuran | 46 |
| 4.1.5 Data tekanan Hasil Pengukuran | 47 |
| 4.2 Analisa Perbandingan Kinerja Alat Dengan Alat Standart | 48 |
| 4.3 Analisa Perbandingan Terhadap Paper Terdahulu | 51 |
| BAB V PENUTUP | 54 |
| 5.1 Kesimpulan | 54 |
| 5.2 Saran | 54 |
| Daftar Pustaka | 55 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Tabel Kondisi. | 34 |
| Tabel 3.2 Variabel Kelayakan. | 35 |
| Tabel 3.3 Tabel Hasil Proses Fuzzifikasi | 35 |
| Tabel 3.4 Tahapan Inferensi Berdasarkan Rule Base | 35 |
| Tabel 3.5 Rule Baze Fuzzy | 36 |
| Tabel 4.1 Pengujian Suhu Dengan Menggunakan Alat standart. | 44 |
| Tabel 4.2 Pengujian Kelembapan Dengan Menggunakan Alat standart. | 45 |
| Tabel 4.3 Pengujian Intensitas Cahaya Dengan Menggunakan Alat standart. | 46 |
| Tabel 4.4 Pengujian Tekanan Dengan Menggunakan Alat standart. | 47 |
| Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Pengukuran Dengan Alat | 49 |
| Tabel 4.6 Hasil perhitungan akurasi presisi dan deviasi. | 50 |
| Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Paper Terdahulu. | 51 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Sensor DHT 22. | 13 |
| Gambar 2.2 Komponen pengukur Kelembapan pada DHT 22 & DHT 11. | 13 |
| Gambar 2.3 Komponen pengukur Suhu pada DHT 22 & DHT 11. | 14 |
| Gambar 2.4 Sensor Suara KY-038. | 15 |
| Gambar 2.5 Sensor Lux Meter BH 1750. | 15 |
| Gambar 2.6 Sensor Partikel PMS 7003. | 16 |
| Gambar 2.7 Sensor Tekanan Udara MPX 5700 DP. | 17 |
| Gambar 2.8 Grafik Transfer Function Differential Pressure. | 17 |
| Gambar 2.9 Mikrocontroller ESP 32. | 17 |
| Gambar 2.10 Oled. | 19 |
| Gambar 2.11 Peltier. | 20 |
| Gambar 2.12 Motor Servo. | 20 |
| Gambar 2.13 Blower. | 21 |
| Gambar 2. 14 Himpunan fuzzy | 21 |
| Gambar 2.15 Pemetaan Input dan Output. | 22 |
| Gambar 3.1 Diagram Blok Penelitian. | 24 |
| Gambar 3.2 Desain sistem. | 25 |
| Gambar 3.3 Gambar Rangkaian. | 25 |
| Gambar 3.4 prototype ruang Operasi. | 26 |
| Gambar 3.5 Langkah-Langkah Penelitian | 27 |
| Gambar 3.6 Tahapan penelitian. | 28 |
| Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu. | 29 |
| Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Kelembaban. | 30 |
| Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Tekanan Positif. | 31 |
| Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya. | 31 |
| Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan Output. | 32 |
| Gambar 3 12 Flowchart logika fuzzy. | 33 |
| Gambar 3.13 Gambar Ruangan Tertutup. | 40 |
| Gambar 3.14 Pengujian dengan alat standart. | 40 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.1 Hasil Tampilan Ruang MOT 1 | 41 |
| Gambar 4.2 Hasil Tampilan Ruang MOT 2 | 42 |
| Gambar 4.3 Tampilan Server MOT 1. | 43 |
| Gambar 4.4 Tampilan Server MOT 2. | 43 |
| Gambar 4.5 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart. | 44 |
| Gambar 4.6 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart. | 45 |
| Gambar 4.7 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart. | 46 |
| Gambar 4.8 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart. | 47 |
| Gambar 4.9 Grafik. Perbandingan semua sensor terhadap alat standart | 49 |



ABSTRAK

Rumah Sakit pada saat ini mempunyai kendala terhadap pemantauan ruangan yang digunakan sebagai pelayanan terutama di ruang operasi. Tidak terdapatnya ruang kontrol secara menyeluruh terhadap kondisi ruangan. Dampaknya terjadi terhadap pelayanan yang menyebabkan kerugian terhadap user maupun pengguna. Langkah yang tepat saat ini, seiring perkembangan ilmu dan teknologi dapat diimplementasikan dari software engineering dan teknologi IoT menggunakan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) sebagai solusi monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic dengan menggunakan IoT secara keseluruhan yang menjadi satu.

Penelitian memfokuskan membuat sistem monitoring ruang operasi dengan fuzzy logic dengan menggunakan IoT. Model ditentukan sebagai sebuah prototype sistem ruang operasi dilengkapi dengan piranti sistem fuzzy logic dengan menggunakan IoT. Parameter yang ditetapkan meliputi: suhu, kelembaban, intensitas cahaya, partikel, kebisingan dan tekanan. Fuzzy logic digunakan untuk mendefinisikan variabel fuzzyfikasi, inferensi fuzzy, komposisi aturan dan defuzzifikasi, sehingga hasil lebih akurat. Target yang dihasilkan adalah sebuah prototype sistem monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic dengan menggunakan IoT.

Hasil menunjukkan bahwa metode fuzzy logic dapat diterapkan sebagai sistem menentukan tindakan keputusan kelayakan. Hal ini dapat dibuktikan dengan sistem monitoring prototype ruang operasi berfungsi dengan baik. Pengujian hasil dari membandingkan nilai masing-masing sensor dapat ditampilkan sebagai berikut nilai suhu 24°C pada sensor dan 24,03°C pada alat standart dengan akurasi 99,83%, kelembapan 52% pada sensor dan 50,03% pada alat standart dengan akurasi 96,45%, intensitas cahaya 187,5 Lux pada sensor dan 240 Lux pada alat standart dengan akurasi 78,07%, kebisingan 112 db pada sensor dan 79,1 db pada alat ukur standart, partikel 6 cfu/m pada alat standart dan 24 cfu/m, tekanan 1,2 pa pada sensor dan 2,2 pa pada alat standart dengan akurasi 22,3% dan menampilkan hasil kondisi ruang operasi berupa status kelayakan. Penelitian ini dapat berguna nantinya memudahkan dalam pemantauan kondisi ruang operasi secara menyeluruh.

Kata kunci: monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic, IoT

ABSTRACT

Hospitals currently have problems monitoring rooms used for services, especially in operating rooms. There is no overall control room for room conditions. The impact occurs on services which causes losses to users and consumers. The right step at this time, along with developments in science and technology, can be implemented from engineering software and IoT technology using the MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) protocol as a fuzzy logic-based operating room monitoring solution using IoT as a whole in one.

The research focuses on creating an operating room monitoring system with fuzzy logic using IoT. The model is determined as a prototype operating room system equipped with a fuzzy logic system device using IoT. The parameters set include: temperature, humidity, light intensity, particulate matter, noise and pressure. Fuzzy logic is used to define fuzzyfication variables, fuzzy inference, rule composition and defuzzification, so that the results are more accurate. The resulting target is a prototype operating room monitoring system based on fuzzy logic using IoT.

The results show that the fuzzy logic method can be applied as a system for determining feasibility decision actions. This can be proven by the operating room prototype monitoring system functioning well. Test results from comparing the values of each sensor can be displayed as follows: temperature value 24°C on the sensor and 24.03°C on the standard tool with an accuracy of 99.83%, humidity 52% on the sensor and 50.03% on the standard tool with an accuracy of 96.45 %, light intensity 187.5 Lux on the sensor and 240 Lux on the standard instrument with an accuracy of 78.07%, noise 112 db on the sensor and 79.1 db on the standard measuring instrument, particles 6 cfu/m on the standard instrument and 24 cfu/m m, pressure 1.2 pa on the sensor and 2.2 pa on standard equipment with an accuracy of 22.3% and displays the results of the operating room conditions in the form of feasibility status. This research can be useful later in making it easier to monitor the condition of the operating room as a whole.

Keywords: fuzzy logic-based operating room monitoring, IoT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan Kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat [1]. Fungsi kamar operasi memberikan pelayanan sarana dan prasarana dalam tindakan pembedahan terhadap pasien di rumah sakit. Peneliti di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pematang tanggal 17 Mei 2014 menyatakan bahwa kamar operasi beroperasi selama 24 jam. Terdapat beberapa peralatan yang harus ada dalam menunjang kamar operasi. Peralatan tersebut meliputi lampu operasi, mesin anestesi dan ventilator, monitor, X-ray film viewer, dan suction pump [2]. Debu juga berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernapasan karena dapat mengganggu proses respirasi pada paru-paru. Pada umumnya debu yang dapat masuk ke paru-paru berukuran mikrometer [3]. Partikel debu yang berdiameter kurang dari 10 μm (PM10) sangat memprihatinkan, karena memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menembus ke dalam paru [4].

Permasalahan penyebaran infeksi nosocomial yang disebabkan jamur di ruangan operasi, kerusakan alat akibat suhu dan kelembaban udara yang tidak terjaga. Gas polutan berbahaya dan paling sering terpapar dalam ruangan. Gas CO dan gas CO₂ berasal dari aktivitas yang sering dilakukan manusia ketika berada dalam suatu ruangan [5]. Meminimalisir bahaya dalam ruangan, penyebab Infeksi nosocomial, dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi dan mengurangi konsentrasi gas polutan [5]. Dampak dari Infeksi nosocomial cukup tinggi yaitu 6-16% dengan rata-rata 9,8% pada tahun 2010. Infeksi nosocomial paling umum terjadi adalah infeksi luka operasi (ILO). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa angka kejadian ILO pada rumah sakit di Indonesia bervariasi antara 2-18% dari keseluruhan prosedur pembedahan, Infeksi nosokomial di rumah sakit terutama infeksi luka operasi adalah infeksi yang disebabkan oleh pelayanan bedah di ruang operasi. Ruang operasi tindakan pembedahan bisa dilakukan terhadap tubuh. Untuk

meminimalkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan infeksi maka perlu dilakukan pengendalian ruang operasi dengan baik [1].

Lembaga kesehatan memiliki fungsi melayani pasien yang membutuhkan pertolongan. Rumah Sakit menyediakan pelayanan gawat darurat, perawatan, pengobatan. Pemerintah telah memberikan solusi terhadap dampak Infeksi nosocomial dengan mengeluarkan Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit, Pasal 29 huruf b menyebutkan bahwa rumah sakit wajib memberikan pelayanan kesehatan yang aman, bermutu, anti diskriminasi dan efektif dengan mengutamakan kepentingan pasien sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit.

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini membuat sistem prototype ruang operasi berbasis fuzzy logic dengan menggunakan IoT, bermanfaat dalam dunia industri kesehatan, mempunyai efisien dalam pemantauan dan pengendalian. Penelitian ini memfokuskan pembuatan sistem prototype ruang operasi ruangan yang mempunyai standart dan kecukupan yang sesuai persyaratan dari Kementerian Kesehatan RI NOMOR 24 TAHUN 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Dan Prasarana Rumah Sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana monitoring ruang operasi secara terintegrasi dan realtime.
2. Bagaimana metode fuzzy Logic diterapkan sebagai penentu kelayakan pada ruang operasi yang terintegrasi.
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem ruang operasi terintegrasi dengan menggunakan IoT.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat prototype ruang operasi yang dapat dimonitoring suhu, kelembapan, kebisingan, angka kuman, pencahayaan dan tekanan positif pada ruang control secara sentral dan real time.

2. Pembuatan sistem yang teritegrasi pada ruang kontrol.
3. Logika fuzzy dengan menggunakan Metode Tsukamoto.
4. Defuzzifikasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem monitoring ruang operasi terintegrasi dan dapat dipantau secara real time.
2. Menerapkan logika fuzzy untuk penentu kelayakan pada sistem monitoring terintegrasi.
3. Merealisasikan prototype sistem monitoring ruang operasi terintegrasi berbasis fuzzy logic dengan menggunakan IoT.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membantu Rumah Sakit dalam pengendalian pada ruang Operasi secara real time dan terkendali.
2. Mempermudah petugas dalam pengontrolan dan memiliki data dari kondisi tiap ruangan secara real time.

1.6 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini berdasarkan beberapa penelitian terdahulu dengan karakteristik yang relatif sama dalam hal tema dan metode yang digunakan. Beberapa penelitian telah menggunakan android, server, fuzzy sebagai controlling akan tetapi belum menerapkan sistem server dan fuzzy digabung menjadi satu agar dapat mengontrol ke beberapa ruangan dan dijadikan satu tempat yaitu ruang control. Rangkuman hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.1.

1. Rancang bangun sistem kontrol temperature dan kelembapan ruangan dengan android [6]. Sistem kendali temperatur dan kelembapan ruangan dengan android menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dapat mengendalikan

suhu dan kelembaban dalam ruangan melalui interface pada layar smartphone android dan jarak smartphone android dengan Router Wifi dapat mengontrol peralatan elektronik (Fan dan Pemanas) dengan jarak 150 meter. Waktu respon saat tombol android ditekan untuk jarak 1-50 meter 0,5 detik dan untuk jarak 60-150 meter 1-3 detik.

2. Implementasi MQTT untuk Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium [7]. Suhu dan kelembaban di ruang laboratorium dapat dipantau secara realtime pada display yang terpasang pada tiap ruang laboratorium dan dashboard Node-RED. Protokol MQTT dapat diterapkan dengan baik dan memenuhi kebutuhan dalam mengirimkan sinyal dan menerima sinyal dari sensor DHT11. MQTT maupun perangkat dapat direpresentasikan sesuai kebutuhan dan hasil pada konsep yang serupa dengan studi kasus maupun uji kelayakan yang lainnya.
3. Kendali Tekanan Udara Berbasis Fuzzy Logic dan PID Pada Ruang Operasi Rumah Sakit [8]. ruang operasi yang tekanannya harus dijaga agar selalu positif dan stabil. Dalam tulisan ini dua model pendekatan pertama dirancang dengan menggunakan sistem pengendali logika Fuzzy dan pendekatan dirancang menggunakan sistem kendali PID. Pengembangan sistem didukung oleh sensor tekanan mps20n0040d-d, mikrokontroler serta lcd karakter 20x4. Motor DC sebagai penggerak blower dan exhouser. Berdasarkan pengamatan terhadap 2 jenis kontrol yang diterapkan memiliki karakter yang berbeda dimana respon sistem logika fuzzy lebih kasar dibandingkan dengan kontrol PID. Segi akurasi PID membutuhkan proses isolasi sebelum mencapai titik stabil, sedangkan kontrol fuzzy lebih tepat untuk mencapai titik stabil pada 10 pascal. Dengan nilai $P=2$, $I=5$, $D=1$, respon untuk mencapai nilai yang ditetapkan 10 pascal dari titik awal membutuhkan waktu 3,29 detik.

