

**PENERAPAN IOT DALAM SISTEM MONITORING KELEMBABAN
TANAH, SUHU, DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA
TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC***

SKRIPSI

SAWALIYAH NUR SIREGAR

201401012



**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN**

2024

**PENERAPAN IOT DALAM SISTEM MONITORING KELEMBABAN
TANAH, SUHU, DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA
TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC***

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah
Sarjana Ilmu Komputer

SAWALIYAH NUR SIREGAR

201401012



PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

MEDAN

2024

PERSETUJUAN

Judul : PENERAPAN IOT DALAM SISTEM
MONITORING KELEMBABAN TANAH,
SUHU, DAN PENYIRAMAN OTOMATIS
PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN
FUZZY LOGIC

Kategori : SKRIPSI

Nama : SAWALIYAH NUR SIREGAR

Nomor Induk Mahasiswa : 201401012

Program Studi : SARJANA (S1) ILMU KOMPUTER

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI
INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA
UTARA

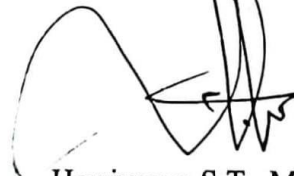
Komisi Pembimbing :

Pembimbing I



Handrizal S.Si., M.Comp.Sc.
NIP. 197706132017061001

Pembimbing II

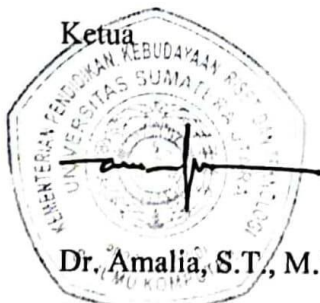


Herriyance S.T., M.Kom.
NIP. 198010242010121002

Diketahui/Disetujui Oleh

Program Studi S1 Ilmu Komputer

Ketua



Dr. Amalia, S.T., M.T.
NIP. 197812212014042001

PERNYATAAN

**PENERAPAN IOT DALAM SISTEM MONITORING KELEMBABAN
TANAH, SUHU, DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA
TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC**

SKRIPSI

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 08 Juli 2024



Sawaliyah Nur Siregar

201401012

PENGHARGAAN

Puji dan syukur dipancarkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas kehadiran dan karunia-Nya, yang telah memungkinkan penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir skripsi yang merupakan syarat kelulusan Program Studi S1 Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara. Penulis ingin menyampaikan cinta dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Muryanto Amin, S.Sos, M.Si. selaku Rektor Universitas Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Amalia, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara.
4. Ibu Desilia Selvida S.Kom., M.Kom. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, masukan, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan.
5. Bapak Handrizal S.Si., M.Comp.Sc. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, ide dan saran, kritik, motivasi, dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Herriyance S.T., M.Kom. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, ide dan saran, kritik, motivasi, dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Hayatunnufus S.Kom, M.Cs. selaku dosen Pembimbing I yang sudah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam pengerjaan skripsi.
8. Bapak Seniman S.Kom., M.Kom. selaku dosen Pembimbing II yang sudah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan skripsi.

9. Setiap instruktur dan staf Program Studi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara yang membantu penulis selama mengikuti program dengan menawarkan saran, arahan, dan pengetahuan yang bermanfaat.
10. Orang tua penulis Kasmin Siregar dan Marliani Nasution, kakak penulis Warida Shofni Siregar, Liyanti Darfina Siregar, Zuliah Isnaini Siregar, Pinta Rojula Siregar dan abang penulis Togu martua Siregar beserta keluarga besar penulis yang telah memberikan waktu, motivasi, dukungan, saran, ide, dan selalu memanjatkan doa kepada penulis.
11. Sahabat penulis Syaripa Anum Nasution, Belintawati Zelda Br Ginting, Sitti Safiatun Naja Koto, Muhammad Rizky Prayoga, Sonia Dila Puspita, dan SyahiratuZZulfa yang berjuang bersama dari awal perkuliahan, memberikan semangat dan motivasi, bertukar pikiran dan ide, serta bersedia meluangkan waktu menjadi pendengar keluh dan kesah penulis dalam menyusun skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman Kom A 2020 Ilmu Komputer yang telah menemani, menghibur, membantu, dan banyak membagikan motivasi kepada penulis.
13. Dan semua pihak yang ikut terlibat dalam penyusunan skripsi karena sudah memberikan motivasi, semangat, dan bantuan.

Semoga Allah selalu merahmati, melimpahkan berkah, dan meridai terhadap seluruh pihak yang sudah melimpahkan dukungan, motivasi, doa dan arahan terhadap penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pribadi penulis sendiri, keluarga, dan seluruh elemen masyarakat dan juga negara.

Medan, 08 Juli 2024

Penulis



Sawaliyah Nur Siregar

ABSTRAK

PENERAPAN IOT DALAM SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH, SUHU, DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

Di bidang pertanian, peningkatan hasil panen sangat penting untuk memenuhi permintaan pangan yang meningkat pesat demi intensifikasi populasi. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengalihkan metode manual ke otomatisasi. Tanaman cabai adalah salah satu dari banyak varietas tanaman yang ditanam, salah satu komoditas nabati terpenting yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu tantangan utama dalam budidaya tanaman cabai adalah ketidakmampuan secara efisien untuk memantau dan mengatur tingkat kelembaban tanah, suhu udara, dan penyiraman tanaman cabai. Penggunaan teknologi IoT menjadi jawabannya, karena pengumpulan data memungkinkan untuk diperoleh secara langsung dan penerapan teknik *fuzzy logic* untuk pengambilan keputusan yang lebih otomatis dan adaptif saat mengendalikan lingkungan tumbuhan. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk membawa revolusi baru dalam metode pertanian. Untuk melakukan sistem ini digunakan pendekatan algoritma logika fuzzy untuk menghitung kondisi tanaman dan jumlah air yang disiramkan. *Fuzzy logic* adalah metode penalaran berdasarkan pendekatan dan asumsi yang menyerupai model penalaran manusia. Saat ini, algoritma ini banyak digunakan di bidang-bidang seperti robotika, jalur produksi otomatisasi, simulasi keuangan, dan lain-lain. Untuk tahap perancangan *fuzzy logic* metode yang digunakan adalah metode sugeno. Metode Sugeno juga dikenal sebagai *Fuzzy Inference System (FIS)*. Sugeno adalah salah satu teknik untuk melakukan inferensi dalam sistem berbasis logika *fuzzy*. Pada *fuzzy* ini, proses pembuatan basis aturan direpresentasikan sebagai "IF-THEN". Metode ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan hasil output yang dapat digabungkan dengan model matematika atau analitik lain. Teknologi ini menggunakan sensor untuk mengukur kadar air tanah dan suhu sekitar untuk mengontrol berapa banyak air yang diberikan kepada tanaman. *Output* yang diperoleh dari perangkat telah menunjukkan bahwa kinerjanya baik, terutama dalam mengumpulkan, menampilkan dan menganalisis data.

Kata kunci: *Internet of Things*, *fuzzy logic*, Tanaman Cabai.

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF IOT IN SOIL MOISTURE, TEMPERATURE MONITORING, AND AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM FOR CHILI PLANTS USING FUZZY LOGIC

Increasing crop yields is essential in the agricultural sector to fulfill the intensifying population's fast rising food demand. Automation is the only way to improve industrial production. Manual methods must give way to automation immediately. One of the many crops that we cannot overlook when talking about agriculture is the chile. A staple of everyday cooking, chili is a highly valuable vegetable. The inefficiency of air temperature, irrigation, and soil moisture levels monitoring and regulation is one of the primary problems in the production of chilies. The solution can be found through the use of IoT, which enables real-time data collection and the use of fuzzy logic methods for more adaptive and automatic decision-making in managing the plant environment. Technologies like IoT are used to bring a new revolution in agricultural methods. This system uses a fuzzy logic algorithm approach to calculate plant conditions and the amount of water to be irrigated. Fuzzy logic is a reasoning method based on approaches and assumptions that resemble human reasoning models. Currently, this algorithm is widely used in fields such as robotics, automated production lines, financial simulations, and others. For the design stage, the Sugeno method is used in fuzzy logic. Sugeno is also known as the Fuzzy Inference System (FIS). It is one method of drawing conclusions in a system that uses fuzzy logic. "IF-THEN" is the representation of the rule base in this fuzzy system. Applications where the output results must be integrated with other mathematical or analytical models are appropriate for this approach. Based on information gathered from sensors on soil moisture content and ambient temperature, the system controls how much water is given to the plants. The output obtained from the devices has shown good performance, especially in collecting, displaying, and analyzing data.

Keywords: Internet of Things, fuzzy logic, Chili.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN | iv |
| PENGHARGAAN | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB 1 | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Metode Penelitian..... | 5 |
| 1.7. Sistematika Penulisan..... | 6 |
| BAB 2 | 8 |
| LANDASAN TEORI | 8 |
| 2.1. Mikrokontroller | 8 |
| 2.2. <i>Internet of Things (IoT)</i> | 8 |
| 2.3. <i>Fuzzy Logic</i> | 9 |
| 2.4. Sensor | 10 |
| 2.5. Kabel <i>Jumper</i> | 11 |
| 2.6. ESP8266 | 12 |
| 2.7. <i>Breadboard</i> | 13 |
| 2.8. <i>LCD</i> | 13 |
| 2.9. <i>Relay</i> | 14 |
| 2.10. <i>Blynk</i> | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2.11. Penelitian yang Relevan | 16 |
| BAB 3 | 18 |
| ANALISIS DAN PERANCANGAN | 18 |
| 3.1. Analisis Sistem | 18 |
| 3.1.1. Analisis Masalah | 18 |
| 3.1.2. Arsitektur Umum Sistem | 19 |
| 3.1.3. Analisis Proses | 21 |
| 3.2. Pemodelan Sistem | 21 |
| 3.2.1. <i>Use Case Diagram</i> | 21 |
| 3.2.2. <i>Activity Diagram</i> | 22 |
| 3.2.2. <i>Block Diagram</i> | 23 |
| 3.3. Flowchart | 24 |
| 3.3.1. <i>Flowchart</i> Sistem | 25 |
| 3.3.2. <i>Flowchart Fuzzy Logic</i> | 26 |
| 3.4. Perancangan <i>Fuzzy Logic</i> | 28 |
| 3.4.1. Fuzzifikasi | 28 |
| 3.4.2. Basis Aturan (<i>knowledge base</i>) | 30 |
| 3.4.3. Inferensi | 31 |
| 3.4.4. Defuzzifikasi | 33 |
| BAB 4 | 34 |
| IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN | 34 |
| 4.1. Implementasi | 34 |
| 4.1.1. Penggunaan Alat | 34 |
| 4.1.2. Bentuk Desain Sistem | 34 |
| 4.1.3. Tampilan Aplikasi <i>Blynk</i> | 37 |
| 4.2. Pengujian | 38 |
| 4.2.1. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban | 42 |
| 4.2.2. Pengujian Aplikasi <i>Blynk</i> | 44 |
| 4.2.3. Pengujian <i>Google Spread Sheets</i> | 44 |
| BAB 5 | 46 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 46 |