Penelitian tersebut berhasil dilakukan dengan membuat sistem control yang dapat digunakan atau dipantau dalam tempat yang berbeda dan ada sudah menerapkan fuzzy logic. namun metode yang digunakan adalah belum menggabungkan secara keseluruhan metode fuzzy logic dan control dan menghasilkan sebuah hasil kelayakan pada kondisi ruang tersebut. Penelitian ini

memfokuskan penerapan metode fuzzy logic untuk penentuan hasil dari tiap parameter sensor sebagai tolak ukur kelayakan pada ruang operasi. Input dari ke lima sensor dengan empat Langkah. Langkah pertama yakni pembentukan himpunan fuzzy, langkah kedua adalah aplikasi fungsi implikasi, langkah ketiga membuat komposisi aturan, langkah ke empat yaitu mengubah output menjadi himpunan tegas dengan proses defuzzifikasi sehingga akan diperoleh hasil berupa diketahui tingkat kelayakan pada ruang operasi pada Rumah Sakit berdasarkan hasil defuzzifikasi tersebut.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Sejumlah penelitian terkait pengontrolan suhu, kelembapan, tekanan telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, antara lain:

1. Rancang bangun sistem kontrol temperature dan kelembapan ruangan dengan android [6]. Sistem kendali temperatur dan kelembapan ruangan dengan android menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dapat mengendalikan suhu dan kelembapan dalam ruangan melalui interface pada layar smartphone android dan jarak smartphone android dengan Router Wifi dapat mengontrol peralatan elektronik (Fan dan Pemanas) dengan jarak 150 meter. Waktu respon saat tombol android ditekan untuk jarak 1-50 meter 0,5 detik dan untuk jarak 60-150 meter 1-3 detik.
2. Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan [9]. Desain FLC untuk sistem pengendalian suhu ruangan telah berhasil dilakukan dan diimplementasikan dalam bentuk purwarupa. Dua unit purwarupa dirancang dengan perbedaan pada sensor masukannya. Purwarupa pertama menggunakan sensor yang masih diasumsikan, sedangkan yang kedua menggunakan sensor sebenarnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa purwarupa sistem pertama dan kedua mampu mengendalikan suhu ruangan dengan rata-rata kesalahan berturut-turut 1,31% dan 4,06% jika dibandingkan dengan simulasi MATLAB.
3. Pengendalian suhu ruangan menggunakan menggunakan fan dan dht11 berbasis arduino [10]. pengendalian suhu ruangan menggunakan fan dan dht11 berbasis arduino telah berhasil dikerjakan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Berdasarkan hasil percobaan kinerja sistem yang telah dilakukan, alat ini dapat bekerja cukup baik. Mendeteksi suhu tidak berpengaruh terhadap gelap atau terang.
4. Kendali Tekanan Udara Berbasis Fuzzy Logic dan PID Pada Ruang Operasi Rumah Sakit [8]. ruang operasi yang tekanannya harus dijaga agar selalu

positif dan stabil. Dalam tulisan ini dua model pendekatan pertama dirancang dengan menggunakan sistem pengendali logika Fuzzy dan pendekatan dirancang menggunakan sistem kendali PID. Pengembangan sistem didukung oleh sensor tekanan mps20n0040d-d, mikrokontroler serta lcd karakter 20x4. Motor DC sebagai penggerak blower dan exhouser. Berdasarkan pengamatan terhadap 2 jenis kontrol yang diterapkan memiliki karakter yang berbeda dimana respon sistem logika fuzzy lebih kasar dibandingkan dengan kontrol PID. Segi akurasi PID membutuhkan proses isolasi sebelum mencapai titik stabil, sedangkan kontrol fuzzy lebih tepat untuk mencapai titik stabil pada 10 pascal. Dengan nilai $P=2$, $I=5$, $D=1$, respon untuk mencapai nilai yang ditetapkan 10 pascal dari titik awal membutuhkan waktu 3,29 detik.

5. Implementasi MQTT untuk Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium [7]. Suhu dan kelembaban di ruang laboratorium dapat dipantau secara realtime pada display yang terpasang pada tiap ruang laboratorium dan dashboard Node-RED. Protokol MQTT dapat diterapkan dengan baik dan memenuhi kebutuhan dalam mengirimkan sinyal dan menerima sinyal dari sensor DHT11. MQTT maupun perangkat dapat direpresentasikan sesuai kebutuhan dan hasil pada konsep yang serupa dengan studi kasus maupun uji kelayakan yang lainnya.
6. Implementasi MQTT protocol pada smart home security berbasis web [11]. Penggunaan IoT semakin berkembang dalam waktu singkat, hal ini dikarenakan oleh semakin berkembangnya teknologi informasi. Hal ini menyebabkan keterlibatan banyak device yang saling terkoneksi dengan sensor yang terpasang pada lingkungan. Sehingga dengan adanya banyak device maka menyebabkan permasalahan interoperabilitas dari masing-masing alat. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan sebuah gateway atau protocol yang mampu menjembatani interoperabilitas tersebut. Salah satu tugas Gateway atau protocol tersebut adalah harus mampu menangani permasalahan interoperabilitas serta mampu menangani permintaan maupun device profile dari masing-masing sensor maupun device yang terkoneksi. MQTT sendiri adalah sebuah protocol konektivitas machine to machine (M2M) yang didesain

mampu mengirimkan data dengan sangat ringan menggunakan arsitektur TCP/IP. MQTT sendiri mempunyai keunggulan yaitu dapat mengirimkan data dengan bandwidth yang ringan, konsumsi listrik yang sedikit, latensi serta konektivitas yang sangat tinggi, ketersediaan variabel yang banyak serta jaminan pengiriman data yang dapat dinegosiasikan. Paper ini membahas tentang implementasi MQTT protocol pada smart home security berbasis web. Topik ini dipilih karena keamanan rumah merupakan permasalahan yang sangat penting, apalagi saat kita meninggalkan rumah.

7. Sistem Monitoring dan Pengontrolan Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis Web [12]. sistem pengontrolan yang dilakukan yaitu menyalakan atau meredupkan lampu pijar secara otomatis sesuai dengan batas normal yang ditentukan yaitu 33–35°C. Sedangkan untuk monitoring suhu yang bisa dilakukan secara Realtime. Sistem monitoring dan pengontrolan suhu pada inkubator yang dibahas berupa perancangan Hardware dan Software. Untuk perangkat hardware nya memerlukan rangkaian Zero Crossing Detector, rangkaian lampu pijar, sensor DHT22, relay 5VDC, rangkaian NodeMCU.
8. Iot Smart Health Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpan Obat Berbasis Android Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta [13]. Penelitian ini membahas dan melakukan analisis data node sensor menggunakan beberapa jenis sensor suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things. Node sensor menghasilkan data dan diproses dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, data yang dihasilkan kemudian ditransmisikan oleh jaringan internet yang menggunakan MQTT broker dan disimpan dalam database. Hasil data tersebut kemudian dianalisa untuk memantau kondisi ruang penyimpanan obat. Sensor SHT30 bekerja paling baik dalam pengukuran suhu dengan rata-rata kesalahan yang paling kecil yaitu 0,043°C dan tingkat keakuratan pengukuran suhu paling tinggi sebesar 99,76% serta bekerja paling baik dalam pengukuran kelembaban dengan rata-rata kesalahan paling kecil yaitu 2,76% dan tingkat keakuratan pengukuran paling tinggi sebesar 95,49% dibandingkan dengan sensor DHT11 dan DHT22.

9. Implementasi sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara berbasis iot pada plant factory kebun percobaan fakultas pertanian universitas udayana [14]. Sistem yang dirancang menggunakan dua mikrokontroler yaitu Arduino nano berfungsi sebagai pembaca input sensor suhu dan kelembaban yaitu sensor DHT22, sedangkan ESP32 berfungsi sebagai modul pengirim data sensor DHT22 ke server blynk melalui koneksi internet untuk disimpan di database dan dapat diakses melalui smartphone user. ESP32 juga berfungsi sebagai kontrol otomatis kelembaban udara dan kontrol pendingin ruangan Air Conditioner (AC) dari jarak jauh melalui smartphone.
10. Pemantauan Suhu Kelembaban dan Tekanan Udara Terpusat pada Ruang Operasi Menggunakan Aplikasi Blynk [15]. Pemantauan pada ruangan operasi maka dirancang sebuah alat pemantauan suhu, kelembaban dan tekanan udara terpusat pada ruang operasi menggunakan aplikasi Blynk. Perancangan alat ini menggunakan beberapa komponen inti yaitu sensor DHT11, sensor BMP280 dan NodeMCU ESP8266, ESP-01 serta Arduino Mega yang akan terhubung dengan wifi.
11. Analisis Internet Of Things Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Pasien Isolasi Covid-19 [16]. sistem monitoring yang mampu memantau beberapa parameter yang dibutuhkan agar ruangan tersebut memenuhi standar operasional prosedur. Fuzzy logic metode Mamdani pada sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan pasien isolasi Covid-19 berbasis IOT (Internet of Things). Dari pengujian metode Fuzzy Logic tersebut diambil 10 data yang dibandingkan nilainya dengan Matlab, dapat dihasilkan rata-rata error output PWM sebesar 0.1%. Berdasarkan pengujian metode black box yang dilakukan dapat diketahui tampilan sistem sesuai dengan tampilan yang diharapkan, dengan persentase kesesuaian 100%.
12. Sistem kendali suhu dan kelembaban ruang operasi menggunakan mikrokontroler arduino dan metode logika fuzzy [17]. Perancangan dan analisa Sistem, bagaimana Sensor bekerja sehingga akan nampak di LCD besarnya Suhu dan kelembaban ruangan bedah. Dan bagai mana peran cara mikrokontroler arduino bagai penama system (Embedded System) dan

kaitannya dengan DHT11 sebagai sensor Suhu dan kelembaban. Software MATLAB dengan fasilitas Fuzzy Inference System yang akan melakukan pekerjaan perhitungan secara otomatis.

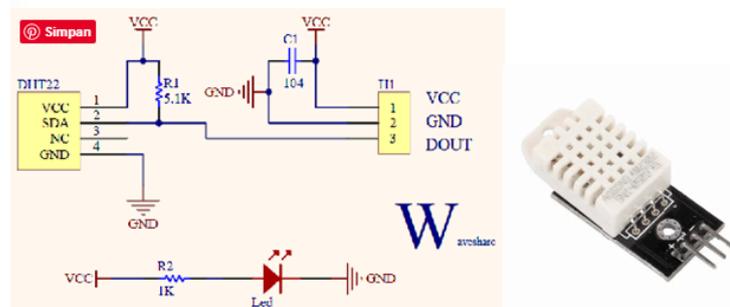
13. Implementasi metode fuzzy logic untuk sistem pengukuran kualitas udara di kota medan berbasis internet of things (iot) [18]. Sistem pemrosesan dari hasil akuisisi yang didapatkan dari penggunaan beberapa kombinasi sensor (multisensor). Akuisisi data sensor kemudian akan diproses dengan kecerdasan buatan fuzzy yang ditanamkan pada sebuah chip mikrokontroler. Sistem pengukur kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) ini akan dapat digunakan sebagai media penyebar luasan informasi terkait

2.2 Dasar teori

2.2.1 Sensor suhu dan kelembapan

Sensor ini merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor ini menggunakan sensor bersifat kapasitif untuk mengukur kelembaban dan termistor untuk mengukur suhu. Output DHT11 dan DHT22 berbentuk digital sehingga penggunaan pin Analog tidak dibutuhkan. Sensor membutuhkan waktu paling lama 2 detik untuk proses pembacaan. Cara kerja sensor DHT11 dan DHT22 adalah sama. Cara DHT11 mengukur kelembaban adalah dengan mendeteksi uap air dengan mengukur resistansi listrik antara dua elektroda [19]. Komponen pendeteksi kelembaban yang digunakan adalah berupa substrat penahan kelembaban dengan elektroda. Ketika uap air diserap oleh substrat, ion dilepaskan oleh substrat yang akan menyebabkan peningkatan terhadap konduktivitas antar elektroda. Perubahan resistansi antara kedua elektroda sebanding dengan kelembaban relatif. Kelembaban relatif yang lebih tinggi akan mengurangi resistensi antara elektroda, sementara kelembaban relatif yang lebih rendah akan meningkatkan resistensi antara elektroda dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1.

DHT 22 dengan resistor pullup :



Gambar 2.1 Sensor DHT 22.

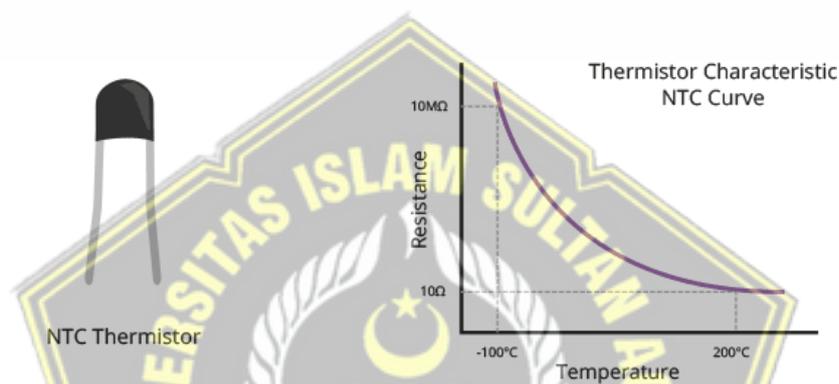
Sensor DHT22 :

1. Tegangan kerja = 3.3V-5V.
2. Arus maksimum = 2.5mA
3. Range pengukuran kelembaban = 0%-100%
4. Akurasi pengukuran kelembaban = 2-5%
5. Range pengukuran suhu = -40°C-80°C
6. Akurasi pengukuran suhu = 0.5°C
7. Kecepatan pengambilan sampel tidak lebih dari 0.5 Hz (pembaruan data setiap 2 detik)
8. Ukuran = 15.1 mm x 25 mm x 7.7 mm
9. 4 pin dengan jarak 0,1 "



Gambar 2.2 Komponen pengukur Kelembapan pada DHT 22 & DHT 11.

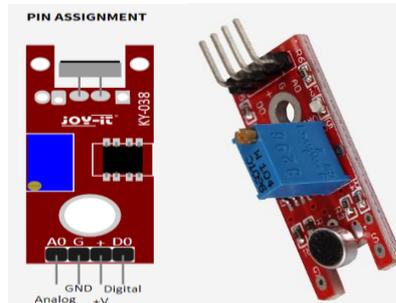
Gambar 2.2 menunjukan Cara DHT11 dan DHT22 mengukur suhu adalah dengan menggunakan sensor termistor yang terpasang di permukaan. Termistor sebenarnya adalah sebuah resistor variabel dengan resistansi yang berubah-ubah terhadap perubahan suhu. Sensor-sensor ini dibuat dengan sintering bahan semikonduktif seperti keramik atau polimer untuk memberikan perubahan resistansi yang lebih besar hanya dengan perubahan suhu yang kecil. Istilah "NTC" berarti "*Negative Temperature Coefficient*", yang berarti bahwa nilai resistansi akan berkurang jika suhu meningkat[19] ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komponen pengukur Suhu pada DHT 22 & DHT 11.