| | | |
|-----------------------------|-----------------|------------|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 46 |
| 5.2. | Saran..... | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 47 |
| LAMPIRAN..... | | A-1 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Sensor DHT11 | 10 |
| Gambar 2.2 Sensor Kelembaban tanah YL-69 | 11 |
| Gambar 2.3 Kabel Jumper..... | 11 |
| Gambar 2.4 ESP8266..... | 12 |
| Gambar 2.5 <i>Breadboard</i> | 13 |
| Gambar 2.6 <i>LCD</i> | 14 |
| Gambar 2.7 <i>Relay</i> | 15 |
| Gambar 3.1 Arsitektur Umum Sistem..... | 20 |
| Gambar 3.2 <i>Use Case Diagram</i> | 22 |
| Gambar 3.3 Diagram Aktivitas | 23 |
| Gambar 3.4 Diagram Blok | 24 |
| Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Sistem | 25 |
| Gambar 3.6 <i>Flowchart Fuzzy Logic</i> | 27 |
| Gambar 3.7 <i>Input</i> Variabel Kelembaban Tanah | 29 |
| Gambar 3.8 <i>Input</i> Variabel Suhu | 30 |
| Gambar 3.9 Desain <i>Fuzzy logic</i> | 31 |
| Gambar 3.10 <i>Rules Fuzzy Logic</i> | 32 |
| Gambar 3.11 Penggunaan <i>Fuzzy Logic</i> MATLAB | 33 |
| Gambar 4.1 Rangkaian Skematik..... | 35 |
| Gambar 4.2 Desain Alat..... | 36 |
| Gambar 4.3 Tampilan Aplikasi <i>Blynk</i> | 37 |
| Gambar 4.4 Grafik Data <i>Real Time</i> | 38 |
| Gambar 4.5 Grafik Data <i>Real Time</i> 15 Data Pertama..... | 39 |
| Gambar 4.6 Grafik 15 Data Pada Siang Hari..... | 41 |
| Gambar 4.7 Grafik 15 data Yang Diambil Pada Malam Hari..... | 42 |
| Gambar 4.8 Hasil Sensor pada <i>Serial Monitor</i> | 44 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Tingkat Kelembaban Tanah | 29 |
| Tabel 3.2 Tingkat Derajat Suhu | 30 |
| Tabel 3.3 Inferensi | 32 |
| Tabel 4.1 Penggunaan Alat Dalam Rancangan..... | 34 |
| Tabel 4.2 15 Data Pertama Hasil Pengujian Alat..... | 39 |
| Tabel 4.3 15 Data Pengujian Alat Pada Siang Hari | 40 |
| Tabel 4.4 15 Data Sampel Pada Malam Hari | 41 |
| Tabel 4.5 Pseudocode Pada Sensor Suhu Dan Kelembaban Tanah..... | 43 |
| Tabel 4.6 Pseudocode Pada Pengujian Aplikasi <i>Blynk</i> | 44 |
| Tabel 4.6 Pseudocode Menghubungkan <i>Google Spreadsheet</i> | 45 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1 Kodingan Alat Pada Arduino IDE..... | A-1 |
| Lampiran 2 Kodingan Pada <i>Google Spreadsheet</i> | B-1 |
| Lampiran 3 Biodata Penulis | C-1 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan hasil panen penting untuk memenuhi permintaan pangan yang meningkat pesat demi intensifikasi populasi. Dengan memprediksi keadaan ekologi, produktivitas tanaman dapat ditingkatkan. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengalihkan metode manual ke otomatisasi. Kualitas tanaman terjamin tergantung pada data yang diterima dari lahan pertanian seperti tingkat kelembaban tanah, suhu sekitar tanaman, dan lain-lain. (Krishnan et al., 2020)

Dalam konteks pertanian, tidak mungkin untuk tidak membicarakan berbagai jenis tanaman yang ada, seperti tanaman cabai contohnya. Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang tak terpisahkan dalam kehidupan. Pilihan utama untuk mendapatkan vitamin dan mineral yang dibutuhkan untuk pengembangan dan kesehatan contohnya adalah tanaman ini. Selain itu, cabai sering digunakan dalam persiapan makanan yang umum Indonesia seperti sambal. (Ronald, 2022) . Fase pertama pertumbuhan tanaman cabai dari biji hingga bertunas merupakan fase yang paling krusial karena pada fase ini tanaman sensitif terhadap panas dan kelembaban. Tanaman membutuhkan lebih banyak air untuk berkecambah dalam waktu sekitar 7 hingga 14 hari. (Nor Syafikah et al., 2020)

Dalam era Pertanian-4.0, sektor pertanian sedang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (*ICT*) ke dalam praktik pertanian tradisional. Teknologi seperti IoT sedang digunakan untuk membawa revolusi baru dalam metode pertanian. Di seluruh dunia, pemanfaatan IoT terus meningkat, membuka jalan menuju tingkat kecerdasan dan informasi baru untuk meningkatkan produktivitas. Prinsip dasar dari IoT adalah memungkinkan konektivitas antara mesin-ke-mesin dan manusia-ke-

mesin, yang sebelumnya hanya dapat dicapai dalam skala yang lebih besar. IoT menggabungkan tiga visi: berorientasi pada internet, berorientasi pada benda, dan berorientasi pada makna atau semantik. (Kassim, 2020)

Penggunaan IOT dalam pertanian memungkinkan pengumpulan dan evaluasi data secara langsung dari semua sensor yang dihubungkan ke jaringan, Memberikan informasi yang lebih tepat dan akurat sehubungan dengan kondisi lingkungan pertanian secara langsung. Dengan menerapkan teknologi ini, sistem pertanian dapat diintegrasikan dengan metode yang lebih cerdas dan responsif.

Sistem ini mengumpulkan data seperti seperti kelembaban tanah dan suhu sebagai faktor untuk menentukan apakah Tanaman perlu disiram dan seberapa banyak air yang diperlukan. (Azry et al., 2022). Lama waktu untuk menyiram cabai ditentukan melalui keadaan lingkungan tanaman dan kadar air pada tanah. Sesuai dengan lama waktu yang ditentukan untuk menyiram tanaman, penyiraman dilakukan secara berkala. Kondisi lingkungan tanaman dan penyiraman air diperhitungkan dengan memakai pendekatan logika fuzzy. Banyaknya volume dan lama waktu penyiraman yang dialirkan ke tanaman diatur oleh sistem berdasarkan kondisi lingkungan tanaman dan kadar air tanah yang datanya didapatkan secara langsung dari sensor. Berdasarkan pengamatan kelembaban tanah dan suhu lingkungan sekitar, sistem menghitung berapa lama air dialirkan. Sesuai kadar air tanah (kering, sedang, dan lembab) serta suhu lingkungan (panas, sedang, dan dingin), kondisi tanaman dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelompok. Sistem mentransmisikan data pengukuran dan hasil ke server Blynk yang terpasang pada telepon genggam pengguna dan juga menampilkannya pada panel LCD. Dengan internet yang terkoneksi dengan sistem, memungkinkan pemantauan secara real-time melalui PC atau perangkat seluler dari jarak jauh. Dengan demikian, keadaan tanaman cabai bisa dipresentasikan dengan kondisi yang terus diperbarui sesuai dengan kondisi aktual secara langsung. Melalui peralatan yang terhubung

ke internet, petani juga dapat mengawasi keadaan tanaman kapanpun dan dari lokasi mana saja. (Ningrum et al., 2022)

Monitoring diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga hasilnya sesuai dengan harapan. Untuk pertumbuhan dan perkembangan, setiap tanaman memiliki persyaratan kondisi lingkungan tertentu. (Afifah et al., 2020). Tanaman cabai membutuhkan tanah dengan kelembaban berkisar antara 50 hingga 70 persen dan pH tanah berada dalam rentang 5,5 hingga 6,8. (Ronald, 2022)

Melalui adanya sistem ini, sangat membantu memudahkan para petani dalam Proses budidaya tanaman cabai dapat ditingkatkan efisiensinya dengan menerapkan teknologi otomatisasi. Dengan pendekatan ini, penggunaan metode manual dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan sepenuhnya. Dengan demikian, petani dapat mencapai hasil yang lebih optimal tanpa perlu melibatkan banyak tenaga kerja dan waktu dalam pengerjaannya. Meningkatkan produksi dan memanfaatkan jumlah air yang digunakan dalam tanaman serta mengurangi terjadinya masalah saat membudidayakan tanaman cabai. (Umam et al., 2023)

1.2. Rumusan Masalah

Kesulitan yang sering ditemui dalam menanam tanaman cabai adalah ketidakmampuan untuk secara efisien memantau dan mengatur tingkat kelembaban tanah, suhu udara, dan penyiraman tanaman cabai. Menggunakan teknologi IoT untuk mendapatkan pengumpulan data secara langsung adalah salah satu cara untuk menemukan solusinya. dan penggunaan metode fuzzy logic untuk pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan otomatis dalam mengelola lingkungan tumbuhan.

1.3. Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan untuk penelitian ini untuk mencapai tujuannya. Berikut ini adalah beberapa batasan pada topik yang dibahas dalam penelitian ini:

1. Tanaman yang dibahas dalam proyek ini adalah tanaman cabai pada tahap pembibitan.
2. Kesesuaian lingkungan tumbuhan, tumbuhan tidak akan mendapat akses untuk air hujan, dan hanya berfokus pada alat penyiraman otomatis.
3. Pengambilan keputusan otomatis yang mampu mengambil keputusan adaptif berdasarkan data real-time tentang kelembaban tanah, suhu udara, dan kebutuhan penyiraman tanaman cabai.
4. Efektivitas dan kehandalan teknologi IoT dalam menampilkan informasi secara langsung.

1.4. Tujuan Penelitian

Mengingat deskripsi masalah yang diberikan sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem monitoring yang efisien dengan teknologi IoT untuk mengawasi secara real-time tingkat kelembaban tanah, suhu udara, dan kebutuhan penyiraman tanaman cabai.
2. Meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman cabai melalui pengaturan yang tepat terhadap faktor-faktor lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan penyiraman.
3. Mengurangi beban pekerjaan manual dalam pemantauan dan pengaturan lingkungan pertumbuhan tanaman cabai.
4. Mengimplementasikan logika *fuzzy* dalam sistem pengambilan keputusan, sehingga sistem dapat beradaptasi secara adaptif terhadap kondisi lingkungan.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah beberapa manfaat dari penelitian ini:

1. Mengoptimalkan pertumbuhan tanaman cabai dengan menyediakan lingkungan pertumbuhan yang optimal sesuai dengan kebutuhan tanaman.

2. Petani atau pengelola pertanian dapat menggunakan sumber daya seperti air dan energi secara lebih efisien.
3. Mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang dengan mengurangi ketergantungan pada pekerjaan manual dan pemakaian sumber daya yang berlebihan.
4. Lingkungan pertumbuhan yang optimal akan memungkinkan tanaman cabai untuk mencapai kualitas yang lebih baik.
5. Temuan penelitian ini dapat berfungsi sebagai dasar untuk kemajuan masa depan dalam teknologi pertanian, khususnya dalam penerapan IoT dan logika *fuzzy* untuk monitoring dan pengaturan lingkungan pertumbuhan tanaman.

1.6. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode berikut:

1. Studi Pustaka

Fase ini melibatkan pencarian sumber referensi yang memiliki reputasi baik dan meninjau materi yang ada dari buku, jurnal, e-book, artikel ilmiah, makalah, dan situs web yang berkaitan dengan sistem IoT pertanian dan algoritma logika *fuzzy*.

2. Analisa dan Perancangan

Analisis kebutuhan yang harus cepat dirancang dalam prototipe dilakukan berdasarkan ruang lingkup penyelidikan. Tentukan variabel yang akan digunakan sebagai input dan output dalam sistem logika fuzzy. Variabel input mencakup kelembaban tanah dan suhu, sementara variabel output mencakup tingkat penyiraman.

3. Implementasi *Fuzzy Logic*

Merakit alat yang akan digunakan sesuai dengan prototype yang telah dirancang, Implementasikan model *Fuzzy Logic* dalam sistem monitoring tanaman menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak.

4. Pengujian

Uji model dengan menggunakan data real atau simulasi. Sistem sudah dirancang diuji coba untuk memastikan respon sistem sudah sesuai dengan rancangan awal.

5. Dokumentasi

Pada fase akhir penelitian, hasil penelitian ditulis dan didokumentasikan untuk setiap langkah yang diambil, termasuk pemilihan parameter dan aturan *Fuzzy Logic*. Analisis hasil eksperimen dan keefektifan *Fuzzy Logic* dalam memantau dan mengontrol kondisi tanaman.