2.2.2 Sensor sound level meter (Index kebisingan)

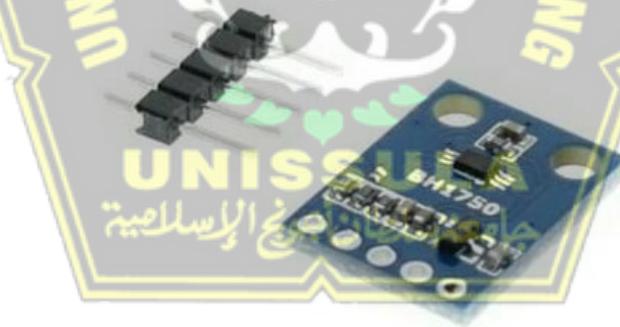
Sensor Mikrofon KY-038 bekerja untuk mendeteksi suara atau kebisingan. Keluaran dari sensor mikrofon KY-038 masih bersifat analog. Luaran dari fungsi yang ditentukan oleh nilai ADC, yang berkisar antara 0 sampai 1023 dan nilai ADC ya ditentukan atau yang digunakan sebagai nilai threshold [20]. KY-038 sensor ini dapat mendeteksi sinyal frekwensi rendah dan dapat ditampilkan berupa gelombang. Sensor KY-038 bekerja berdasarkan kekuatan gelombang suara dimana didalam terdapat sensor membran yang menghasilkan besaran listrik. Salah satu komponen termasuk didalamnya mikrofon atau mic condensor. pada rangkai KY-038 terdiri dari 3 komponen yaitu unit sensor amplifier dan komparator [21]. Sensor KY-038 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor Suara KY-038.

2.2.3 Sensor Lux meter (indeks Pencahayaan)

Sensor ini sangat kompatibel terhadap Arduino sehingga mudah digunakan dan data diukur sudah dalam bentuk digital. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti photodiode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas [22]. Sensor cahaya dapat ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sensor Lux Meter BH 1750.

Berikut ini merupakan fitur dari sensor BH1750 :

1. I2C Bus Interface (f/s Mode Support)
2. Spectral Responsibility is approximately human eye response
3. Illuminance to Digital Converter
4. Wide range and High Resolution (1 – 65535 lx)
5. Low Current by Power Down Function
6. 50 Hz / 60 Hz Light Noise Rejection Function

7. 1.8V Logic Input Interface
8. Light Source Dependency is little
9. It is possible to select 2 I2C Address
10. Adjustable measurement result for influence of optical window
11. Small measurement variation (+/- 20%)
12. The influence of Infrared is very small

2.2.4 Sensor partikel

PMS7003 adalah penghitung materi partikel yang mampu mendeteksi xpartikel dalam kisaran 0,3 hingga 10 mikron. Perangkat ini menggunakan koneksi serial untuk mengirim pengukuran ke perangkat yang terhubung kira-kira sekali dalam satu detik. Pengukuran konsentrasi disediakan untuk PM1.0 (0.3-1.0um), PM2.5 (1.0-2.5um), dan PM10 (2.5-10.0um) [23] dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sensor Partikel PMS 7003.

2.2.5 Sensor tekanan udara

sensor MPX 5700 Differential Pressure Transduser piezoresistif seri MPX5700 adalah sensor tekanan silikon monolitik canggih yang dirancang untuk berbagai aplikasi, tetapi terutama yang menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input A/D. Transduser elemen tunggal yang dipatenkan ini menggabungkan teknik permesinan mikro canggih, metalisasi film tipis, dan pemrosesan bipolar untuk memberikan sinyal output analog tingkat tinggi yang akurat yang sebanding dengan tekanan yang diterapkan [24]. Sensor dapat ditunjukkan pada Gambar 2.7.



$$v = (\text{float})(\text{Dataadc} * 5.0) / 1023.0$$

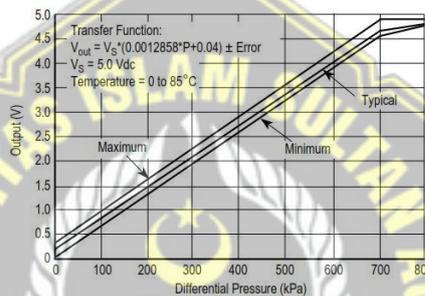
$$\text{kpa} = (\text{float})((v / 5) - 0.04) / 0.0012858$$

$$\text{Psi} = (\text{float})(\text{kpa} * 0.145)$$

$$\text{mmhg} = (\text{float})(\text{kpa} * 7.5)$$

Gambar 2.7 Sensor Tekanan Udara MPX 5700 DP.

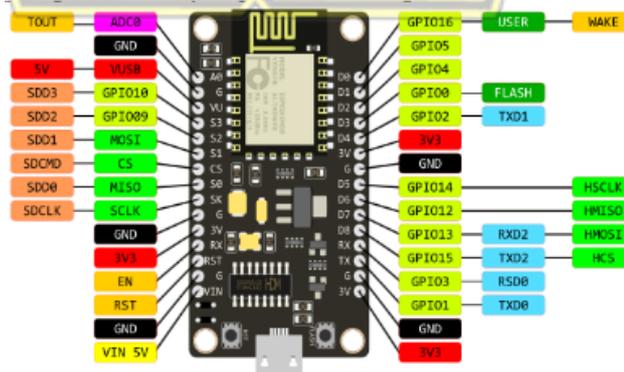
Sensor mpx 5700 DP dapat menampilkan kinerja berupa grafik dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Grafik Transfer Function Differential Pressure.

2.2.6 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang memiliki banyak fungsi namun berdaya rendah dan pada boardnya sudah terdapat Wi-Fi terintegrasi dan Bluetooth Low Energy (BLE) [25] ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Mikrokontroler ESP 32.

1. ESP32-WROOM-32 contains two low-power Xtensa® 32-bit LX6 microprocessors.
2. 448 KBytes ROM for booting and core functions.
3. 520 KBytes on-chip SRAM.
4. 8 KBytes SRAM in RTC SLOW.
5. 8 KBytes SRAM in RTC FAST.
6. 1 Kbit of EFUSE, 256 bits MAC.
7. WiFi: 802.11 b/g/n/d/e/i/k/r (802.11n up to 150 Mbps)

2.2.7 Oled Display

Light-Emitting Diode (OLED) adalah merupakan sebuah semikonduktor sebagai pemancar cahaya yang terbuat dari lapisan organik. OLED digunakan dalam teknologi elektroluminensi, seperti pada tampilan layar atau display. Teknologi ini terkenal fleksibel dengan ketipisannya yang mencapai kurang dari 1 mm

OLED merupakan peranti penting dalam teknologi elektroluminensi. Teknologi tersebut memiliki dasar konsep pancaran cahaya yang dihasilkan oleh piranti akibat adanya medan listrik yang diberikan. Teknologi OLED dikembangkan untuk memperoleh tampilan yang luas, fleksibel, murah dan dapat digunakan sebagai layar yang efisien untuk berbagai keperluan layar tampilan atau display. Jumlah warna dari cahaya yang dipancarkan oleh peranti OLED berkembang dari satu warna menjadi multi-warna. Fenomena ini diperoleh dengan membuat variasi tegangan listrik yang diberikan kepada peranti OLED sehingga peranti tersebut memiliki prospek untuk menjadi peranti alternatif seperti teknologi tampilan layar datar berdasarkan kristal cair ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Oled.

2.2.8 MQTT

MQTT sendiri adalah sebuah protocol konektifitas machine to machine (M2M) yang didesain mampu mengirimkan data dengan sangat ringan menggunakan arsitektur TCP/IP (Dürkop et al., 2015). MQTT sendiri mempunyai keunggulan yaitu dapat mengirimkan data dengan bandwith yang ringan, konsumsi listrik yang sedikit, latensi serta konektifitas yang sangat tinggi, ketersediaan variable yang banyak serta jaminan pengiriman data yang dapat dinegosiasikan [11].

2.2.9 Peltier

Elemen Peltier atau Thermo-Electric Cooler (TEC) merupakan suatu komponen listrik yang dapat menghasilkan temperatur dingin pada satu sisi dan temperatur panas pada sisi lainnya bila dialiri arus listrik. Kenaikan atau penurunan temperatur di persambungan bergantung pada arah aliran arus listrik. Aplikasi yang sering digunakan oleh sistem peltier adalah dengan memanfaatkan temperatur bagian dingin yang dihasilkan yaitu sebagai pendingin processor, AC mini, kulkas pada dispenser, pendingin minuman, dan pengatur temperatur akuarium. Sedangkan temperatur bagian panasnya dapat dibuang dengan memasang heat sink dan kipas [26]. Efek peltier merupakan thermoelektrik yang prinsip kerjanya merupakan kebalikan dari efek seeback. Efek peltier, di temukan oleh Jean Peltier pada tahun 1834, adalah fenomena dimana energi panas dapat diserap pada salah satu sambungan konduktor dan dilepaskan pada

sambungan konduktor lainnya ketika arus listrik dialirkan pada suatu rangkaian tertutup [27], ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Spesifikasi

1. 12 Volt DC 6 Ampere 60 watts
2. Suhu 0 Derajat Celcius

Gambar 2.11 Peltier.

2.2.10 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem closed feedback di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor[28]. ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Spesifikasi

1. speed (sec) : 0.1
2. Torque (kg-cm) : 2.5
3. Voltage : 4.8 - 6

Gambar 2.12 Motor Servo.

2.2.11 Blower

Fan adalah mengatur volume panas udara agar ruangan yang tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Pada umumnya kipas angin dimanfaatkan untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan), atau pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Terdapat dua jenis kipas angin berdasarkan arah angin yang dihasilkan, yaitu kipas angin centrifugal (angin mengalir searah dengan poros kipas) dan kipas angin axial (angin mengalir secara paralel dengan poros kipas) [10], ditunjukkan pada Gambar 2.13.



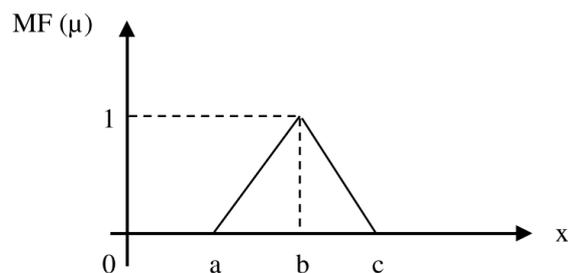
Spesifikasi

1. DC 12 V 0,2 A
2. Volume 6,7 cfm
3. Kecepatan 6 6pm
4. Dimensi 1,96 Inchi

Gambar 2.13 Blower.

2.2.12 Fuzzy Logic

Logika fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki derajat keanggotaan diantara 0 dan 1 dimana berbeda dengan logika klasik Boolean yang memiliki nilai 0 dan 1 saja. Dengan demikian, variabel dalam logika fuzzy dideskripsikan dalam bentuk himpunan fuzzy, diantaranya dalam bentuk segitiga, trapezoidal, Gaussian, Gaussian-bell dan sigmoid.



Gambar 2. 14 Himpunan fuzzy

Gambar 2.14 menunjukkan salah satu bentuk himpunan fuzzy. Membership Function (MF) menunjukkan besarnya derajat keanggotaan untuk setiap nilai pada variabel. Sistem kendali yang menggunakan konsep teori himpunan fuzzy dalam perancangannya. Terdapat tiga tahapan dalam FLC, yaitu fuzzifikasi, mekanisme inferensi dan defuzzifikasi [9].



Gambar 2.15 Pemetaan Input dan Output.

Gambar 2.15 fuzzy Logic dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik. Terdapat beberapa metode Fuzzy Logic di antaranya Fuzzy Logic Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto [29].

2.2.13 Metode Fuzzy Tsukamoto

Tahapan analisis data pada penelitian ini dengan metode logika fuzzy tsukamoto, ada 4 tahapan dalam metode logika fuzzy tsukamoto, sebagai berikut:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy Menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel input, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Buana, 2017). Fungsi keanggotaan fuzzy diantaranya, yaitu:

- a. Representasi fungsi keanggotaan naik pada persamaan (2.1)

$$\mu(\alpha) = \begin{cases} a; & \alpha \leq a \\ \frac{\alpha-a}{b-a} & a \leq \alpha \leq b \\ 1; & \alpha \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

- b. Representasi fungsi keanggotaan turun pada persamaan (2.2)

$$\mu(\alpha) = \begin{cases} 1; & \alpha \leq a \\ \frac{b-\alpha}{b-a} & a \leq \alpha \leq b \\ 0; & \alpha \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

- c. Representasi fungsi keanggotaan segitiga pada persamaan (2.3)

$$\mu(\alpha) = \begin{cases} 0; & \alpha \leq a \text{ atau } \alpha \geq c \\ \frac{\alpha-a}{b-a} & a \leq \alpha \leq b \\ \frac{c-\alpha}{c-b} & b \leq \alpha \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

2. Aplikasi Fungsi Implikasi Pada metode stukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi Aturan Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai manimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator and (irisan).

Secara umum dapat ditulis pada persamaan (2.4)

$$\mu(z) = \min \mu(a) \cap \mu(b) \cap \mu(c) \cap \mu(d) \cap \mu(e) \cap \mu(f) \quad (2.4)$$

4. Penegasan (Defuzzifikasi) Pada proses defuzzifikasi, yaitu mengubah output dari komposisi aturan yang berbentuk himpunan fuzzy menjadi suatu nilai crips dari himpunan fuzzy tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan adalah metode Centroid of Area (COA), solusi crips diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan pada persamaan (2.5).

$$z * \frac{\sum_i^n \alpha \text{ predikat} * z_i}{\sum_i^n \alpha \text{ predikat}} \quad (2.5)$$

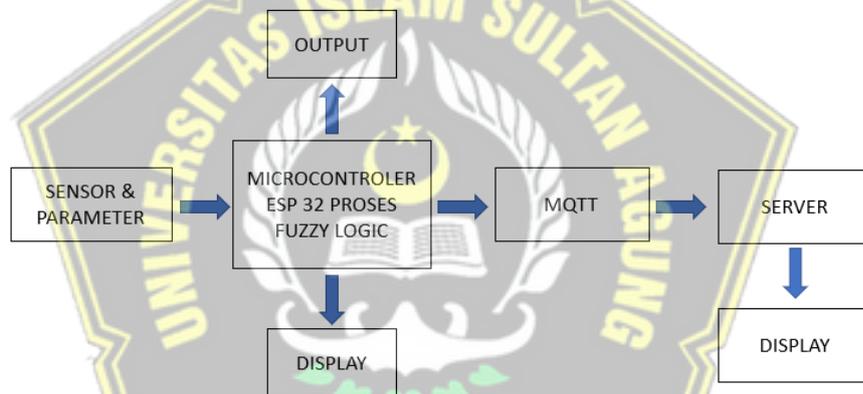
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic dengan menggunakan IoT. Membuat prototype ruang operasi yang terintegrasi. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode fuzzy logic dengan menggunakan IoT.