1.7. Sistematika Penulisan

Penyusunan dari penulisan disusun secara berurut dan teratur, yang terdiri dari 5 bab berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Diawali dengan penjelasan latar belakang pemilihan judul skripsi “Penerapan IOT Dalam Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu, dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Menggunakan Fuzzy Logic”, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab 2 (dua) menjelaskan tinjauan teoritis, yaitu berhubungan dengan penelitian yaitu mengenai *Internet Of things* (IoT), *Fuzzy logic* dan penelitian yang relevan atau berhubungan.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab 3 (tiga) terdapat penjelasan mengenai analisis masalah penelitian sekaligus perancangan dalam pembangunan alat dan sistem, merancang diagram yang diperlukan seperti diagram umum sistem, *use case* diagram, *activity* diagram, *block* diagram, diagram alir (*flowchart*), dan perancangan *prototype* sistem.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab 4 (empat) mempraktikkan alat dan sistem yang dikembangkan. Selain itu, alat dan sistem menjalani uji kelayakan untuk menentukan apakah mereka berfungsi sesuai dengan desain asli atau tidak.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian terakhir, atau Bab 5 (lima), menyajikan hasil temuan penelitian yang telah dilakukan dan menawarkan rekomendasi untuk arah penelitian di waktu berikutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Mikrokontroler

Dikenal sebagai chip komputer mikro tunggal, mikrokontroler adalah sistem komputer di mana semua atau sebagian besar komponennya dimasukkan ke dalam chip IC (*incorporated Circuit*) tunggal. Hanya ada satu chip di komputer kecil ini. Chip mikrokontroler mungkin sering menyimpan program selain berfungsi sebagai pengontrol untuk komponen elektronik lainnya. Secara umum, mikrokontroler memiliki ADC (*Analog-to-Digital Converter*) terintegrasi, memori, beberapa I / O, dan CPU (*Central Processing Unit*). CPU, memori, dan I / O semuanya digabungkan menjadi satu chip yang menampung sistem kontrol terpadu mikrokontroler, memungkinkannya beroperasi seperti komputer mini dan beradaptasi secara kreatif dengan tuntutan sistem. (Nugroho & Djaksana, 2022)

2.2. *Internet of Things* (IoT)

Secara umum, IoT merujuk pada hal-hal di dunia fisik yang dapat dioperasikan dengan dukungan protokol komunikasi, dan dapat dianggap sebagai jaringan perangkat elektronik berbiaya rendah di mana penginderaan data dan komunikasi dapat dicapai secara otomatis. Interoperasi semacam ini antar perangkat juga disebut komunikasi *Machine to Machine* (M2M), yang penting untuk menangani ketidakpastian dalam sistem IoT. Namun, perangkat M2M sulit untuk terhubung satu sama lain dalam implementasi dunia nyata karena kurangnya protokol komunikasi standar. Gateway biasanya digunakan di antara perangkat M2M untuk bekerja sebagai perangkat perantara. Namun, gateway ini tidak memiliki kemampuan kontrol cerdas. Kemampuan ini sangat penting dalam sistem IoT karena daya komputasi dan memori perangkat M2M yang terbatas. Sebaliknya, mikrokontroler dapat langsung mengontrol perangkat endpoint. Selain itu, dapat berkomunikasi dengan Internet sehingga layanan cerdas dapat diberikan kepada pengguna akhir. (Wu et al., 2020)

2.3. *Fuzzy logic*

Fuzzy Logic adalah metode penalaran berdasarkan pendekatan dan asumsi yang menyerupai model penalaran manusia. Saat ini, algoritma ini banyak digunakan di bidang-bidang seperti robotika, jalur produksi otomatisasi, simulasi keuangan, dll. Sistem logika yang disajikan oleh Fuzzy Logic mengikuti logika, dan bermaksud untuk menetapkan nilai elemen yang terlibat sehingga konten atau non-konten dikotomi tidak memenuhi logika ini dan berusaha untuk mengetahui apa konten atau non-konten dari elemen tertentu. *Fuzzy logic*, juga dikenal sebagai logika mendung atau difus, mulai dikenal pada tahun 1965 ketika profesor Lofti Zades menerbitkan sebuah artikel tentang set fuzzy pada Jurnal Informasi dan Kontrol, sehingga prinsip-prinsip yang disajikan oleh logika ini telah ada untuk waktu yang lama. (Pacco, 2022)

Pada proyek ini, metode *fuzzy logic* yang digunakan adalah metode Sugeno. Sistem inferensi fuzzy Metode Sugeno adalah diperkenalkan pada tahun 1985. Metode ini hampir sama dengan Metode Mamdani. Fuzzifikasi, operasi logika fuzzy dan implikasinya sama dengan Metode Mamdani. Perbedaan antara keduanya adalah jenis output fungsi keanggotaan. Sistem inferensi fuzzy Sugeno Metode menggunakan fungsi keanggotaan output yang linier atau konstan. Sistem inferensi fuzzy Metode Sugeno memiliki bentuk seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan Jika Input 1= x dan Input 2= y , maka Outputnya adalah $z=ax+by+c$ Output dari aturan ini tidak dalam bentuk fungsi keanggotaan, tetapi dalam bentuk angka yang bervariasi secara linear dengan variabel input. Jika $a = b = 0$ maka sistem inferensi fuzzy adalah orde nol, Karena outputnya adalah bilangan konstan, yaitu $z = c$. (Kartikasari et al., 2020)

2.4. Sensor

Dua sensor digunakan dalam pembangunan sistem pemantauan kelembaban tanaman, satu untuk mengukur kadar air tanah dan yang lainnya untuk mengukur suhu sekitar. Kedua sensor ini akan dihubungkan

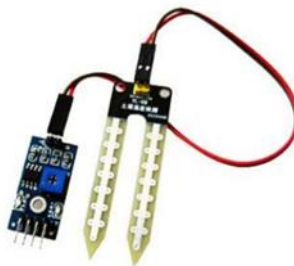
dengan mikrokontroler, yang akan menganalisis kadar air tanah dan suhu sekitar sebagai input untuk menghitung berapa lama tanaman harus disiram nanti. Ilustrasi sensor suhu DHT11 dapat ditemukan pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Sensor DHT11

Pada gambar 2.1 dapat dilihat sensor DHT 11. Salah satu sensor yang dapat mengukur suhu ruangan adalah DHT11. Sistem *Internet of Things (IoT)* berbasis Arduino dapat menggunakan sensor DHT11. Setelah diproses di dalam IC Controller, data dari sensor ini dikeluarkan sebagai kabel dua arah tunggal. DHT11 memiliki spesifikasi sebagai berikut yaitu kisaran suhu operasional 0 ° C hingga 40 ° C, spesifikasi tegangan input 3 hingga 5V, aliran data serial output, arus 0,3mA dengan waktu sampel 2 detik, dan kisaran kelembaban 20% hingga 90%. (Ningrum et al., 2022)

Gambar 2.2 di bawah ini menampilkan sensor kelembaban tanah yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 2.2 Sensor Kelembaban Tanah YL-69

Pada gambar 2.2 ditunjukkan sensor kelembaban yang digunakan. Sensor ini mengukur kadar air tanah. Ini beroperasi dengan mengalirkan arus listrik melalui tanah dan mengukur hambatan atau tekanan di tanah. Berdasarkan resistansi tersebut, sensor dapat menghitung dan memberikan nilai kelembaban tanah.

2.5. Kabel Jumper

Kabel jumper pada dasarnya adalah kabel dengan pin untuk koneksi di kedua ujungnya yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memasang dua poin tanpa menggunakan solder. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan fisik kabel jumper.



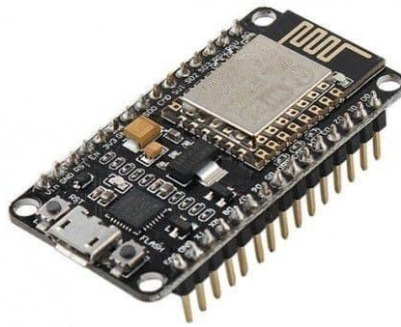
Gambar 2.3 Kabel Jumper

Dilihat pada Gambar 2.3 yang menunjukkan bentuk kabel jumper, dapat diketahui bahwa kabel jumper akan dengan mudah beradaptasi dengan breadboard karena mereka memiliki konektor pin. Untuk terhubung ke lubang kecil dari *breadboard* dan kabel jumper betina dengan lubang pin dapat terhubung dengan yang lain. Komponen. Ini memungkinkan pengujian dan penggantian sirkuit yang mudah. Konektor *male* memiliki pin yang menonjol sedangkan bagian *female* memiliki lubang pin. (E.S.A. et al., 2022)

2.6. ESP8266

ESP8266 adalah perangkat yang sangat ramah pengguna dan berbiaya rendah untuk menyediakan konektivitas internet dan Jaringan ke

proyek IoT. Untuk tampilan fisik ESP8266 ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini.

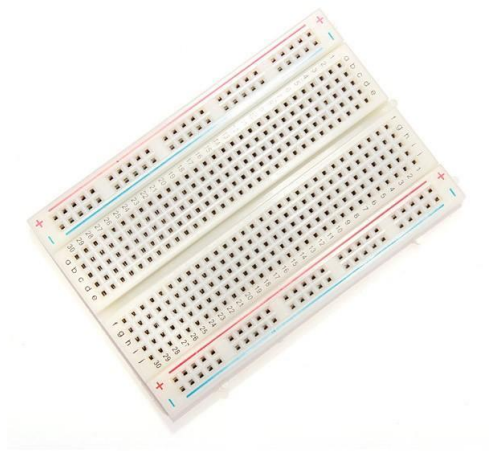


Gambar 2.4 ESP8266

Pada gambar 2.4 dapat dilihat dengan jelas Modul ESP8266 dan juga pin yang tersedia. Modul memiliki kemampuan untuk bekerja sebagai *Access point*, stasiun atau keduanya. Itu juga dapat mengambil data dari internet menggunakan API maka proyek ini Dapat mengakses informasi apa pun yang tersedia di internet, sehingga membuatnya lebih pintar. Modul ini juga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE yang membuatnya jauh lebih ramah pengguna. Namun, modul ESP8266 hanya memiliki 2 pin GPIO, karenanya terbatas pada fungsionalitas dibandingkan dengan versi ESP-12 atau ESP-32 dan banyak Modul WI-FI lainnya. (Kalunga et al., 2022)

2.7. Breadboard

Breadboard adalah panel tanpa solder untuk memasang kabel berbagai sensor pada papan mikrokontroler. Bentuk breadboard terlihat pada gambar 2.5 di bawah ini.

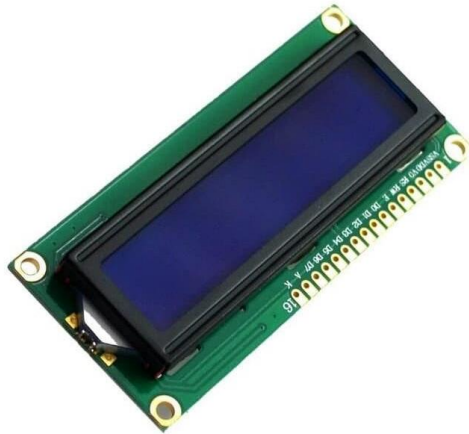


Gambar 2.5 Breadboard

Pada gambar 2.5 dapat dilihat *breadboard* yang digunakan dalam proyek. *Breadboard* terdiri dari area operasional disebut strip, dan sering dipisahkan dari bagian tengah. *Breadboard* memiliki strip logam di bawah papan dan menghubungkan lubang di bagian atas papan. Berbagai sensor terhubung ke mikrokontroler Arduino menggunakan panel *breadboard*. (Kalunga et al., 2022)

2.8. LCD

Dalam proyek ini LCD dipakai sebagai alat tambahan yang berfungsi menampilkan hasil data dari sensor. Bentuk LCD yang digunakan terlihat pada gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 LCD

Pada gambar 2.6 dapat dilihat LCD yang digunakan adalah Layar LCD 16x2. Ini adalah efektivitas biaya, kemudahan pemrograman, daya yang relatif rendah konsumsi dan fungsi tampilan kustom. Gambar S5 dalam materi tambahan menunjukkan konfigurasi pin out dan fungsi layar LCD 16x2. Terdapat dua tipe register yang bisa digunakan oleh LCD, register data dan register perintah. Register data memungkinkan LCD untuk memproses data dan register perintah memungkinkan layar untuk memproses instruksi dan Perintah. (E.S.A. et al., 2022)

2.9. Relay

Relay 5V dipilih untuk menghidupkan dan mematikan perangkat otomatis seperti kipas dan pemanas yang tegangannya lebih besar dari 120-240 V menggunakan papan Arduino. Bentuk *relay* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7 Relay

Pada gambar 2.7 dapat dilihat relay yang digunakan adalah *relay 1 channel*. Relai dapat dipicu oleh arduino ketika suatu peristiwa terjadi, itu bisa juga dipicu pada periode waktu tertentu (dan bukan dari sensor) berdasarkan bagaimana Arduino diprogram.(E.S.A. et al., 2022)

2.10. Blynk

Blynk adalah program *open-source* dengan integrasi API yang komprehensif dan integrasi *Internet of Things (IoT)*. Kadar air tanah dan suhu lingkungan termasuk di antara data yang diperoleh dalam penyelidikan ini. Aplikasi *Blynk* menggunakan nilai data yang diperoleh dari sensor yang terpasang di pengaturan *Internet of Things* untuk menampilkan data secara grafis. Paket data sensor yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ditransmisikan oleh *Blynk* melalui koneksi internet. Menggunakan metode algoritma logika *fuzzy*, sistem pemantauan ini terhubung ke perangkat penyiraman tanaman. Sistem membuat penilaian berdasarkan suhu dan kadar air tanah di sekitarnya. Dekrit mengontrol penyiraman tanaman dengan mengaktifkan pompa air pada waktu yang disesuaikan dengan suhu sekitar dan kadar air tanah. Mikrokontroler NodeMCU nirkabel mentransmisikan data ke server *Blynk* tentang kelembaban tanah, suhu sekitar, dan jumlah waktu yang harus dihabiskan untuk menyiram. Informasi ditampilkan dengan bentuk grafik,

sehingga dapat diakses melalui *private computer* atau perangkat seluler yang dihubungkan dengan internet. (Ningrum et al., 2022)