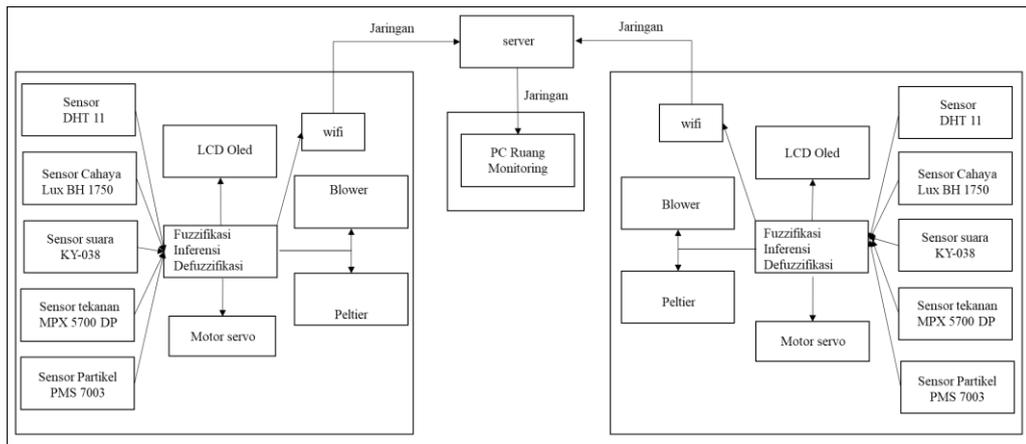
3.1 Model Penelitian

Langkah selanjutnya adalah desain sistem yang sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Desain sistem diagram blok pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Penelitian.

Gambar 3.1 merepresentasikan desain sensor memberikan input kepada mikrokontroler yang berupa sinyal analog dan digital. Esp 32 menerima input sensor, proses fuzzifikasi dan esp 32 menampilkan output dan display. Proses berikutnya mengirimkan data melalui wifi internet kepada ruang kontrol agar dapat ditampilkan pada ruang kontrol. Dilakukan pemantauan terhadap kondisi tiap-tiap ruangan yang terintegrasi dengan sistem kontrol, dapat ditunjukkan pada gambar 3.2.

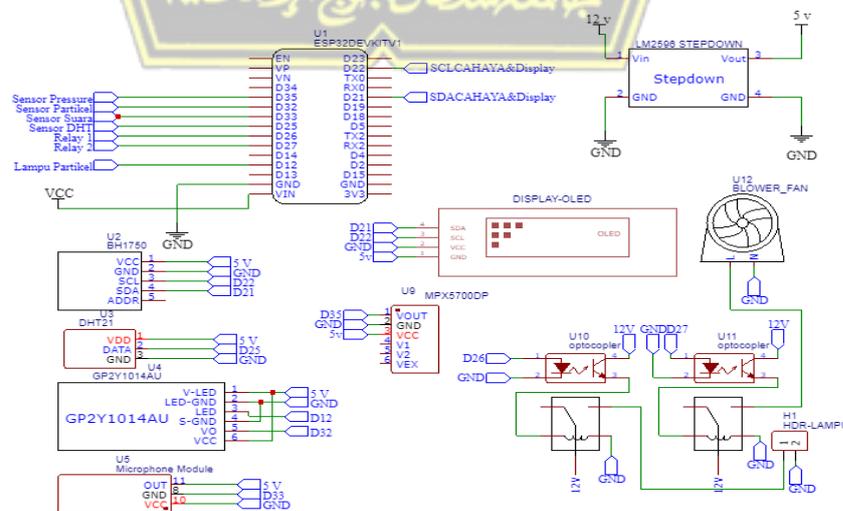


Gambar 3.2 Desain sistem.

Untuk desain sistem pada gambar 3.2 adalah terdapat dua kondisi ruangan yang berbeda tempat dimana masing memiliki kondisi yang berbeda, maka masing sistem akan mengirimkan hasil dari input sensor yang sudah difuzzifikasi. Ruang kontrol akan mengetahui kondisi ruangan secara real time dan akan menampilkan kelayakan ruangan tersebut.

3.2 Rangkaian Kontrol

Desain sistem dapat dijabarkan menjadi desain rangkaian yang digambarkan secara detail rangkaian ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Gambar Rangkaian.

Gambar rangkaian 3.3 menggunakan power suplai dc 12 volt dan step down 5 volt sebagai sumber tegangan. Sensor memberikan inputan ke esp 32 dimana berupa sensor dht 11 (suhu dan kelembapan), bh1750 (lux meter), ky038 (suara), pms 7003 (partikel), mpx5700DP (tekanan). Hasil dari inputan sensor akan diterima oleh esp 32 dan dilakukan fuzyfikasi dari tiap parameter, hasil pada parameter suhu dan kelembapan akan menghasilkan dingin output low panas output high, dimana untuk mengontrol blower dan peltier sebagai pengendali suhu dan kelembapan. Tiap paramater sensor akan menampilkan status tiap sensor dimana hasil tersebut akan difuzzyikan kembali untuk menghasilkan status layak dan tidak layak.

Mikrocontroler esp32 memiliki koneksi wifi data akan dikirim melalui jaringan internet dengan Sistem MQTT menerima data yang kemudian di deserilisasi dan melakukan pengecekan MAC address yang terdaftar, kemudian dikirim keruang kendali. Kemudian pada ruang kendali akan menampilkan nilai tiap parameter dan kondisi tiap parameter dan status ruangan tersebut, dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 prototype ruang Operasi.

3.3 Alat Dan Bahan

- a) ESP32
- b) Sensor Suhu & Kelembapan
- c) Sensor Partikel
- d) Sensor Lux Meter
- e) Sensor Kebisingan

- f) Sensor Tekanan
- g) Motor stepper
- h) Blower
- i) Oled Display
- j) Peltier

Penelitian ini menggunakan 5 sensor sebagai inputan terdiri dari 1, dht11 sebagai sensor suhu dan kelembapan 2. Sensor cahaya untuk mengukur intensitas cahaya 3. Sensor suara untuk mengukur kebisingan 4. Sensor tekanan dikarnakan ruangan mot harus memiliki tekanan positif 5. Sensor partikel untuk mengkur berapa jumlah partikel dalam ruangan. Terdapat 4 unit output 1. Peltier untuk mengendalikan suhu 2. Blower untuk mengatur tekanan dan mengirimkan udara dingin 3. Motor stepper untuk mengendalikan ruangan terhadap flow udara 4. Display untuk menampilkan. Ini merupakan prototype monitoring ruang MOT secara terpusat dengan menggunakan jaringan internet menggunakan arduino esp32 memanfaatkan pada wifi yang tersedia.

3.4 Lokasi Penelitian

Pembuatan prototype dan pengujian dilakukan di lokasi berupa ruangan tertutup diruang lab.

3.5 Langkah – Langkah Penelitian

Penelitian terarah dan sistematis, maka disusun langkah-langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.5.



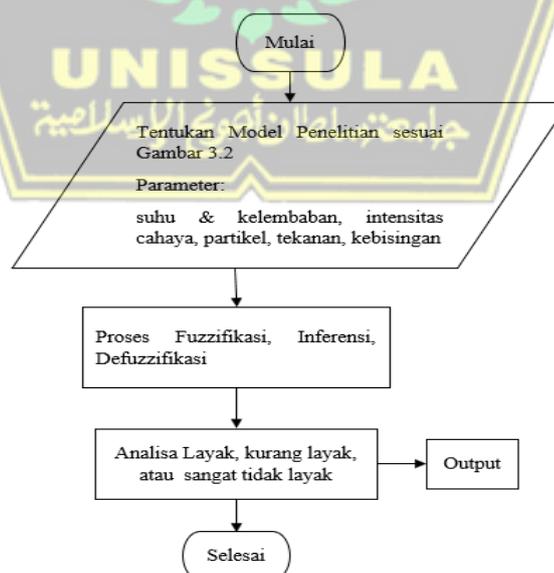
Gambar 3.5 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian melakukan penentuan lokasi pembuatan alat berupa prototype dan menyiapkan bahan dan alat yang diperlukan guna mengidentifikasi kebutuhan. Melakukan perancangan model bentuk agar dapat sesuai hasil yang diharapkan. Tahapan berikutnya adalah perakitan hardware dan instalasi software agar dapat berfungsi sesuai dengan dengan desain sistem.

Tahapan ini peneliti melakukan pengujian menggunakan alat standart sesuai dengan fungsinya. Dimana alat yang digunakan memiliki validasi berupa sertifikat. Melakukan analisa terhadap alat yang dibuat dengan alat standart apakah hasilnya sesuai atau tidak.

3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang dilanjutkan perumusan masalah. Untuk memperdalam pemahaman mengenai permasalahan yang sudah ditentukan, maka dilakukan studi literatur dari sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian seperti jurnal, buku dan lain sebagainya. Setelah memahami dan memperdalam teori yang berhubungan dengan permasalahan/topik yang diambil, ditentukan parameter-parameter apa saja yang akan digunakan pada saat penelitian. Tahapan penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tahapan penelitian.

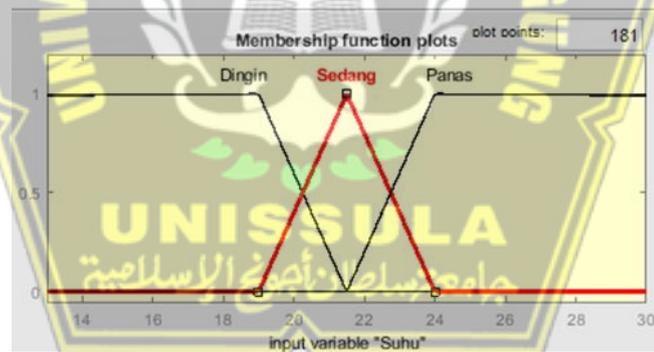
Tahapan penelitian, teori yang berhubungan dengan permasalahan/topik yang diambil, tentukan parameter-parameter apa saja yang akan digunakan pada saat penelitian, variable. Dari variable-variabel yang sudah ditentukan, maka bisa diketahui apa saja kebutuhan yang diperlukan. Kebutuhan tersebut bisa berupa alat dan bahan pendukung dalam penelitian. Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan apakah penelitian sesuai dengan tujuan yang diharapkan atau tidak yang kemudian diikuti dengan saran.

3.7 Perancangan Fuzzy

Penelitian merancang sebuah fuzzy untuk melakukan monitoring sebuah kondisi ruangan. Dimana agar suhu dan ruangan dapat terkondisi dengan baik.

Sistem yang diimplementasikan adalah sistem penentuan kesimpulan dengan menggunakan logika fuzzy. Berikut aturan fuzzy yang akan digunakan.

1. fuzzyfikasi Suhu



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu.

Adapun nilai x atau derajat keanggotaan suhu dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

- a. berdasarkan persamaan fungsi dingin (3.1).

$$x \text{ dingin} \begin{cases} x \leq 19 ; 1 \\ 19 \leq x \leq 21.5 ; \frac{21.5 - x}{21.5 - 19} \\ x \geq 21.5 ; 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

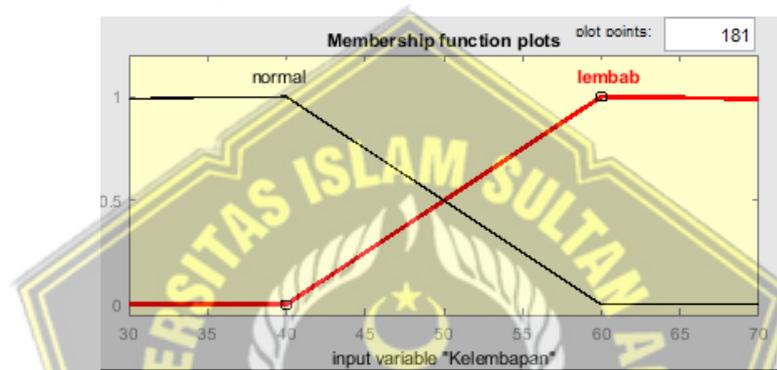
- b. berdasarkan persamaan fungsi baik (3.2).

$$x \text{ sedang} \begin{cases} 19 \geq x \geq 24 ; 0 \\ 19 \leq x \leq 21.5 ; \frac{x-19}{21.5-19} \\ 21.5 \leq x \leq 24 ; \frac{24-x}{24-21.5} \end{cases} \quad (3.2)$$

c. berdasarkan persamaan fungsi panas (3.3).

$$x \text{ panas} \begin{cases} x \leq 21.5 ; 0 \\ 21.5 \leq x \leq 24 ; \frac{x-21.5}{24-21.5} \\ x \geq 21.5 ; 1 \end{cases} \quad (3.3)$$

2. fuzzyfikasi Kelembapan



Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Kelembaban.

Adapun nilai x atau derajat keanggotaan kelembapan dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

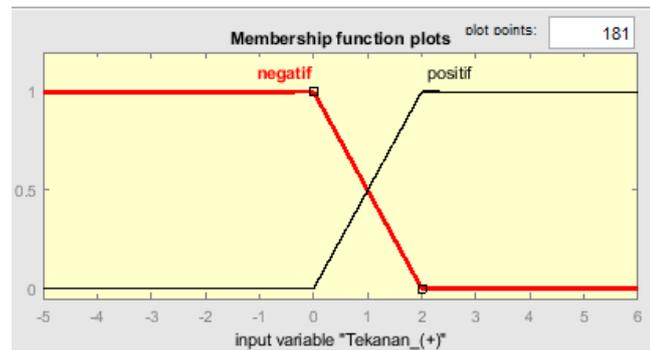
a. berdasarkan persamaan fungsi normal (3.4).

$$x \text{ normal} \begin{cases} x \leq 60 ; 1 \\ 40 \leq x \leq 60 ; \frac{60-x}{60-40} \\ x \geq 60 ; 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

b. berdasarkan persamaan fungsi lembab (3.5).

$$x \text{ lembab} \begin{cases} x \leq 40 ; 0 \\ 40 \leq x \leq 60 ; \frac{x-40}{60-40} \\ x \geq 40 ; 1 \end{cases} \quad (3.5)$$

3. fuzzyfikasi Tekanan Positif



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Tekanan Positif.

Adapun nilai x atau derajat keanggotaan tekanan dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

- a. berdasarkan persamaan fungsi tekanan negatif (3.6).

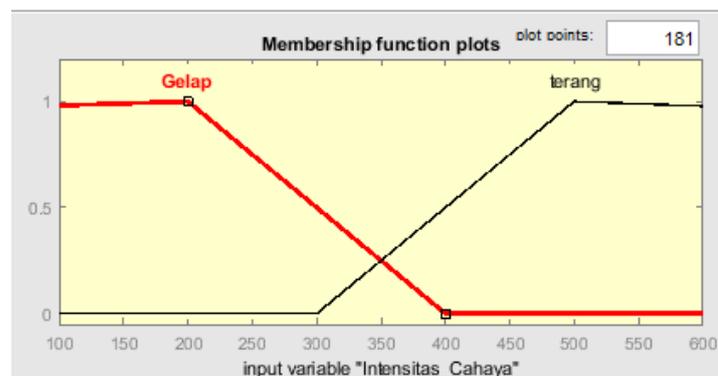
$$x \text{ negatif} \begin{cases} x \leq 0 ; 1 \\ 0 \leq x \leq 2 ; \frac{2-x}{2-0} \\ x \geq 2 ; 0 \end{cases} \quad (3.6)$$

- b. berdasarkan persamaan fungsi tekanan positif (3.6).

$$x \text{ positif} \begin{cases} x \leq 0 ; 0 \\ 0 \leq x \leq 2 ; \frac{x-0}{2-0} \\ x \geq 2 ; 1 \end{cases} \quad (3.7)$$

Adapun nilai x atau derajat keanggotaan partikel dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

4. fuzzyfikasi Intensitas Cahaya



Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya.

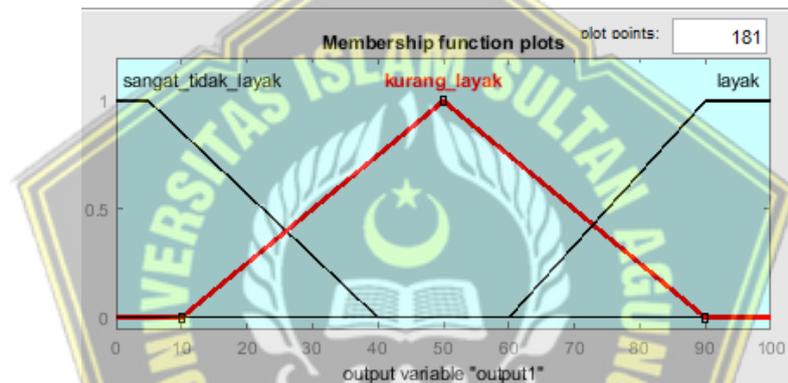
Adapun nilai x atau derajat keanggotaan intensitas cahaya dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

- a. berdasarkan persamaan fungsi gelap (3.8).

$$x \text{ gelap} \begin{cases} x \leq 400 ; 1 \\ 300 \leq x \leq 400 ; \frac{400 - x}{400 - 300} \\ x \geq 400 ; 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

- b. berdasarkan persamaan fungsi terang (3.9).

$$x \text{ terang} \begin{cases} x \leq 300 ; 0 \\ 300 \leq x \leq 400 ; \frac{x - 300}{400 - 300} \\ x \geq 300 ; 1 \end{cases} \quad (3.9)$$



Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan Output.

Adapun nilai x atau derajat keanggotaan output dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

- a. berdasarkan persamaan fungsi sangat tidak layak (3.10). (3.11) dan (3.12).

$$x \text{ sangat tidak layak} \begin{cases} x \leq 40 ; 1 \\ 10 \leq x \leq 40 ; \frac{40 - x}{40 - 10} \\ x \geq 40 ; 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

- b. berdasarkan persamaan fungsi kurang layak (3.15).

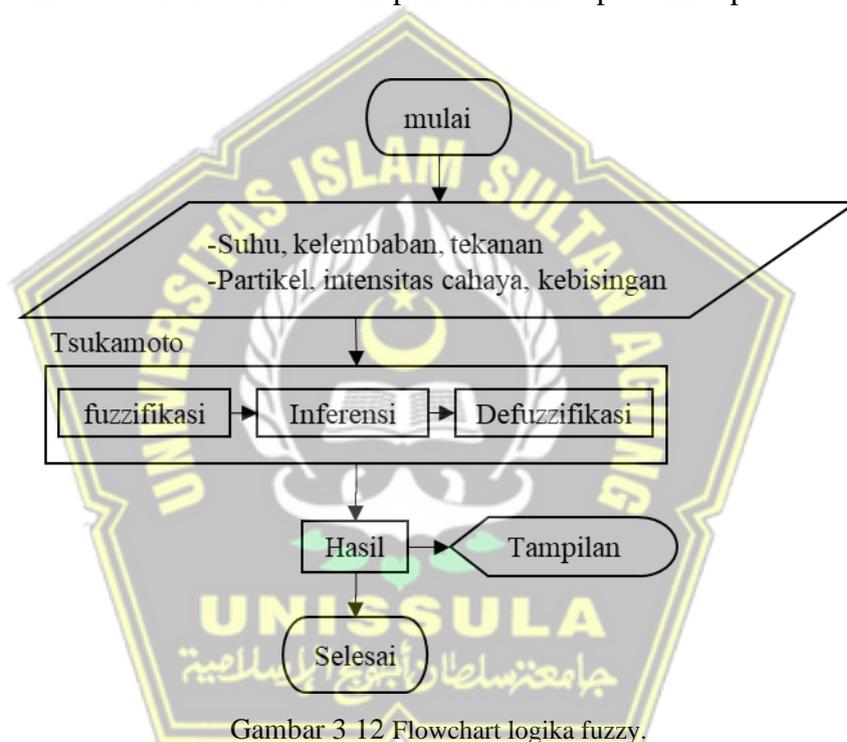
$$x \text{ Kurang layak} \begin{cases} 10 \geq x \geq 90 ; 0 \\ 10 \leq x \leq 40 ; \frac{x - 10}{50 - 10} \\ 60 \leq x \leq 90 ; \frac{90 - x}{90 - 50} \end{cases} \quad (3.11)$$

- c. berdasarkan persamaan fungsi layak (3.16).

$$x \text{ layak} \begin{cases} x \leq 60 ; 0 \\ 60 \leq x \leq 90 ; \frac{x - 60}{90 - 60} \\ x \geq 90 ; 1 \end{cases} \quad (3.12)$$

3.7.1 Flowchart Fuzzy

Perancangan pada sistem monitoring suhu dan kelembaban dalam ruang Operasi dimulai dari proses pembacaan dan memberikan sebuah pesan bawasannya ruangan tersebut dapat digunakan atau tidak dengan menggunakan metode fuzzy logic. Berikut adalah flowchart dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3 12 Flowchart logika fuzzy.

- Penelitian ini ada lima sensor yang digunakan sensor suhu dan kelembapan, sensor suara, sensor intensitas cahaya, sensor partikel, sensor tekanan. Sensor akan mengirim data ke mikrocontroler esp32 data, berupa analog dan digital yang akan diterima dan akan dianalisa oleh mikrocontroler sebagai inputan.
- Tahapan ini mikrocontroler akan memproses data tersebut kemudian ada beberapa variabel yang digunakan sebagai acuan standart berupa suhu, kelembapan, partikel udara, kebisingan dan tekanan positif dengan nilai yang mengacu pada permenkes.

Perancangan ini akan memberi masukan bawasannya ruang operasi tersebut layak atau tidak layak untuk digunakan tindakan operasi. Pada penelitian ini penelitian hanya mengambil parameter yaitu suhu, kelembapan, tekanan, intensitas cahaya, kebisingan dan partikel dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Kondisi.

| No. | Keterangan | nilai | Kondisi |
|-----|-------------------|---------|---------------|
| 1 | Suhu | >24 | panas |
| | | >19,<24 | sedang |
| | | <19 | dingin |
| 2 | Kelembapan | >70 | lembab |
| | | <70>40 | normal |
| 3 | Tekanan | <0 | negatif |
| | | >0 | positif |
| 4 | intensitas cahaya | >=300 | terang |
| | | <300 | gelap |
| 5 | partikel | < 10 | bersih |
| | | > 10 | Kotor |
| 6 | Kebisingan | >60 | berisik |
| | | < 60 | tidak berisik |

Tabel 3.1 terdapat himpunan fuzzy untuk masing-masing kondisi sebagai acuan untuk melakukan proses fuzzyfikasi. Proses suhu terdapat kondisi dingin, baik, panas, untuk variabel kelembapan terdapat kondisi lembab dan normal, untuk variabel intensitas cahaya gelap dan terang, untuk variabel tekanan positif dan negatif. Proses fuzzifikasi mengacu pada empat kondisi. Kebisingan dan partikel sebagai monitoring atau peringatan untuk dapat dilakukan tindak lanjut.

Tabel pengambil keputusan yang didapat pada tiap-tiap kondisi sensor setelah ditentukan status tiap sensor berupa hasil kelayakan kondisi ruangan dapat ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variabel Kelayakan.

| no | Variabel | Domain % |
|----|--------------------|----------|
| 1 | Sangat Tidak Layak | < 25 % |
| 2 | Kurang Layak | < 50 % |
| 3 | Layak | ≥ 50 % |

Nilai suhu 19°C, kelembaban 40%, intensitas cahaya 400 lux, tekanan 3 pa untuk langkah pertama adalah proses fuzzifikasi dengan menggunakan rumus untuk suhu 3.1 s/d 3.3, kelembaban 3.4, 3.5, tekanan 3.6, 3.7 dan intensitas cahaya 3.8, 3.9 maka diperoleh hasil pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tabel Hasil Proses Fuzzifikasi

| | suhu | Kelembaban | Tekanan | Cahaya |
|--------|------|------------|---------|--------|
| dingin | 1 | Normal | 1 | 0 |
| sedang | 0 | Lembab | 0 | 1 |
| panas | 0 | | | |

Tahapan ini merupakan proses fuzzifikasi dari nilai diubah menjadi nilai crisp dimana untuk mendapatkan fungsi keanggotaanya selanjutnya adalah inferensi tahapan ini menggabungkan semua rule base yang ada untuk mendapatkan nilai minimum, dikarenakan metode tsukamoto mengambil nilai minimum dan nilai z menggunakan persamaan 3.10 s/d 3.12 dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tahapan Inferensi Berdasarkan Rule Base

| kondisi | suhu | kelembaban | cahaya | tekananan | inferensi | Nilai z |
|--------------------|------|------------|--------|-----------|-----------|---------|
| sangat tidak layak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| sangat tidak layak | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 40 |
| kurang layak | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| kurang layak | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 |

| kondisi | suhu | kelembaban | cahaya | tekananan | inferensi | Nilai z |
|--------------------|------|------------|--------|-----------|-----------|---------|
| sangat tidak layak | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 40 |
| kurang layak | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| kurang layak | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| sangat tidak layak | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 40 |
| kurang layak | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| kurang layak | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| sangat tidak layak | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 40 |
| kurang layak | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| kurang layak | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| kurang layak | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| layak | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 60 |
| layak | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 60 |
| kurang layak | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| layak | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 60 |
| layak | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 90 |

Perolehan data dari hasil inferensi didapat sebuah nilai z dimana digunakan sebagai proses defuzzifikasi Pada metode tsukamoto, nilai crisp didapat menggunakan average menggunakan persamaan (2.5) dapat dilihat sebagai berikut:

$$\frac{(0*40)+(0*40)+(0*40)+\dots+(1*90)}{0+0+0+\dots+1} = 90$$

Nilai yang diperoleh adalah sebesar 90% dimana pada perhitungan tersebut dapat dinyatakan layak. Status dapat diprosentasikan sebagai pengambil keputusan kelayakan dengan nilai $\leq 40\%$ dinyatakan sangat tidak layak dan kurang layak $\leq 50\%$ dan layak $\geq 50\%$.

Tabel 3.3 merupakan data yang digunakan sebagai acuan pembuatan rule base fuzzy.

Tabel 3.5 Rule Baze Fuzzy

| No | suhu | kelembaban | tekanan | cahaya | kondisi |
|----|--------|------------|---------|--------|--------------------|
| 1 | panas | lembab | negatif | gelap | sangat tidak layak |
| 2 | sedang | lembab | negatif | gelap | sangat tidak layak |
| 3 | dingin | lembab | negatif | gelap | sangat tidak layak |
| 4 | panas | normal | negatif | gelap | sangat tidak layak |

| No | suhu | kelembaban | tekanan | cahaya | kondisi |
|----|--------|------------|---------|--------|--------------------|
| 5 | sedang | normal | negatif | gelap | sangat tidak layak |
| 6 | dingin | normal | negatif | gelap | sangat tidak layak |
| 7 | Panas | lembab | positif | gelap | sangat tidak layak |
| 8 | Sedang | lembab | positif | gelap | kurang layak |
| 9 | dingin | lembab | positif | gelap | kurang layak |
| 10 | Panas | normal | positif | gelap | sangat tidak layak |
| 11 | Sedang | normal | positif | gelap | kurang layak |
| 12 | dingin | normal | positif | gelap | kurang layak |
| 13 | Panas | lembab | negatif | terang | sangat tidak layak |
| 14 | Sedang | lembab | negatif | terang | kurang layak |
| 15 | dingin | lembab | negatif | terang | kurang layak |
| 16 | Panas | normal | negatif | terang | sangat tidak layak |
| 17 | Sedang | normal | negatif | terang | kurang layak |
| 18 | dingin | normal | negatif | terang | kurang layak |
| 19 | Panas | lembab | positif | terang | kurang layak |
| 20 | Sedang | lembab | positif | terang | Layak |
| 21 | dingin | lembab | positif | terang | layak |
| 22 | Panas | normal | positif | terang | kurang layak |
| 23 | Sedang | normal | positif | terang | layak |
| 24 | dingin | normal | positif | terang | layak |

Tahapan ini tiap input fuzzyfikasi yang berupa kondisi akan digabung dengan menggunakan rule evaluation. Rule base fuzzy dapat dilihat pada rule base fuzzyfikasi.

3.7.1.1 Rules Base Fuzzyfikasi

```
void proses_fuzzy(){
if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2 )//no:20{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:21{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:23{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:24{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:44{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:45{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:47{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:48{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2 )//no:68{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:69{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:71{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:72{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:92{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:93{data_status = "LAYAK";}
```

```

else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:95{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 1 && nilai_tekanan == 2 && nilai_cahaya == 2)//no:96{data_status = "LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 2 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 1 && nilai_cahaya == 2)//{data_status = "KURANG LAYAK";}
else if( nilai_suhu == 1 && nilai_rh == 2 && nilai_tekanan == 1 && nilai_cahaya == 2 )//{data_status = "KURANG LAYAK";}

```

proses fuzzyfikasi pada pengambilan keputusan pada kondisi inputan sensor, agar dapat menghasilkan sebuah kondisi.

```

temperature = dht.getTemperature();
if(!temperature){temperature=0;}if(temperature<20)
{nilai_suhu=1;status_suhu="dingin";}
else if(temperature < 25 ){nilai_suhu = 2;status_suhu = "baik";}
else{nilai_suhu = 3;status_suhu = "panas";}
void pembacaan_cahaya()
{lux = lightMeter.readLightLevel();if(lux < 300 ){nilai_cahaya = 1;status_cahaya = "gelap";}
else{nilai_cahaya = 2;status_cahaya = "terang";}delay(1000);}

```

contoh dari proses fuzzyfikasi pada masing-masing sensor yang akan dilakukan proses selanjutnya.