2.11. Penelitian yang Relevan

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dan memiliki relevansi terhadap penelitian penulis, yaitu:

1. Penelitian oleh Novita Kurnia Ningrum, dkk. (2022) Memanfaatkan pengamatan suhu dan kelembaban tanah dan algoritma *Fuzzy Logic*, membuat sistem pemantauan kelembaban tanaman berbasis Internet of Things. Ditentukan dari hasil uji coba bahwa penerapan sistem IoT dari algoritma *Fuzzy Logic* untuk memantau kelembaban tanaman berhasil. Data sensor yang berkaitan dengan kelembaban tanah dan suhu sekitar dapat diproses oleh perangkat *Internet of Things (IoT)* yang terhubung ke mikrokontroler. Output dari pengolahan data ini dapat ditampilkan pada layar LCD dan aplikasi *Blynk* sebagai grafik yang mewakili suhu sekitar dan kelembaban tanah. Pengujian sistem Matlab menghasilkan persentase kesalahan rata-rata 5,19%. Terlepas dari kinerja sistem, beberapa kesalahan pemrosesan data ditunjukkan oleh nilai kesalahan rata-rata yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diantisipasi bahwa dengan terus meningkatkan sistem, nilai kesalahan yang lebih rendah dapat dihasilkan untuk uji coba studi berikutnya. (Ningrum et al., 2022)
2. Penelitian oleh Pacco H (2022) membuat simulasi pengontrol suhu dan waktu penyiraman pada tanaman tulip menggunakan *fuzzy logic*. Dari hasil yang diperoleh dengan bekerja dengan sistem interferensi fuzzy, dimungkinkan untuk membuat pengontrol suhu dan kelembaban di rumah kaca untuk produksi tulip di kota Ilo, departemen Moquegua (Peru). Kemudian, aturan sistem diatur: Jika suhu di rumah kaca rendah, udara ventilasi akan dipanaskan sampai mencapai suhu yang disetel (15°C). Jika suhu di rumah kaca sedang (10 hingga 22,5°C), Udara ventilasi akan diatur pada suhu sedang, dan jika suhu rumah kaca tinggi, ventilasi dingin Udara akan dimasukkan. Kontrol suhu dan respons

kecepatan udara untuk setiap variabel dianalisis dalam sistem untuk masing-masing variabel yang diprogram.(Pacco, 2022)

3. Penelitian oleh Dwivedi, dkk. (2023) membuat Sistem Pengontrol Pengairan menggunakan sensor dan nodemcu. Antarmuka sensor dan membuat koneksi ke perangkat keras, kita dapat dengan aman status yang dipantau dan peralihan motor dapat dikontrol. Pertanian cerdas memiliki efek yang sangat besar pada kehidupan petani serta produksi tanaman karena masalah apa pun yang muncul dapat diselesaikan secara efektif. Kenyamanan petani meningkat karena mereka tidak perlu mengunjungi ladang untuk melihat apakah irigasi sedang dilakukan dilakukan dengan benar. (Dwivedi et al., 2023)
4. Penelitian oleh Faikul Umam, dkk. (2023) menerapkan Metode *Fuzzy Logic* untuk Sistem Irigasi Budidaya Cabai Berbasis Smart Drip menggunakan sensor DHT22. Berdasarkan hasil pengujian dari penelitian ini dapat disimpulkan sistem ini merancang sistem irigasi smart drip untuk budidaya tanaman cabai. Sistem ini dapat diintegrasikan dengan metode *fuzzy logic* pada sistem irigasi smart drip dengan persentase keberhasilan 99,98%. Sistem dapat Kontrol sistem irigasi pintar sebagaimana dibuktikan oleh suhu dan kelembaban pada titik setel yang ditentukan. (Umam et al., 2023)

BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1. Analisis Sistem

Analisis sistem adalah proses yang berfungsi memahami, mengevaluasi, dan memecahkan masalah yang terkait dengan sistem. Hal ini melibatkan identifikasi komponen sistem, hubungan antara komponen tersebut, serta cara sistem beroperasi sehingga bisa mencapai hasil akhir yang diharapkan. Maka dari itu diharapkan proyek yang dibangun mampu berproses dengan benar berdasarkan fungsi awal perencanaan serta dapat menemukan solusi dalam menyelesaikan masalah yang ada. Terdapat beberapa tahapan dalam proses analisis sistem, yaitu analisis masalah, arsitektur umum, analisis kebutuhan, dan analisis proses.

3.1.1. Analisis Masalah

Analisis masalah adalah Langkah dalam memahami dan meneliti secara mendalam masalah atau tantangan yang dihadapi. Tujuan akhir dari analisis masalah adalah merumuskan pemaparan yang jelas mencakup masalah yang dihadapi dan menyediakan dasar untuk merancang solusi yang tepat. Permasalahan dari penelitian akan dianalisis, permasalahan tersebut adalah budidaya tanaman cabai yang seringkali menghadapi kesulitan dalam memantau tingkat kelembaban tanah, suhu udara, dan penyiraman tanaman. Ketidakmampuan untuk secara efisien memantau dan mengatur lingkungan tumbuhan dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas tanaman cabai. Tanaman yang tidak mendapatkan kondisi lingkungan yang optimal mungkin tumbuh tidak sehat atau menghasilkan hasil yang kurang memuaskan.

Pengumpulan data dengan Metode tradisional seringkali tidak memungkinkan untuk pengumpulan data secara *real-time*. Informasi yang didapatkan mungkin tidak akurat atau tidak cukup tepat waktu untuk mengambil tindakan yang diperlukan. Dalam menghadapi

tantangan ini, diperlukan solusi yang terintegrasi yang menggabungkan teknologi IoT untuk pengumpulan data secara real-time dengan penggunaan metode *Fuzzy Logic* untuk pengambilan keputusan yang adaptif dan otomatis. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam manajemen lingkungan tumbuhan dan mengoptimalkan hasil panen tanaman cabai.

3.1.2. Arsitektur Umum Sistem

Arsitektur umum merupakan suatu rangkaian dari sistem berupa komponen yang menggambarkan alur dan hubungan dari satu komponen ke komponen lainnya. Berikut arsitektur umum yang terlihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Arsitektur Umum Sistem

Pada Gambar 3.1 bisa di lihat arsitektur umum yang menjelaskan tentang cara berjalannya sistem. Pengukuran suhu dan kelembaban diperlukan untuk menganalisis lingkungan sekitar tanaman. Berbagai spesies tanaman memiliki ideal yang berbeda rentang suhu dan kelembaban yang berbeda. Mengendalikan suhu dan kelembaban lingkungan adalah suatu keharusan untuk melindungi tanaman dari kekeringan dan suhu yang ekstrim. Pengembangan nodemcu berisi mikrokontroler di dalamnya mengintegrasikan semua sensor dan menampilkan hasil sensor pada layar LCD. Sistem ini memiliki modul

WIFI, yang mengirimkan sensor pembacaan sensor ke server melalui jaringan Wireless.

3.1.3. Analisis Proses

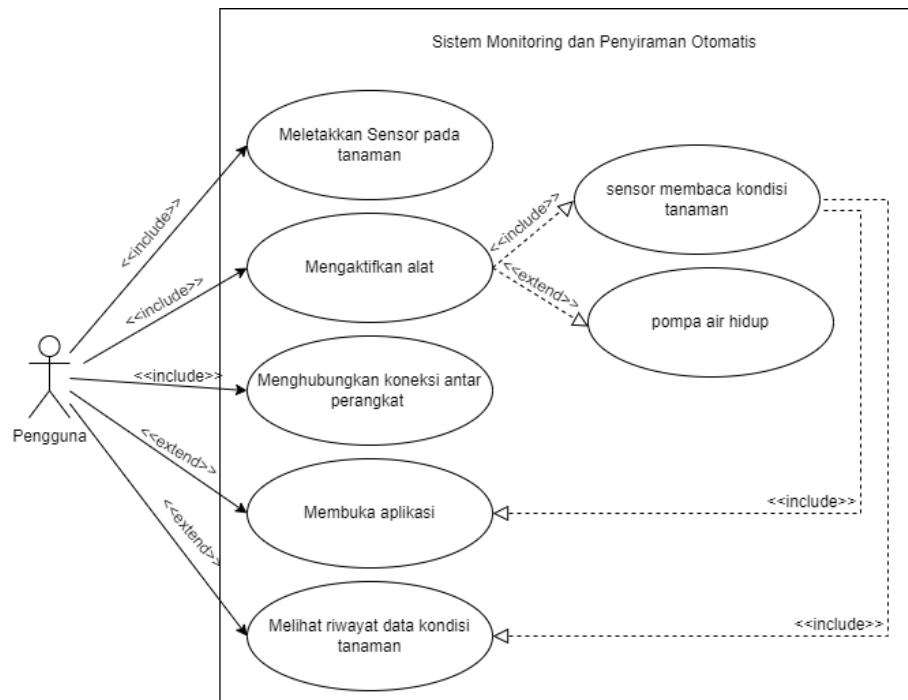
Analisis proses adalah suatu metode yang biasa digunakan untuk memahami, menganalisis, dan mengoptimalkan proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem. Sistem ini dibangun menggunakan *fuzzy logic*. Sistem penyiraman otomatis menggunakan logika *fuzzy* untuk membuat keputusan berdasarkan informasi dari sensor suhu dan kelembaban di tanah. Logika *fuzzy* memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif, karena mempertimbangkan ketidakpastian dan kebingungan dalam data masukan.

3.2. Pemodelan Sistem

Selanjutnya dilakukan pemodelan terhadap sistem yang terdiri atas *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Block Diagram*.

3.2.1. Use Case Diagram

Berfungsi untuk memaparkan berbagai skenario atau kejadian antara *actor* (pengguna) terhadap sistem yang dibangun. Pemodelan *use case* digambarkan pada Gambar 3.2.

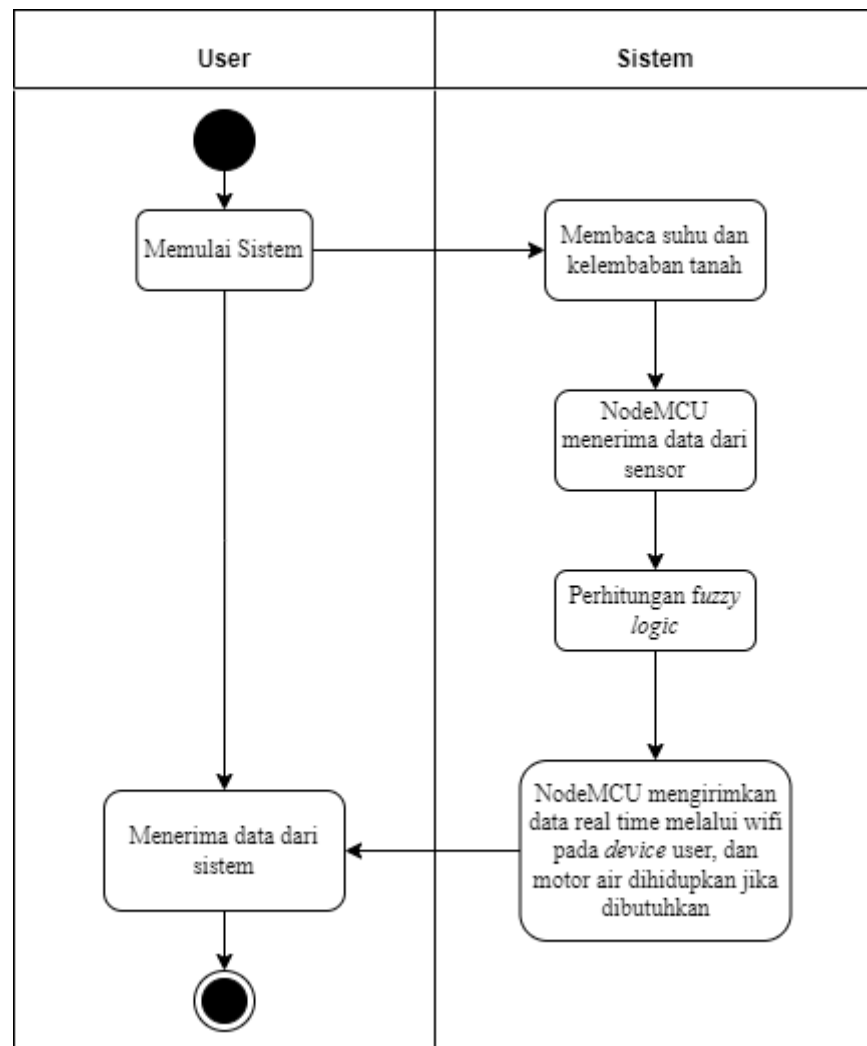


Gambar 3. 2 Use Case Diagram

Diagram pada gambar 3.2 menunjukkan bagaimana pengguna akan berinteraksi dan menggunakan alat. Hal pertama yang harus dilakukan oleh pengguna adalah meletakkan sensor pada tanaman, kemudian lanjut mengaktifkan alat. Ketika alat sudah hidup, sistem tidak akan berjalan apabila alat dan perangkat pengguna belum terkoneksi, setelah terkoneksi alat akan mulai bekerja, sensor mulai mengambil data dan menampilkan hasil pada aplikasi *Blynk* dan lanjut mengirimkan semua riwayat data google spreadsheet.