- c) menampilkan display pada ahu (air Handling unit) yang memberikan informasi status dan kondisi ruangan tersebut berupa nilai suhu, kelembapan, partikel, sound, intensitas cahaya dan tekanan.
- d) Mengirimkan informasi kepada ruang pemantauan melalui jaringan internet yang dimana akan menampilkan status dan kondisi ruangan yang menyebabkan ruangan tersebut layak atau tidak layak digunakan.
- e) Untuk melakukan pengawasan terhadap ruangan yang dimana suhu, kelembapan, partikel, kebisingan, intensitas cahaya, tekanan harus dalam kondisi baik. Agar dapat dilakukan tindakan apabila terjadi kegagalan pada ruangan tersebut.

3.7.2 Tahap inferensi

Setelah melalui tahap fuzzifikasi, nilai fuzzy akan diolah melalui 3 (tiga) tahapan inferensi sebagai berikut.

- a) Memilih rule yang sesuai dengan kombinasi nilai fuzzy

Berdasarkan kombinasi nilai fuzzy yang diperoleh dari 6 (enam) input pada tahap fuzzifikasi kemudian dapat ditentukan rule yang sesuai berdasarkan Tabel 3.3.

b) Menghitung alpha predikat dari fuzzy input

Berdasarkan rule yang telah terpilih, selanjutnya dapat ditentukan nilai alpha predikat dengan aturan min melalui persamaan (2.4).

c) Menentukan fungsi fuzzy output

Nilai fuzzy input masing-masing rule terpilih ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan input.

3.7.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses pengolahan nilai fuzzy yang didapat dari tahap inferensi menjadi nilai crisp atau nilai tegas. Nilai crisp inilah yang nantinya akan digunakan dalam implementasi dan analisis. Pada metode stukamoto, nilai crisp didapat menggunakan average pada persamaan (2.5)

3.8 Perancangan Hardware

Hardware yang diperlukan pada penelitian ini diantaranya adalah:

a) Pembuatan prototype ruangan

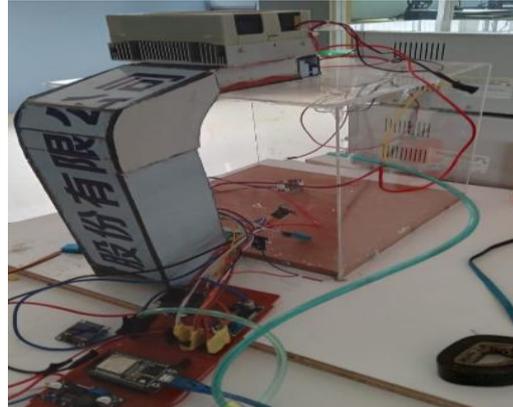
Sebuah ruangan tertutup agar suhu dapat dikendalikan

b) Jaringan Internet Jaringan internet diperlukan untuk mengirimkan data ke ruang monitoring, agar kondisi ruangan dapat terpantau.

c) Server MQTT

Server MQTT digunakan untuk proses pengiriman data berupa hasil dari pengendalian ruang operasi. secara realtime yang selanjutnya akan ditampilkan ke ruangan monitoring.

3.9 Metode pengujian



Gambar 3.13 Gambar Ruang Tertutup.

Gambar 3.13 merupakan bentuk dari prototype ruangan tertutup guna melakukan pengujian pada penelitian ini. Dalam penelitian, metode pengujian adalah dengan melihat dan membandingkan kinerja hasil kondisi ruangan yang dikendalikan oleh mikrokontroler dengan tampilan berada pada server atau ruang monitoring.



Gambar 3.14 Pengujian dengan alat standart.

3.10 Analisa hasil pengujian

Pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bawasanya hasil dari pembacaan sensor dan output yang dihasilkan. Data akan dikirimkan ke server agar dapat diterima diruang monitoring, apakah sesuai dengan tampilan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa dan Pembahasan

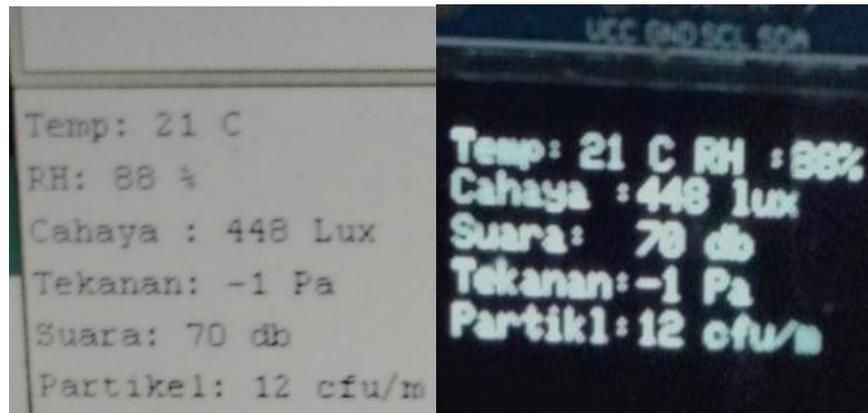
Analisa dan hasil pengujian prototype yang ditampilkan pada tiap ruangan dengan tampilan pada server. Melakukan monitoring terhadap update pengiriman data.

4.1.1 Pembuatan Prototype

Gambar 4.1 dan 4.2 merupakan referensi dimana dalam tahapan pengujian akan menampilkan berupa pemberitahuan kondisi (suhu, kelembapan, partikel, kebisingan, tekanan, intensitas cahaya). Pada data yang ditampilkan dan data diterima oleh server.

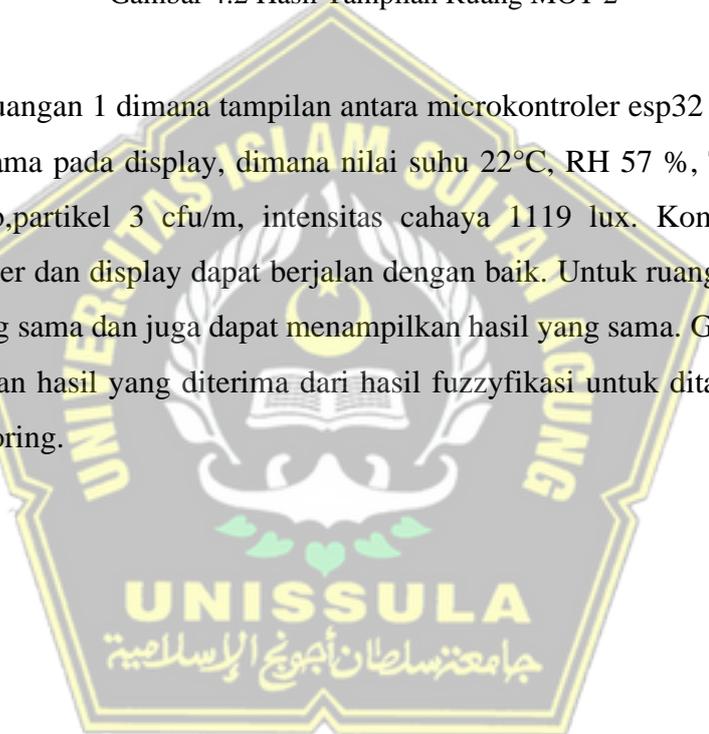


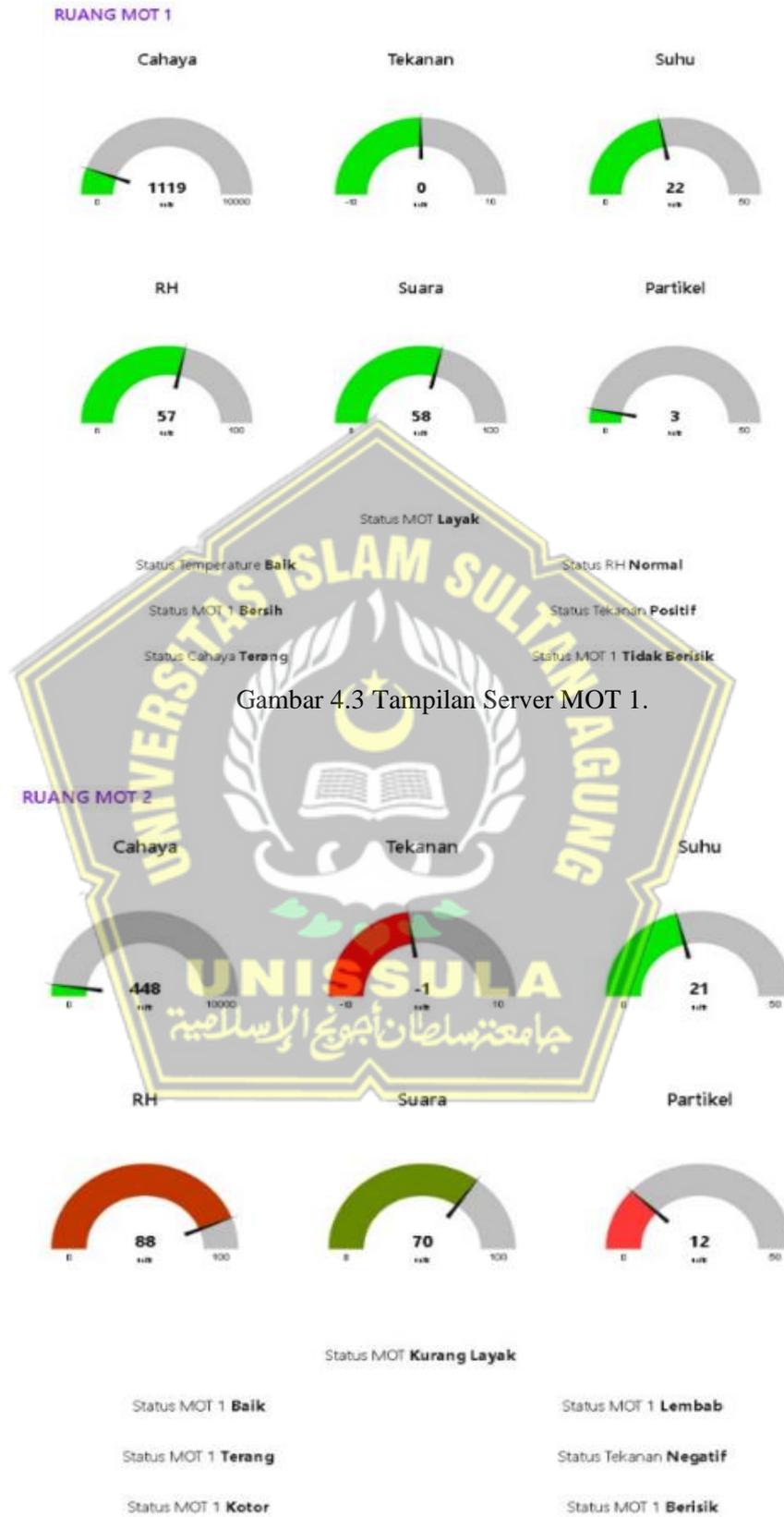
Gambar 4.1 Hasil Tampilan Ruang MOT 1



Gambar 4.2 Hasil Tampilan Ruang MOT 2

Pada ruangan 1 dimana tampilan antara mikrokontroler esp32 menampilkan hasil yang sama pada display, dimana nilai suhu 22°C, RH 57 %, Tekanan 0 pa, Suara 58 db, partikel 3 cfu/m, intensitas cahaya 1119 lux. Komunikasi antar mikrokontroler dan display dapat berjalan dengan baik. Untuk ruang 2 merupakan simulasi yang sama dan juga dapat menampilkan hasil yang sama. Gambar 4.3 dan 4.4 merupakan hasil yang diterima dari hasil fuzzyfikasi untuk ditampilkan pada ruang monitoring.





Gambar 4.3 Tampilan Server MOT 1.

Gambar 4.4 Tampilan Server MOT 2.

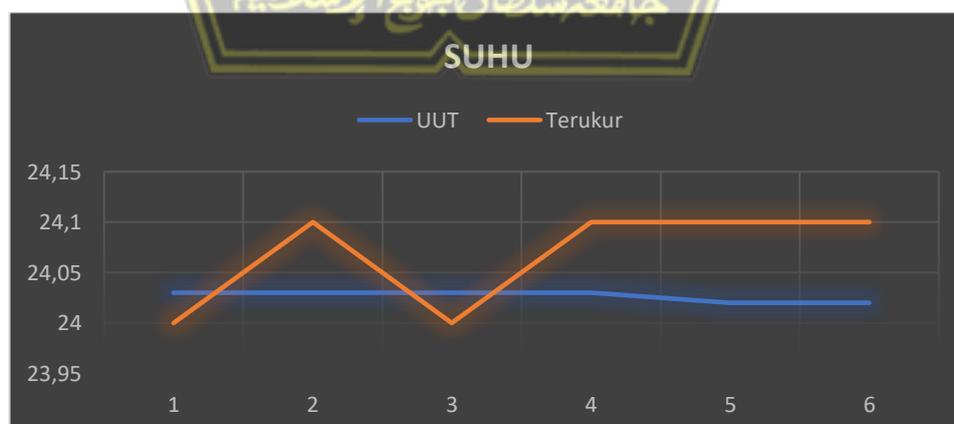
Data yang ditampilkan real oleh layar monitoring dan menampilkan hasil dari tiap-tiap sensor. Pada tiap output sensor telah dilakukan fuzzyfikasi dimana dari tiap kondisi mengacu pada standart yang telah ditentukan. Output dari hasil fuzzyfikasi sensor kemudian dari hasil tersebut difuzzykan kembali agar dapat memberikan informasi berupa kondisi ruangan tersebut layak, sangat tidak layak, kurang layak agar dapat dilakukan tindakan selanjutnya.

4.1.2 Data Hasil Pengukuran Suhu

Pengukuran keakurasian sensor dilakukan pengambilan data dan dibandingkan dengan alat standart dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Suhu Dengan Menggunakan Alat standart.

| No. | DATA | SUHU | |
|-----|-------------|-------|---------|
| | | UUT | Terukur |
| 1 | Percobaan 1 | 24,03 | 24 |
| 2 | Percobaan 2 | 24,03 | 24,1 |
| 3 | Percobaan 3 | 24,03 | 24 |
| 4 | Percobaan 4 | 24,03 | 24,1 |
| 5 | Percobaan 5 | 24,02 | 24,1 |
| 6 | Percobaan 6 | 24,02 | 24,1 |



Gambar 4.5 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart.