3.2.2. Activity Diagram

Digunakan untuk memaparkan alur logika antara aktivitas-aktivitas di dalam suatu proses pada suatu sistem merupakan *activity diagram*. Pemodelan *Activity Diagram* digambarkan pada Gambar 3.3 dibawah ini.



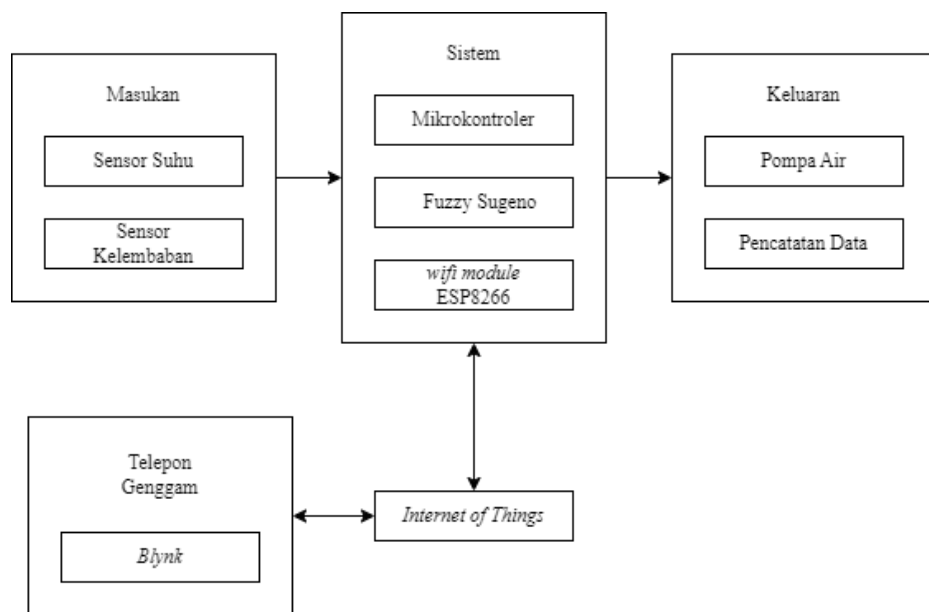
Gambar 3. 3 Diagram Aktivitas

Gambar 3.3 menampilkan *Activity diagram* proyek dengan adanya user yang memulai untuk menjalankan sistem, kemudian sistem akan berjalan dan mengidentifikasi suhu dan kelembaban tanah. Kemudian dari data tersebut perhitungan *Fuzzy Logic* dilakukan dan mikrokontroler akan mengirimkan data *real time* ke *device* pengguna yang terhubung melalui *wifi*, dan kemudian menghidupkan pompa air secara otomatis.

3.2.3. Block Diagram

Block diagram bisa disebut sebagai representasi visual dari sistem yang menggunakan blok-blok sebagai representasi dari komponen-komponen sistem. Setiap blok mewakili fungsi, operasi, atau komponen

dalam sistem, dan hubungan antar-blok menunjukkan bagaimana blok-blok tersebut berinteraksi satu sama lain. Pada penelitian ini *Block diagram* digambarkan di Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diagram Blok

Gambar 3.4 menunjukkan *Block diagram* proyek dengan mengimplementasikan mikrokontroler sebagai pengontrol dengan beberapa input dan output dari proyek. Sensor kelembaban dan sensor suhu bertindak sebagai input proyek. Oleh karena itu, sensor input terhubung ke pengontrol di mana kontroler yang digunakan dalam proyek ini adalah *Node Micro Control Unit* (NodeMCU). NodeMCU bertindak sebagai perangkat untuk menghubungkan sistem ke ponsel. Dari pengontrol, pompa air sebagai perangkat output untuk mengalir keluar solusi. Pencatatan data digunakan untuk merekam data sementara aplikasi seluler menampilkan data dari sensor.

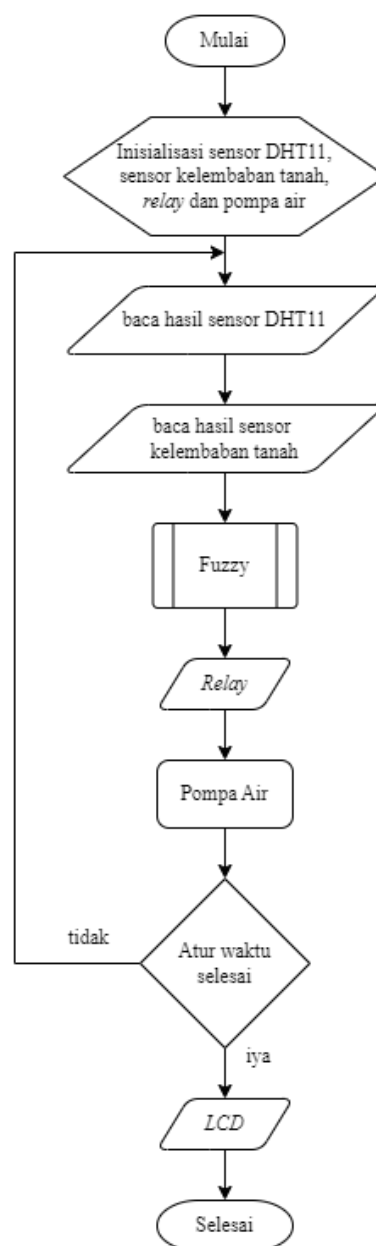
3.3. Flowchart

Diagram alir atau juga dikenal sebagai *flowchart* adalah suatu bagan yang memperlihatkan alur atau hubungan atau urutan pada setiap proses

dari proyek yang dibuat. Berikut adalah diagram alir yang menunjukkan aliran proses yang berlangsung di penelitian ini.

3.3.1. *Flowchart* Sistem

Flowchart sistem mengimajinasikan prosedur dan proses keseluruhan dari sistem. *Flowchart* dari sistem digambarkan di Gambar 3.5 di bawah ini.

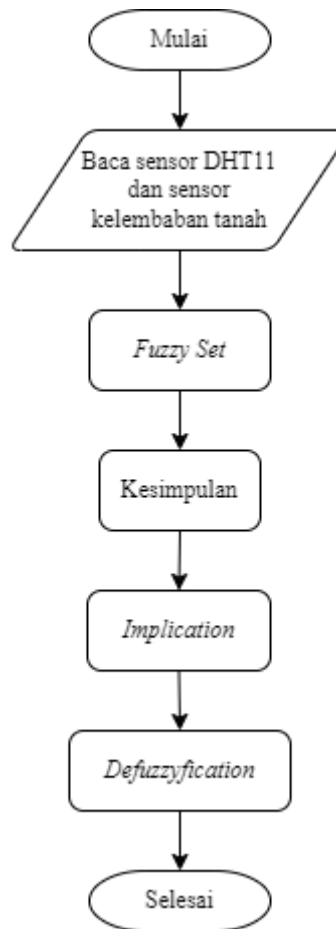


Gambar 3.5 *Flowchart* Sistem

Penjelasan Gambar 3.5 yaitu dimulai dengan menghidupkan alat, dan kemudian lanjut inisialisasi sensor DHT11, sensor kelembaban tanah, relay serta pompa air. Selanjutnya sensor akan mulai bekerja dan mengambil data suhu dan kelembaban tanah dari tanaman dan hasil data dari sensor selanjutnya dikirim ke NodeMCU dan di proses secara *fuzzy logic* untuk menentukan apakah perlu untuk menghidupkan pompa air dan berapa banyak air yang dibutuhkan oleh tanaman. Ketika pompa air sudah dihidupkan dan jumlah air yang dibutuhkan sudah cukup maka sistem akan menunjukkan data pada LCD dan kemudian mengirimkan data secara *realtime* menuju *device* pengguna melalui *wifi* yang sudah terhubung dengan NodeMCU. Apabila tidak memerlukan air maka sistem akan berulang kembali untuk mengecek suhu dan kelembaban tanah dari tanaman.

3.3.2. *Flowchart Fuzzy Logic*

Flowchart fuzzy logic digunakan untuk menunjukkan alur kerja algoritma *fuzzy logic* yang akan dipakai pada penelitian ini. *Flowchart fuzzy logic* dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3. 6 Flowchart *Fuzzy Logic*

Penjelasan gambar 3.6 yaitu dimulai dengan inputan nilai sensor DHT11 juga sensor kelembaban tanah. Hasil sensor kemudian di perhitungan menggunakan *fuzzy set*, dengan konsep *fuzzy set* ini, kita dapat menangani ketidakpastian dan ketidakjelasan dengan lebih baik dalam pemodelan sistem yang melibatkan variabel yang sulit untuk diukur secara pasti, seperti kelembaban tanah atau suhu dalam sistem monitoring tanaman. Hingga didapatkan kesimpulan dari fuzzy set dan selanjutnya masuk ke tahap *implication*. *Implicational statement* sering dinyatakan dalam bentuk aturan fuzzy yang menghubungkan kondisi masukan (misalnya, nilai kelembaban tanah rendah dan suhu tinggi) dengan aksi keluaran (misalnya, meningkatkan intensitas penyiraman). Langkah terakhir yaitu *defuzzification*, yaitu proses untuk mengubah

output dari sebuah sistem *fuzzy logic* menjadi nilai konkret dalam domain yang relevan. Dalam sistem berbasis *fuzzy logic*, output seringkali berupa himpunan fuzzy yang menunjukkan seberapa besar suatu aksi diinginkan atau seberapa baik suatu keputusan diterima berdasarkan kondisi masukan. Dan sistem pun selesai.

3.4. Perancangan *Fuzzy Logic*

Untuk tahap perancangan *fuzzy logic* metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode sugeno. Metode Sugeno juga dikenal sebagai Fuzzy Inference System (FIS) Sugeno adalah salah satu teknik untuk melakukan inferensi dalam sistem berbasis *fuzzy logic*. Pada *fuzzy logic* proses pembuatan aturan-aturan direpresentasikan sebagai "IF-THEN". Metode ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan hasil output yang dapat digabungkan dengan model matematika atau analitik lain. Dalam penelitian ini, logika fuzzy diterapkan dalam empat tahap yaitu *fuzzification*, basis aturan, inferensi, dan *defuzzification*. Logika fuzzy menggunakan suhu dan kelembaban tanah sebagai variabel dan mengembalikan durasi penyiraman sebagai hasilnya.

3.4.1. Fuzzifikasi

Data yang telah diperoleh akan diolah dan dimodifikasi ke fungsi keanggotaan untuk setiap masukan pada fase *fuzzification*. Fitur keanggotaan untuk suhu udara dan kelembaban tanah telah dikembangkan selama fase desain.