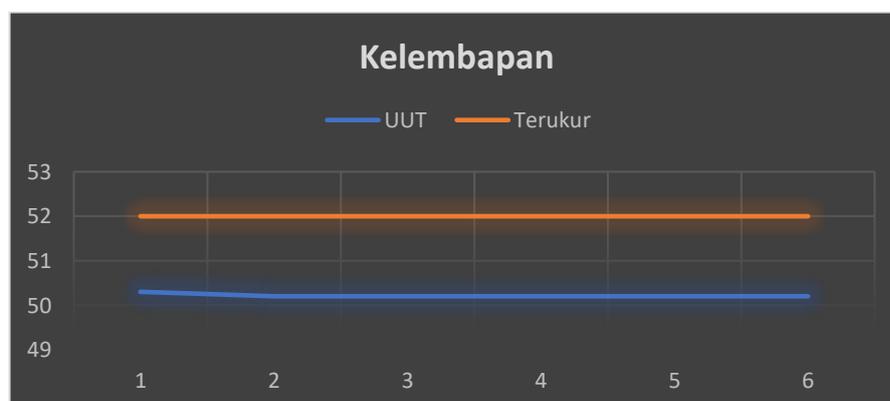
Data dari hasil perbandingan menggunakan termohygrometer (UUT) untuk sensor dht 11 memiliki hasil yang cukup akurat dimana memiliki nilai yang akurat dan presisi terhadap suhu ruangan yang dibandingkan menggunakan alat standart. Adapun perbedaan nilainya masih dalam batas toleransi. Pada data sensor dht memiliki nilai toleransi sebesar 0,5 dimana pada pengambilan data diatas tersebut nilai uut – terukur ($24,03 - 24 = 0,03$) dari hasil pengukuran nilai masih dalam batas nilai toleransi dht 11.

4.1.3 Data Kelembapan Hasil Pengukuran

Pengukuran keakurasian sensor dilakukan pengambilan data dan dibandingkan dengan alat standart dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Kelembapan Dengan Menggunakan Alat standart.

| No. | DATA | Kelembapan | |
|-----|-------------|------------|---------|
| | | UUT | Terukur |
| 1 | Percobaan 1 | 50,3 | 52 |
| 2 | Percobaan 2 | 50,2 | 52 |
| 3 | Percobaan 3 | 50,2 | 52 |
| 4 | Percobaan 4 | 50,2 | 52 |
| 5 | Percobaan 5 | 50,2 | 52 |
| 6 | Percobaan 6 | 50,2 | 52 |



Gambar 4.6 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart.

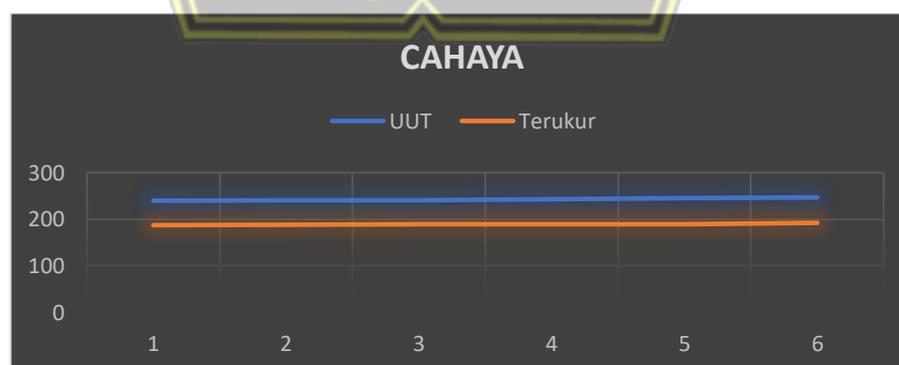
Data dari hasil perbandingan menggunakan termohygrometer (UUT) untuk sensor dht 11 memiliki hasil yang cukup presisi dimana memiliki nilai yang presisi terhadap kelembapan ruangan yang dibandingkan menggunakan alat standart. Dimana dalam pengukuran terdapat selisih lebih dari 2-5% akan tetapi mempunyai nilai yang stabil, sesuai dengan alat ukur standart. Pada dht 11 memiliki nilai toleransi.

4.1.4 Data Cahaya Hasil Pengukuran

Pengukuran keakurasian sensor dilakukan pengambilan data dan dibandingkan dengan alat standart dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Intensitas Cahaya Dengan Menggunakan Alat standart.

| No. | DATA | Intensitas Cahaya | |
|-----|-------------|-------------------|---------|
| | | UUT | Terukur |
| 1 | Percobaan 1 | 240 | 187,5 |
| 2 | Percobaan 2 | 241 | 188,3 |
| 3 | Percobaan 3 | 241 | 189,17 |
| 4 | Percobaan 4 | 243 | 190 |
| 5 | Percobaan 5 | 245 | 190,03 |
| 6 | Percobaan 6 | 247 | 192,5 |



Gambar 4.7 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart.

Data dari hasil perbandingan menggunakan lux meter untuk sensor cahaya BH 1750 memiliki hasil yang berbeda dengan alat standart dimana nilai perbedaan sebesar +/- 53,25 Lux. Tetapi dari hasil pengujian pengambilan data sensor BH 1750 memiliki nilai stabil.

4.1.5 Data tekanan Hasil Pengukuran

Pengukuran keakurasian sensor tekanan dilakukan pengambilan data dan dibandingkan dengan alat standart dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.4 Pengujian Tekanan Dengan Menggunakan Alat standart.

| No. | DATA | Tekanan | |
|-----|-------------|----------|---------|
| | | UUT | Terukur |
| 1 | Percobaan 1 | 2,241801 | 1,2 |
| 2 | Percobaan 2 | 2,241801 | 1 |
| 3 | Percobaan 3 | 0,249089 | 0 |
| 4 | Percobaan 4 | 0,249089 | 0,2 |
| 5 | Percobaan 5 | -0,24909 | -1,7 |
| 6 | Percobaan 6 | -0,24909 | -1,7 |



Gambar 4.8 Grafik. Pengujian Dengan Menggunakan Alat Standart.

Data dari hasil perbandingan menggunakan alat additel 168 yang memiliki nilai akurasi 0,001. Untuk sensor mpx 5700 DP memiliki hasil yang berbeda dengan alat standart dimana nilai perbedaan sebesar +/- 1. Pada saat pengambilan data

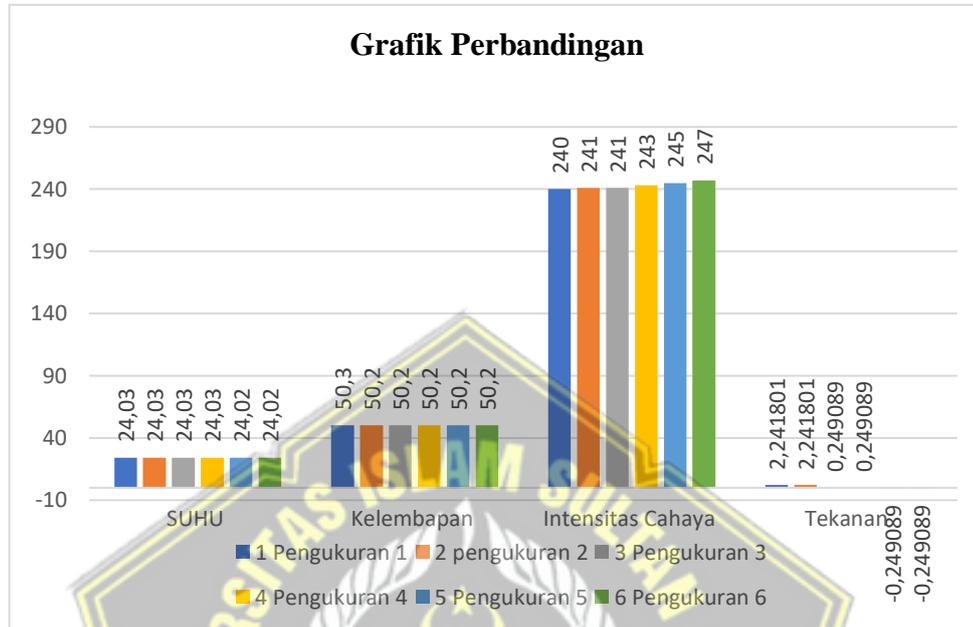
menggunakan ruangan tertutup. Nilai perbedaan tersebut bisa disebabkan karena keakurasian alat yang tidak akurat terhadap kondisi udara didalam ruangan.

4.2 Analisa Perbandingan Kinerja Alat Dengan Alat Standart

Dari hasil pengukuran secara keseluruhan kinerja alat yang dibandingkan dengan alat standart dapat berfungsi dengan baik, akan tetapi masih terdapat perbedaan pada sensor tertentu, sound, partikel, tekanan dimana nilai yang ditampilkan terdapat penyimpangan

1. Sound memiliki nilai rata-rata 78 db dengan alat standart dan 111,5 db dengan sensor ky-038 dimana memiliki perbedaan yang signifikan, dengan defiasi pada sensor ky-038 yang cukup besar 7,8 db.
2. Partikel memiliki nilai rata-rata 4,8 cfu/m dengan alat standart dan 20 cfu/mdengan sensor pms 7005 dimana memiliki perbedaan yang signifikan, dengan defiasi pada sensor 4,8 cfu/m.
3. Tekanan memiliki nilai rata-rata 0,7 pa dengan alat standart dan -0,1 pa dengan sensor mpx dimana memiliki perbedaan yang signifikan, dengan defiasi pada sensor sebesar 1,2 pa.dimana nilai yang dihasilkan pada alat standart dan sensor terdapat perbedaan terhadap hasil pembacaan dikarenakan keakurasaan alat atau kemampuan baca terhadap perbedaan.
- d) Suhu memiliki nilai rata-rata 24,02°C dengan alat standart dan 24,06°C dengan sensor dht dimana memiliki kesamaan dalam pembacaan, dengan defiasi pada sensor dht sebesar 0,05°C, dimana nilai yang dihasilkan pada alat standart dan sensor terdapat kesamaan terhadap hasil pembacaan.
- e) Kelembapan memiliki nilai rata-rata 50,2% dengan alat standart dan 52% dengan sensor dht dimana memiliki kesamaan dalam pembacaan, dengan defiasi pada sensor dht sebesar 0%, dimana nilai yang dihasilkan pada alat standart dan sensor terdapat kesamaan terhadap hasil pembacaan.
- f) Intensitas cahaya memiliki nilai rata-rata 242,8 lux dengan alat standart dan 189,5 lux dengan sensor bh1750 dimana memiliki perbedaan dalam pembacaan, dengan defiasi pada sensor bh1750 sebesar 1,7 lux, dimana nilai

yang dihasilkan pada alat standart dan sensor terdapat perbedaan terhadap hasil pembacaan.



Gambar 4.9 Grafik. Perbandingan semua sensor terhadap alat standart

Dari hasil pembacaan tiap sensor secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik walaupun terdapat perbedaan nilai yang dihasilkan. Pada tabel 4.5 merupakan hasil perhitungan manual dan pembacaan pada alat.

Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Pengukuran Dengan Alat

| suhu | kelembapan | tekanan | cahaya | hasil output alat | hasil perhitungan | hasil |
|------|------------|---------|--------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 19 | 40 | 3 | 400 | layak | 90 | layak |
| 20 | 50 | 2 | 375 | layak | 76,8 | layak |
| 22 | 60 | 1 | 300 | layak | 50,7 | layak |
| 23 | 60 | 1 | 325 | kurang layak | 49 | kurang layak |
| 24 | 50 | 1 | 300 | kurang layak | 25 | sgt tidak layak |
| 24 | 60 | 0 | 250 | sgt tidak layak | 10 | sgt tidak layak |

Hasil dari perhitungan manual dan kinerja alat dapat disimpulkan pembuatan alat memiliki nilai error dimana didapat dari hasil pada tabel 4.5.

$$\frac{1}{6} \times 100 = 16,6 \%$$

Nilai error pada alat tersebut sebesar 16,6%

Tabel 4.6 Hasil perhitungan akurasi presisi dan deviasi.

| keterangan | Average | Koreksi | Stdev | Error (%) | Akurasi (%) |
|-------------------------|------------------|---------|-------|-----------|-------------|
| Suhu (°C) | 24,07 24,03 | -0,04 | 0,05 | 0,17 | 99,83 |
| Kelembababan (%) | 52,00 50,22 | -1,78 | 0,00 | 3,55 | 96,45 |
| Intensitas cahaya (Lux) | 189,58 242,83 | 53,25 | 1,58 | 21,93 | 78,07 |
| Tekananan (pa) | -0,17 0,75 | 0,91 | 1,16 | 122,30 | -22,30 |

Hasil dari perhitungan pengukuran pada tabel 4.7 didapatkan hasil yang dapat disimpulkan, untuk pengukuran suhu dan kelembaban pada sensor dht22 didapat nilai rata-rata suhu 24,07°C dimana nilai tersebut mendekati nilai sesungguhnya memiliki koreksi sebesar -0,04°C dan deviasi 0,05 untuk sensor dht 22 pada alat tersebut mempunyai akurasi sebesar 99,83 %. Pada kelembaban mempunyai nilai Rh 52% dimana nilai tersebut mendekati nilai sesungguhnya dimana memiliki koreksi sebesar -1,78% dan deviasi 0 untuk sensor dht22 mempunyai akurasi kelembaban sebesar 96,45%. Untuk sensor BH1750 intensitas cahaya didapat nilai rata-rata sebesar 189,58 lux dimana nilai tersebut mempunyai koreksi sebesar 53,25 lux dengan nilai sebenarnya, nilai deviasi 1,58 dan memiliki nilai akurasi sebesar 78,07%. Untuk sensor mpx5700D didapat nilai rata-rata tekanan -0,17pa dimana nilai tersebut mempunyai koreksi sebesar 0,91pa, nilai deviasi sebesar 1,16pa dan akurasi -22,3%, dari hasil data tersebut terdapat perbedaan terhadap nilai yang sangat signifikan disebabkan karna sensor yang kurang presisi terhadap setiap perubahan tekanan yang mengakibatkan nilai tidak sesuai.

4.3 Analisa Perbandingan Terhadap Paper Terdahulu

Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Paper Terdahulu.

| No | Keterangan | monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic | Kontrol Temp & Kelembaban Ruangan Dengan Android | Pemantau Suhu Pada Ruangan Berpenyejuk Udara | Tekanan Udara Berbasis Fuzzy Logic Dan PID |
|----|---|---|--|--|--|
| 1 | mempunyai sistem terintegrasi dengan ruang kendali dan dapat dikombinasikan ke beberapa ruangan | Ada | Tidak | Tidak | Tidak |
| 2 | dapat dilakukan pemantauan jarak jauh | Ada | Ada | Ada | Tidak |
| 3 | menggunakan metode fuzzy logic | Ada | Tidak | Tidak | Ada |
| 4 | mempunyai tampilan secara real time | Ada | ada | ada | Ada |
| 5 | terkoneksi dengan jaringan internet | Ada | Ada | Ada | Tidak |
| 6 | menampilkan hasil dari tiap parameter dengan memberi keputusan secara real time | Ada | Tidak | Tidak | Ada |

| No | Keterangan | monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic | Kontrol Temp & Kelembaban Ruangan Dengan Android | Pemantau Suhu Pada Ruangan Berpenyejuk Udara | Tekanan Udara Berbasis Fuzzy Logic Dan PID |
|----|------------------------------------|---|--|--|--|
| 7 | menggunakan control PID | Tidak | Tidak | Tidak | Ada |
| 8 | dapat dikendalikan dari jarak jauh | Tidak | Ada | Ada | Tidak |

pada tabel 4.7 bahwasannya dari beberapa jurnal didapatkan kelebihan dan kekurangan yang dapat dilakukan untuk pengembangan selanjutnya. Peneliti belum menerapkan sistem terintegrasi yang dapat dimonitoring dalam satu sistem.

Pada penelitian Peningkatan kendali sistem monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic dan dapat terintegrasi dalam satu ruang kontrol. Mempunyai sistem secara real time dan menampilkan dari tiap parameter berupa nilai dan kondisi. Dari tampilan tiap-tiap parameter dapat menampilkan kondisi sesuai atau tidak sesuai kondisi ruangan, dan memberi peringatan berupa indikator pada meter panel yang terdapat ruang kontrol. Pada sistem ini tidak terdapat kendali pada ruang kontrol karna sudah menggunakan metode fuzzy logic. Ketika terdapat kegagalan menandakan ada kerusakan yang harus diperbaiki.

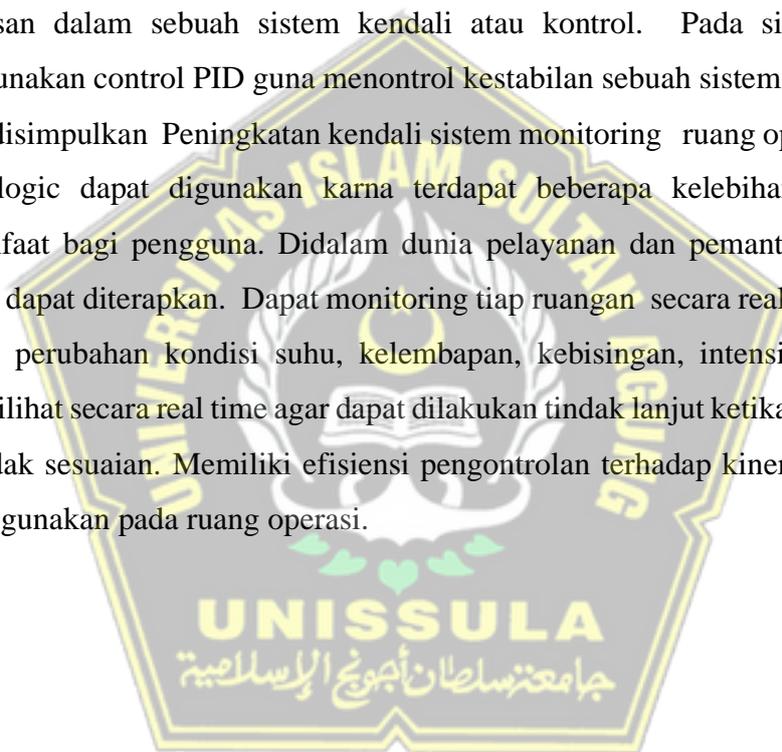
Untuk penelitian Rancang bangun sistem kontrol temperatur dan kelembaban ruangan dengan android. Pada jurnal ini dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan android dan dapat dilakukan pengendalian. Pada penelitian ini belum menerapkan fuzzy, untuk sistim kontrol, karna hanya menampilkan data yang dihasilkan sensor. Arduino menerima data dari sensor untuk ditampilkan di lcd, kemudian dikirim ke android agar dapat dikendalikan [35].

Untuk penelitian Uji Coba Perangkat Pemantau Suhu Pada Ruangan Berpenyejuk Udara. Pada jurnal ini melakukan pemantau suhu dan kelembapan ruangan dan

terkoneksi dengan jaringan. Pada penelitian ini belum menerapkan sistem fuzzy untuk sistem kontrol, karena hanya menampilkan data yang dihasilkan sensor. Arduino menerima data dari sensor untuk ditampilkan di lcd. Pada penelitian ini sistem belum terintegrasi dengan beberapa ruangan [34].

Untuk penelitian kendali tekanan udara berbasis fuzzy logic dan PID pada ruang operasi rumah sakit. Pada jurnal ini sistem belum terintegrasi, dan belum dilakukan pemantauan dari jarak jauh. Tetapi sistem ini sudah menerapkan fuzzy logic. Untuk saat ini sistem fuzzy logic sangat bermanfaat dalam mengambil keputusan dalam sebuah sistem kendali atau kontrol. Pada sistem ini juga menggunakan control PID guna menontrol kestabilan sebuah sistem [33].

Dapat disimpulkan Peningkatan kendali sistem monitoring ruang operasi berbasis fuzzy logic dapat digunakan karena terdapat beberapa kelebihan yang dapat bermanfaat bagi pengguna. Didalam dunia pelayanan dan pemantauan terhadap standar dapat diterapkan. Dapat monitoring tiap ruangan secara real time, dan tiap kondisi perubahan kondisi suhu, kelembapan, kebisingan, intensitas cahaya, dll dapat dilihat secara real time agar dapat dilakukan tindak lanjut ketika terdapat error atau tidak sesuaian. Memiliki efisiensi pengontrolan terhadap kinerja sebuah alat yang digunakan pada ruang operasi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

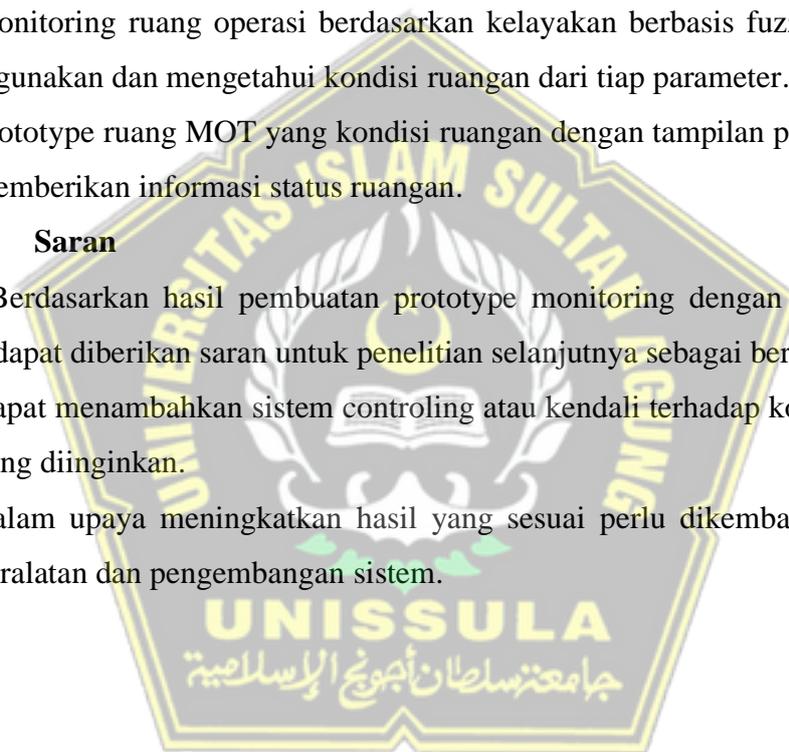
Dari hasil pengujian dan analisa sistem menggunakan metode fuzzy logic, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuatan sistem monitoring ruangan MOT secara real time dan tersentral dapat berfungsi.
2. Monitoring ruang operasi berdasarkan kelayakan berbasis fuzzy logic dapat digunakan dan mengetahui kondisi ruangan dari tiap parameter.
3. Prototype ruang MOT yang kondisi ruangan dengan tampilan pada server dan memberikan informasi status ruangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembuatan prototype monitoring dengan metode fuzzy logic, dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Dapat menambahkan sistem controlling atau kendali terhadap kondisi ruangan yang diinginkan.
2. Dalam upaya meningkatkan hasil yang sesuai perlu dikembangkan dengan peralatan dan pengembangan sistem.



Daftar Pustaka

- [1] Linda. Yanti. J. Noya, Nur. Endah. W, and Tri. Joko, “Pemeriksaan Kualitas Udara Ruang Yang Berhubungan Dengan Angka Kuman di Ruang Operasi Rumah Sakit Sumber Hidup di Kota Ambon 2020,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 8, no. 5, pp. 679–687, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/27927/24404>.
- [2] Mardiyanto. Ari, *Emergensi Energi Listrik Pada Kamar Operasi Di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (Ups)*. 2015.
- [3] Agus. Sulistiyo, “Wireless Sensor System Untuk Monitoring Konsentrasi Debu Menggunakan Algoritma Rule Based,” *Youngster Physics. Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 43–50, 2016.
- [4] Lisa Jayanti, Syamsuar Manyullei, and Emmi Bujawati, “Kesehatan Lingkungan Udara Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Syekh Yusuf Kabupaten Gowa,” *Higiene*, vol. 2, no. 1, pp. 33–40, 2016.
- [5] Nanda rezki, Meqorry Yusfi, Dodon Yendri, M.Kom, “Rancangan Bangun Prototipe Pengurang Bahaya Gas Polutan Dalam Ruangan Dengan Metode Elektrolisis Berbasis Mikrokontroler,” *Univ. Andalas*, pp. 1–12, 2013.
- [6] Sukandar. Sawidin, Deitje S. Pongoh, Ali Ramschie, “Dan Kelembaban Ruangan Dengan Android,” *Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperature Dan Kelembaban Ruangan Dengan Android*, vol. 267, pp. 258–267, 2018.
- [7] Sri. Mulyono, Sam. Farisa, Chaerul. Haviana, “Implementasi MQTT untuk Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium,” *Jurnal. Transistor Elektro dan Informatika. (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 3, pp. 140–144, 2018.
- [8] Arif. Wicaksana and Tahar. Rachman, “Kendali Tekanan Udara Berbasis Fuzzy Logic dan PID Pada Ruang Operasi Rumah Sakit,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11), 951–952.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–27, 2018, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- [9] Faisal. Wahab, Arif. Sumardiono, Adnan. Rafi. Al Tahtawi, and Agus. Faisal. Aziz. Mulayari, “Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan,” *Jurnal. Teknol. Rekayasa*, vol. 2, no. 1, p. 1,

- 2017, doi: 10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8.
- [10] Rachmat. Aulia, Rahmat. Aulia. Fauzan, and Imran. Lubis, “Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 1, p. 30, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i1.21113.
- [11] Bekti. Maryuni. Susanto, Ery. Setiyawan. Jullev. Atmadji, and Willy. Laurent. Brenkman, “Implementasi Mqtt Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web,” *Jurnal. Informatika. Polinema*, vol. 4, no. 3, p. 201, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i3.207.
- [12] Mesa. Amelia, “Sistem Monitoring dan Pengontrolan Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis Web,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 104, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108582.
- [13] Sasono, Sindung. Ari. Nugroho, Eko. Supriyanto, and Sri. Kusumastuti, “Iot Smart Health Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpan Obat Berbasis Android Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta,” *ReTII*, vol. 2020, pp. 53–62, 2020, [Online]. Available: [//journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/2065](http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/2065).
- [14] I. Nyoman. Agus Junaedi, Amrita. Anak. Ngurah. Amrita, and I. Nyoman. Setiawan, “Implementasi Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Udara Berbasis Iot Pada Plant Factory Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana,” *Jurnal. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, p. 8, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p2.
- [15] Muhamad. Sulthon. Nashir, Wisnu. Kartika, and Susilo. Ari. Wibowo, “Pemantauan Suhu Kelembaban dan Tekanan Udara Terpusat pada Ruang Operasi Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Medika. Teknik. Jurnal. Teknik. Elektromedik Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 49–58, 2022, doi: 10.18196/mt.v3i2.12401.
- [16] Ahmad. Dyan. Kurniawan and A. D. Kurniawan, “Analisis Internet Of Things Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruangan Pasien Isolasi Covid-19,” *Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [17] puput dani Prasetyoadi, “MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER

- ARDUINO DAN METODE LOGIKA FUZZY Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Nabire Papua,” *Fateska*, vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2016.
- [18] Jaka. Prayudha, Ardianto. Pranata, and Afdal. Al Hafiz, “Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot),” *Jurteksi*, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018, doi: 10.33330/jurteksi.v4i2.57.
- [19] Cara. Kerjanya, “dan Audience Is Everything Get full audience Spesifikasi DHT22 Perbedaan antara DHT11 daPerbedaan Antara Sensor DHT11 dengan Apa itu Sensor Spesifikasi Sensor DHT11 n,” no. 5, pp. 5–11, 2020.
- [20] Yeldi. S. Nafie, Jonshon. Tarigan, and Andreas. C. Louk, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Parameter Fisis Pada Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dan Esp 8266,” *Jurnal. Fisika. Sains dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 1, pp. 37–43, 2017, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/FISA/article/view/541>.
- [21] Nur. Afifah. Zen, Slamet. Indriyanto, Indah. Permatasari, Juwansyah. Sasmita, and Lia. Yuliantini, “Preliminary Study of Using KY-038 Sensor Based on Arduino UNO and LabView to Determine the Pulse Rate,” *Jurnal. Fisika. dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 2, p. 87, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i2.6092.
- [22] Amanda. Khaira. Perdana and Iswadi. Hasyim Rosma, “Analisis Kalibrasi Sensor Bh1750 Untuk Mengukur Radiasi Matahari Di Pekanbaru,” 2018, doi: 10.31227/osf.io/s6adt.
- [23] Januar. Arif. Fatkhurrahman, Ika. Rasti. Julia. Sari, and Ningsih. Ika. Pratiwi, “Verifikasi Sensor Partikulat sebagai Instrumentasi Pemantauan PM2.5 dan PM10 Berbasis Low Cost Sensor,” *Prosiding. SNST Fakultas. Teknik*, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/2815.
- [24] Timothy L. Bailey and Charles Elkan, “ $V_1 = \{ v_1 + \alpha v_1 \}$,” no. 1959, pp. 28–36, 1994.
- [25] Anton. Prafanto, Edy. Budiman, Putut. Pamilih. Widagdo, Gubtha.

- Mahendra. Putra, and Reza. Wardhana, “Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis,” *JTT (Jurnal Teknologi. Terapan)*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [26] Terang. Uhsg, Zulkifli. Lubis, and Tulus. Burhanuddin. Sitorus, “Analisa kinerja sistempendingin peltier yang menggunakan sel PVdengan sumber energi radiasi matahari,” *Jurnal. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, pp. 166–173, 2017.
- [27] Sri. Purwiyanti, “Aplikasi Efek Peltier Sebagai Kotak Penghangat dan Pendingin Berbasis Mikroprosesor Arduino Uno,” *Jurnal. Rekayasa dan Teknologi. Elektro*, vol. 3, pp. 90–104, 2017.
- [28] Ahmad. Hilal and Saiful. Manan, “Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu,” *Gema Teknologi*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [29] Alexander. F. Tasidjawa, Imanuel. P. Saputro, and Thomas. C. Suwanto, “Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto Untuk Penentuan Suhu Ideal Pada Kandang Ayam Broiler,” *Jurnal. Ilmiah. Realtech*, vol. 14, no. 1, pp. 42–48, 2018, doi: 10.52159/realtech.v14i1.115.