1. Kelembaban tanah

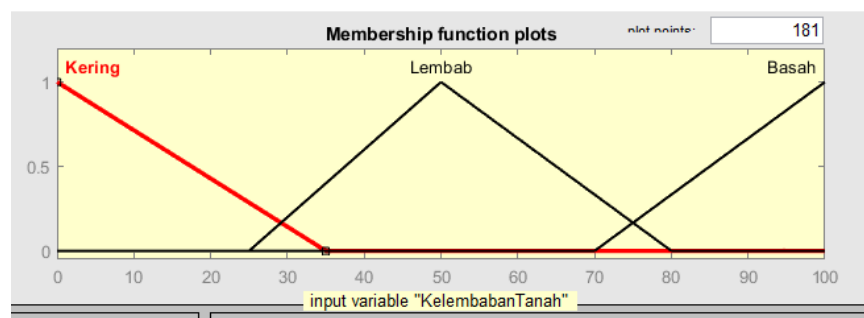
Kelembaban tanah adalah sinyal input yang berkisar antara 0 hingga 100 dan dibagi menjadi 3 set (kering, lembab, dan basah). Tabel 3.1 akan menunjukkan rentang nilai kelembaban tanah yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 3.1 Tingkat Kelembaban Tanah

| Tingkat kelembaban tanah (%) | Status |
|------------------------------|--------|
| 0-35 | Kering |
| 25-80 | Lembab |
| 70-100 | Basah |

Pada tabel 3.1 dapat disimpulkan hasil untuk nilai fungsi keanggotaan input kelembaban tanah. Kisaran nilai 0-35% termasuk dalam kategori kering, rentang nilai 25-80% termasuk dalam kategori lembab, dan nilai nilai 70-100% termasuk dalam kategori basah.

Untuk grafik *input* variabel kelembaban tanah dengan MATLAB dapat dilihat pada gambar 3.7 di bawah ini.

**Gambar 3.7** Input Variabel Kelembaban Tanah

Pada Gambar 3.7 dapat dilihat grafik yang menunjukkan inputan nilai variabel kelembaban tanah, nilai tersebut digunakan dalam proses *fuzzy logic* menggunakan aplikasi MATLAB.

2. Suhu udara

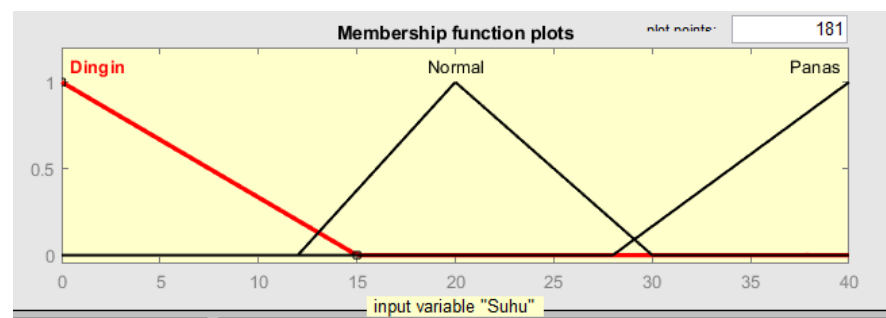
Suhu adalah sinyal input yang memiliki rentang dari 0°C hingga 40°C yang dibagi menjadi 3 set (dingin, normal, dan panas). Tabel 3.2 akan menunjukkan rentang nilai tingkat derajat suhu yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 3.2 Tingkat derajat Suhu

| Suhu (°C) | Status |
|-----------|--------|
| 0-15 | Dingin |
| 12-30 | Normal |
| 31-40 | Panas |

Pada tabel 3.2 menunjukkan hasil untuk fungsi anggota input suhu. Nilai rentang 0°C-15°C termasuk dalam kategori lebih dingin, nilai rentang 12°C-30°C termasuk dalam kategori normal, nilai rentang 31°C-40°C termasuk dalam kategori panas.

Untuk grafik *input* variabel suhu dengan MATLAB dapat dilihat pada gambar 3.8 di bawah ini.

**Gambar 3.8** *Input* variabel Suhu

Pada Gambar 3.8 dapat dilihat grafik yang menunjukkan inputan nilai variabel Suhu, nilai tersebut nantinya juga digunakan dalam proses *fuzzy logic* menggunakan aplikasi MATLAB.

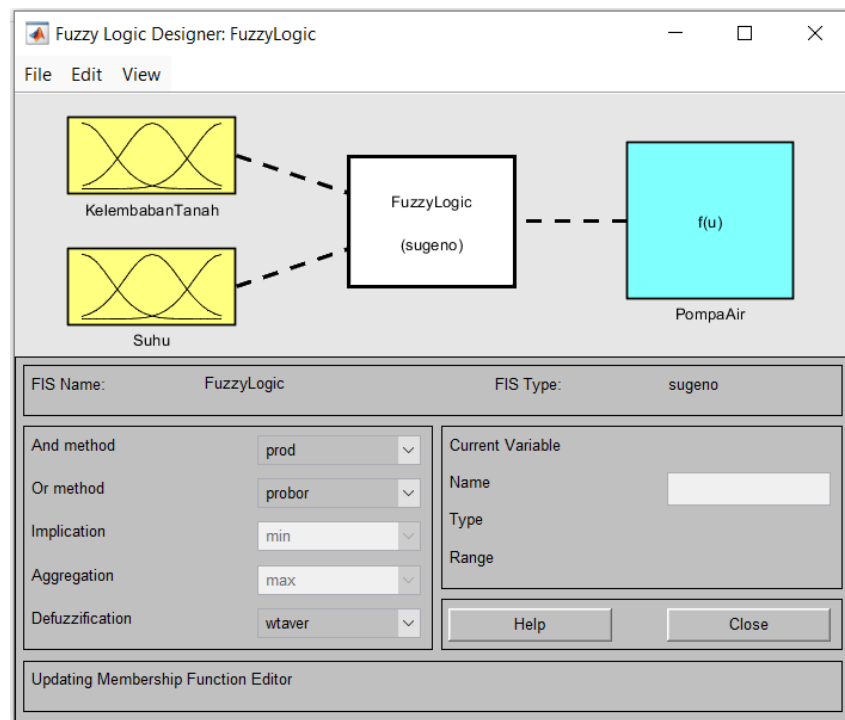
3.4.2. Basis aturan (*knowledge base*)

Setelah fase fuzzifikasi, berikutnya nilai-nilai linguistik yang diperoleh dibandingkan dengan basis pengetahuan yang ditetapkan selama fase desain. Tabel 3.1 dan 3.2 menunjukkan nilai derajat keanggotaan pada tahap fuzzifikasi untuk setiap nilai kelembaban tanah dan suhu udara.

Berikut contoh *rules* yang digunakan dari nilai yang diperoleh yaitu

1. IF Kelembaban Tanah = Lembab AND Suhu = Normal THEN
Pompa = Mati
2. IF Kelembaban Tanah = Kering AND Suhu = Panas
THEN Pompa = Mati.

Penggunaan algoritma *fuzzy* pada MATLAB dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3.9 Desain *Fuzzy Logic*

Pada Gambar 3.9 dapat dilihat diagram menunjukkan progres *Fuzzy logic* Sugeno dengan nilai kelembaban tanah dan suhu sebagai penentu hidup matinya pompa.

3.4.3. Inferensi

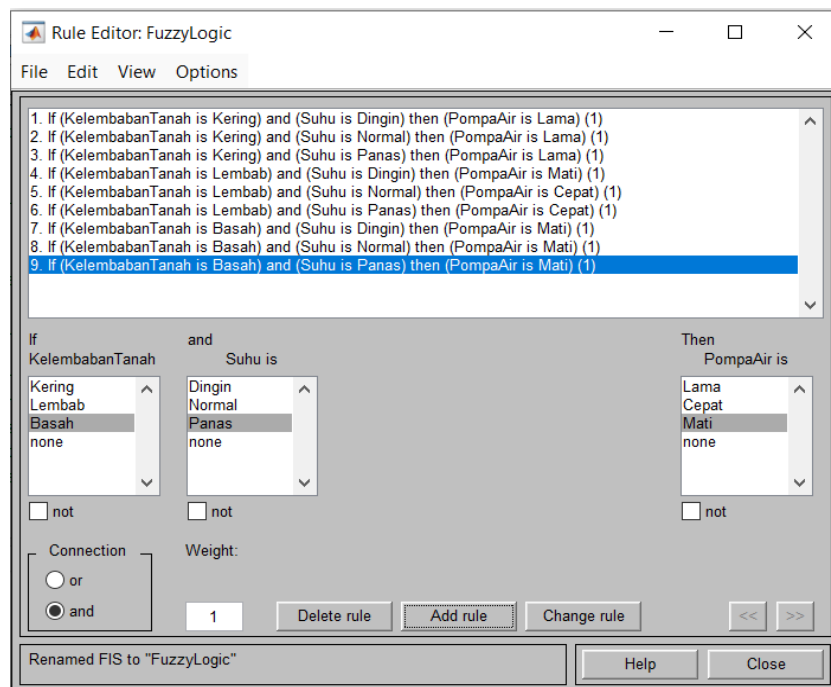
Aturan yang relevan kemudian dinilai pada langkah inferensi untuk menghasilkan keluaran dalam domain *fuzzy* untuk setiap aturan. Fungsi implikasi Min (operator AND) digunakan dalam langkah ini. Tabel 3.3 berikut ini mencantumkan peraturan yang digunakan.

Tabel 3.3 Inferensi

| No | Input | | Output |
|----|------------------|--------|-----------|
| | Kelembaban Tanah | Suhu | Pompa Air |
| 1 | Kering | Dingin | Lama |
| 2 | Kering | Normal | Lama |
| 3 | Kering | Panas | Lama |
| 4 | Lembab | Dingin | Mati |
| 5 | Lembab | Normal | Cepat |
| 6 | Lembab | Panas | Cepat |
| 7 | Basah | Dingin | Mati |
| 8 | Basah | Normal | Mati |
| 9 | Basah | Panas | Mati |

Pada tabel 3.3 dapat dilihat aturan-aturan yang akan digunakan, terdiri Sembilan aturan dengan kondisi yang berbeda-beda.

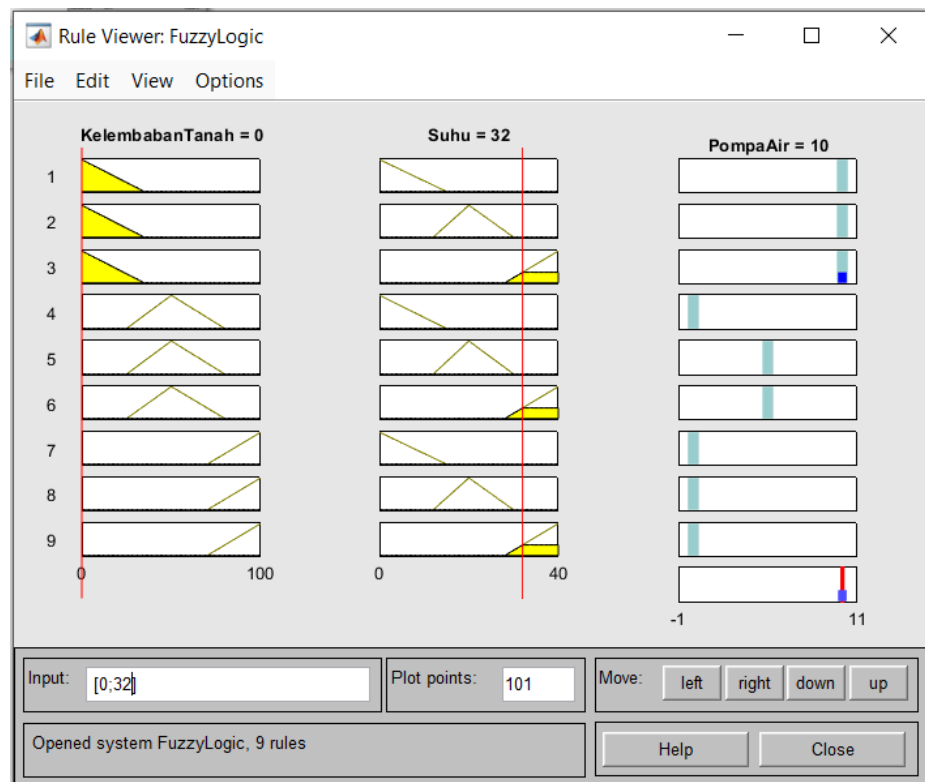
Berikut dapat diamati gambar 3.10 di bawah ini aturan-aturan dimasukkan kedalam sistem *fuzzy logic* pada MATLAB.

**Gambar 3.10 Rules Fuzzy logic**

Pada gambar 3.10 dapat dilihat aturan-aturan *Fuzzy Logic* yang akan digunakan, ada 9 aturan yang akan menentukan hidup atau mati dari pompa air.

3.4.4. Defuzzifikasi

Gambar 3.11 di bawah ini menunjukkan nilai yang ditetapkan dari tingkat keanggotaan lama penyiraman sesuai dengan aturan dan nilai inferensi yang relevan.



Gambar 3.11 Penggunaan *Fuzzy logic* MATLAB

Pada gambar 3.11 penggunaan aturan *fuzzy logic* pada MATLAB, dan diinputkan juga satu sampel nilai dari variabel kelembaban tanah dan suhu sehingga mengeluarkan hasil lamanya pompa air akan hidup. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa relay akan mengaktifkan pompa selama sepuluh detik jika nilai sensor kadar air tanah adalah 0% dan suhu udara lingkungan tanaman 32°C.

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Implementasi

Tahapan dalam melakukan implementasi menjadi langkah akhir penerapan sistem proyek ini. Penelitian ini akan mengkaji rancangan Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu dan penyiraman tanaman otomatis yang dibuat berbasis *Internet of Things (IoT)*, serta mengevaluasi alat tersebut terhadap penerapan algoritma *Fuzzy logic*, agar bisa dipastikan bahwa rangkaian telah beroperasi dan sesuai dengan yang diperkirakan.

4.1.1. Penggunaan Alat

Tabel 4.1 di bawah ini mencantumkan alat yang digunakan dalam penggunaan IoT dalam suhu, kelembaban tanah, dan sistem pemantauan penyiraman otomatis pada tanaman cabai menggunakan logika fuzzy.

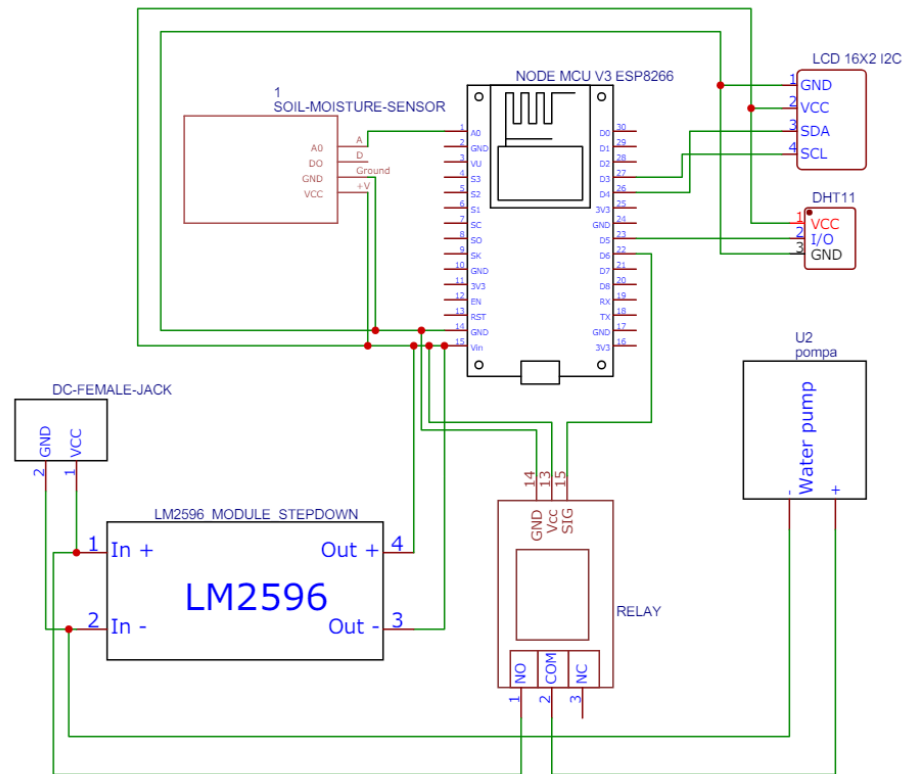
Tabel 4.1 Penggunaan Alat Dalam Rancangan

| No | Alat yang digunakan |
|-----|-------------------------------|
| 1. | Module ESP8266 |
| 2. | Sensor Kelembaban Tanah YL-69 |
| 3. | Sensor Suhu (DHT11) |
| 4. | Breadboard |
| 5. | Kabel jumper |
| 6. | LCD |
| 7. | Relay |
| 8. | Modul Step Down |
| 9. | Adaptor |
| 10. | Pompa Mini 5v |

4.1.2. Bentuk Desain Sistem

Desain sistem merupakan tahapan penting yang mempengaruhi keberhasilan implementasi dan operasional suatu sistem. Untuk

penelitian ini digunakan rangkaian skematik yang ditunjukkan pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Rangkaian Skematik

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat rangkaian skematik dari sistem yang dibangun. Rangkaian skematik adalah representasi grafis dari sebuah rangkaian listrik atau elektronik yang menunjukkan bagaimana komponen-komponen terhubung satu sama lain.

Untuk hasil alat yang dibangun secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



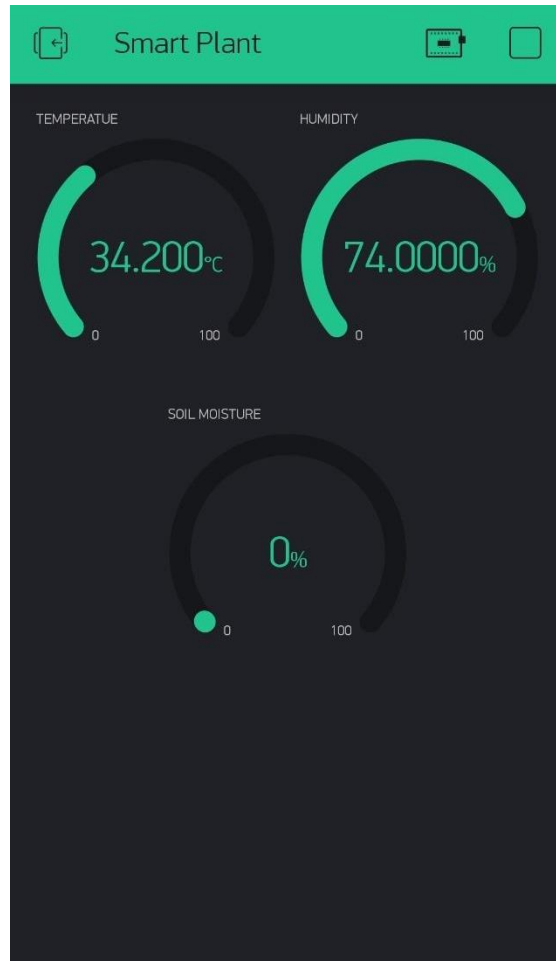
Gambar 4.2 Desain alat

Pada gambar 4.2 bisa dilihat bentuk desain alat yang sudah dibuat, semua komponen disambungkan menggunakan kabel jumper dan dimasukkan ke dalam box untuk mendapatkan prototype yang lebih aman dan nyaman digunakan, LCD dibuat menghadap ke depan agar

memudahkan pengguna dan terakhir menggunakan konektor sehingga lebih aman untuk digunakan.

4.1.3. Tampilan Aplikasi *Blynk*

Berikut merupakan tampilan aplikasi *Blynk* pada telepon genggam pengguna, dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini.



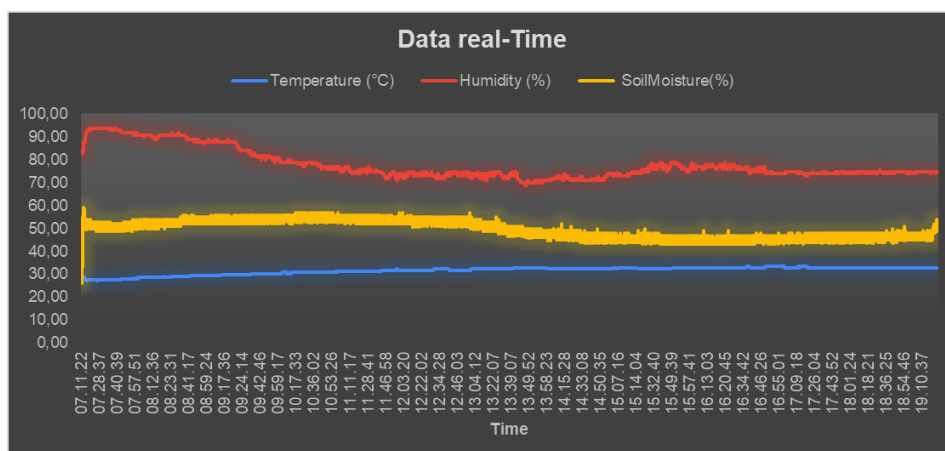
Gambar 4.3 Tampilan Aplikasi *Blynk*

Pada gambar 4.3 dapat dilihat tampilan utama dari aplikasi *Blynk*. Digunakan tiga *cauge* yang akan menampilkan nilai dari *temperature*, *humidity*, dan *soil moisture*. Sehingga diharapkan *user* dapat dengan mudah mengontrol keadaan lingkungan tanaman secara *real time*.

4.2. Pengujian

Pengujian dilakukan bertujuan agar peneliti bisa menentukan apakah sistem beroperasi dengan efektif dan baik dalam mengontrol keadaan lingkungan tanaman. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dikarenakan keterbatasan akses listrik terhadap alat. Data hasil pengujian dari alat bisa diamati pada file spreadsheet, setiap alat digunakan maka riwayat data akan otomatis masuk ke dalam file *google spreadsheet* sehingga data lebih terperinci. Berikut link *google spreadsheet* dari data yang sudah dikumpulkan selama 12 jam pada tanggal 13 Juni 2024 pengujian dimulai pada jam 07.11 WIB sampai dengan jam 19.24 WIB terkumpul total 4406 data, <http://bit.ly/4chYFO8>.

Berikut pada gambar 4.4 dapat dilihat tampilan grafik dari semua data yang dikumpulkan.



Gambar 4.4 Grafik Data *Real Time*

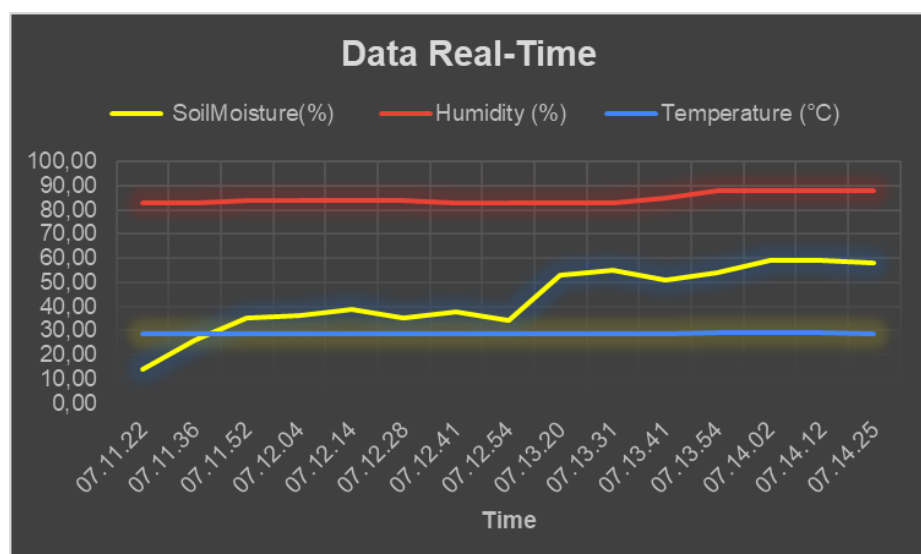
Gambar 4.4 menunjukkan grafik data real-time dari 4406 data yang sudah dikumpulkan selama 12 jam, dapat dilihat pergerakan grafik yang menunjukkan nilai dari suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah.

Tabel 4.2 di bawah ini menunjukkan 15 data pertama yang diambil pagi hari.

Tabel 4.2 15 Data Pertama Hasil Pengujian Alat

| Date | Time | Temperature (°C) | Humidity (%) | Soil Moisture (%) |
|------------|----------|------------------|--------------|-------------------|
| 13/06/2024 | 07.11.22 | 28,50 | 83,00 | 14,00 |
| 13/06/2024 | 07.11.36 | 28,50 | 83,00 | 26,00 |
| 13/06/2024 | 07.11.52 | 28,50 | 84,00 | 35,00 |
| 13/06/2024 | 07.12.04 | 28,50 | 84,00 | 36,00 |
| 13/06/2024 | 07.12.14 | 28,50 | 84,00 | 39,00 |
| 13/06/2024 | 07.12.28 | 28,50 | 84,00 | 35,00 |
| 13/06/2024 | 07.12.41 | 28,50 | 83,00 | 38,00 |
| 13/06/2024 | 07.12.54 | 28,50 | 83,00 | 34,00 |
| 13/06/2024 | 07.13.20 | 28,50 | 83,00 | 53,00 |
| 13/06/2024 | 07.13.31 | 28,50 | 83,00 | 55,00 |
| 13/06/2024 | 07.13.41 | 28,50 | 85,00 | 51,00 |
| 13/06/2024 | 07.13.54 | 28,90 | 88,00 | 54,00 |
| 13/06/2024 | 07.14.02 | 28,90 | 88,00 | 59,00 |
| 13/06/2024 | 07.14.12 | 28,90 | 88,00 | 59,00 |
| 13/06/2024 | 07.14.25 | 28,50 | 88,00 | 58,00 |

Pada Tabel 4.2 data pertama bisa dilihat kondisi soil moisture bernilai 14%. Merujuk pada rule fuzzy logic nilai 14% masuk kategori kering sehingga pompa akan hidup. Setelahnya nilai kelembaban akan meningkat sedikit demi sedikit hingga mencapai tingkat kelembaban tertinggi 59% tingkat kelembaban yang sesuai dengan tanaman cabai. Berikut grafik dari 15 data pertama dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah.

**Gambar 4.5** Grafik Data *Real Time* 15 Data Pertama

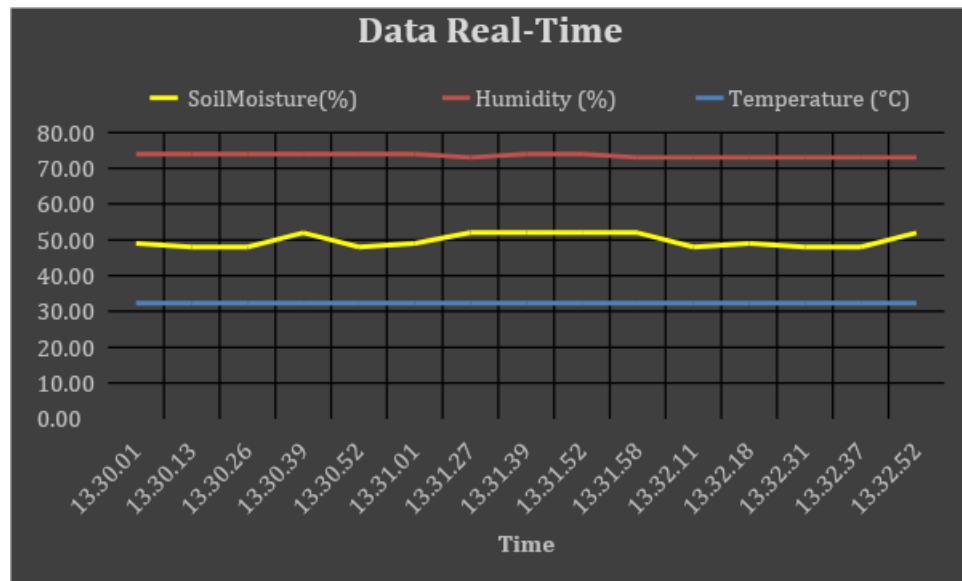
Pada gambar 4.5 dapat dilihat grafik 15 data pertama berdasarkan hasil pengujian di pagi hari. Data yang memiliki perubahan signifikan adalah data kelembaban tanah, data pertama bernilai 14% sehingga pompa air hidup dan mengalir tanaman hingga pada titik tertinggi kelembaban tanah mencapai nilai 59%, kelembaban yang sesuai untuk tanaman cabai. Sedangkan nilai untuk suhu dan kelembaban udara tidak banyak berubah.

Tabel 4.3 di bawah ini menunjukkan 15 data yang diambil siang hari.

Tabel 4.3 15 Data Pengujian Alat Pada Siang Hari

| Date | Time | Temperature (°C) | Humidity (%) | Soil Moisture (%) |
|------------|----------|------------------|--------------|-------------------|
| 13/06/2024 | 13.30.01 | 32,30 | 74,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 13.30.13 | 32,30 | 74,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.30.26 | 32,30 | 74,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.30.39 | 32,30 | 74,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 13.30.52 | 32,30 | 74,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.31.01 | 32,30 | 74,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 13.31.27 | 32,30 | 73,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 13.31.39 | 32,30 | 74,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 13.31.52 | 32,30 | 74,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 13.31.58 | 32,30 | 73,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 13.32.11 | 32,30 | 73,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.32.18 | 32,30 | 73,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 13.32.31 | 32,30 | 73,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.32.37 | 32,30 | 73,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 13.32.52 | 32,30 | 73,00 | 52,00 |

Pada Tabel 4.3 15 data sampel yang diambil pada siang hari menunjukkan beberapa perubahan jika dibandingkan dengan hasil data pada pagi hari, suhu pada pagi hari ada di 28,50°C dan meningkat pada siang hari menjadi 32,30°C. dengan adanya perubahan suhu tentu akan mempengaruhi nilai data kelembaban udara dan kelembaban tanah. Untuk kelembaban udara yang semula di pagi hari bernilai 88% berubah menjadi 73% dan kelembaban tanah yang semula bernilai 59% dalam kurun waktu 6 jam berubah menjadi 52%. Berikut grafik dari 15 data pada siang hari dapat dilihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik 15 Data Pada Siang Hari

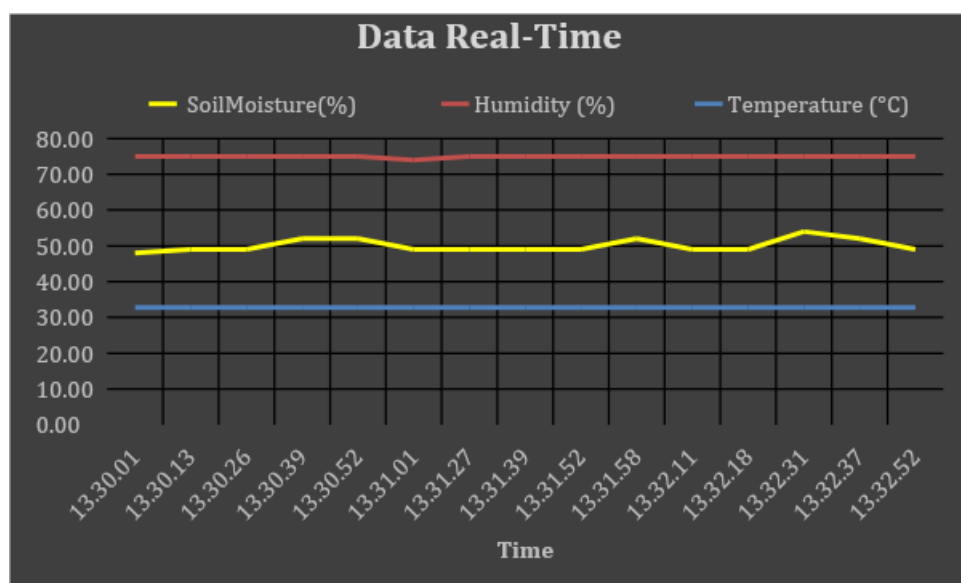
Pada gambar 4.6 dapat dilihat pergerakan grafik pada siang hari tidak terlalu banyak perubahan. Nilai suhu dan kelembaban udara hampir tidak berubah sama sekali, sedangkan untuk nilai data kelembaban tanah sedikit naik turun.

Tabel 4.4 di bawah ini menunjukkan 15 data yang diambil malam hari.

Tabel 4.4 15 Data Sampel Pada Malam Hari

| Date | Time | Temperature (°C) | Humidity (%) | Soil Moisture (%) |
|------------|----------|------------------|--------------|-------------------|
| 13/06/2024 | 19.21.47 | 32,80 | 75,00 | 48,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.00 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.14 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.17 | 32,80 | 75,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.27 | 32,80 | 75,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.39 | 32,80 | 74,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.48 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.22.57 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.23.09 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.23.20 | 32,80 | 75,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 19.23.44 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.23.59 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |
| 13/06/2024 | 19.24.12 | 32,80 | 75,00 | 54,00 |
| 13/06/2024 | 19.24.23 | 32,80 | 75,00 | 52,00 |
| 13/06/2024 | 19.24.33 | 32,80 | 75,00 | 49,00 |

Pada Tabel 4.4 15 data sampel yang diambil pada malam hari tidak menunjukkan banyak perubahan jika dibandingkan dengan hasil data pada siang hari, suhu pada siang hari ada di 32,30°C dan meningkat pada malam hari menjadi 32,80°C. Untuk kelembaban udara yang semula di siang hari bernilai 73% berubah meningkat menjadi 75% dan kelembaban tanah yang semula bernilai 52% tidak banyak berubah. Berikut grafik dari 15 data pada siang hari dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini



Gambar 4.7 Grafik 15 Data Yang Diambil Pada Malam Hari

Pada gambar 4.7 dapat dilihat pergerakan grafik pada malam hari tidak jauh berbeda dengan grafik data pada siang hari. Nilai kelembaban tanah hampir tidak berubah sama sekali, sedangkan untuk nilai suhu dan kelembaban udara meningkat sedikit.

4.2.1. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Di tahap ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dihubungkan pada aplikasi Arduino IDE dan menunjukkan hasil pada serial monitor. Pseudocode dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Pseudocode Sensor Suhu Dan Kelembaban Tanah

```

void loop() {
  Blynk.run(); // Process Blynk events
  // Read temperature and humidity
  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();
  // Read soil moisture
  float soilMoistureValue = analogRead(soilMoisturePin);
  float soilMoisturePercent = map(soilMoistureValue, dryValue,
wetValue, 0, 100);
  soilMoisturePercent = constrain(soilMoisturePercent, 0, 100);
  // Determine if the relay should be turned on based on the
conditions
  bool relayOn = false;
  if ((soilMoisturePercent < 25 && temperature <= 40) ||
      (soilMoisturePercent >= 25 && soilMoisturePercent <= 30
&& temperature > 30)) {
    relayOn = true;
  }
  // Control relay based on the conditions
  if (relayOn) {
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Turn on relay (active LOW)
    Serial.println("Relay is ON");
  } else {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Turn off relay
    Serial.println("Relay is OFF");
  }
}

```

Dapat dilihat pada tabel 4.3 bagaimana alat akan mengambil dan mengolah nilai dari kedua sensor yaitu sensor suhu serta sensor untuk kadar air tanah, selanjutnya nilai yang diperoleh diolah dan didapatkan hasil nilai untuk menghidupkan pompa. Sistem akan berulang hingga didapatkan kondisi yang diinginkan.

Selain menampilkan hasil pada LCD dan aplikasi *Blynk*, data juga dapat dilihat pada *serial monitor*, seperti pada gambar 4.8 di bawah ini.

| Output | Serial Monitor | × |
|---|-----------------------|---------------------|
| Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM3') | | |
| Humidity: 75.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 75.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 0 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 40 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 29.80 °C | Soil Moisture: 43 % |
| Humidity: 74.00 % | Temperature: 30.20 °C | Soil Moisture: 33 % |
| Humidity: 77.00 % | Temperature: 30.80 °C | Soil Moisture: 0 % |

Gambar 4.8 Hasil Sensor Pada *Serial Monitor*

Temuan data yang dikumpulkan oleh sensor ditampilkan pada gambar 4.4, dan ditentukan bahwa kedua sensor beroperasi.

4.2.2. Pengujian Aplikasi *Blynk*

Lihat tabel 4.4 di bawah ini untuk pseudocode untuk menguji aplikasi *Blynk*.

Tabel 4.4 Pseudocode Aplikasi *Blynk*

```
char auth[] = "nVIGDHty8b_I5ncZeXDeOYWDbzYG56qt"; //
Replace with your Blynk auth token

char server[] = "iot.serangkota.go.id";          // Custom Blynk server
int port = 8080;

const char *ssid = "Milikku";    // Replace with your WiFi SSID
const char *password = "12345678"; // Replace with your WiFi
password
```

Dapat dilihat pada tabel 4.4 bagaimana alat akan dihubungkan dengan aplikasi *Blynk* pada telepon genggam, dengan cara memasukkan nilai *auth* yang didapatkan dari aplikasi, kemudian *server* dan *port* yang digunakan, dan terakhir adalah menghubungkan pada *wifi* telepon genggam yang kita gunakan.

4.2.3. Pengujian *Google Spreadsheet*

Lihat tabel 4.5 di bawah ini untuk pseudocode untuk menguji pengiriman data ke file *google spreadsheet*.

Tabel 4.5 Pseudocode Menghubungkan *Google Spreadsheet*

```

/*****Google Sheets Definations*****/

char column_name_in_sheets[][20] = {"value1", "value2", "value3"};
// Column names in Google Sheets

String Sheets_GAS_ID =
"AKfycbyQvQze8A_cKMSc_JLtfo5QLYpLwX58-
nbQYIEQFV76tzgnsHbSO6thVgW4LWLozGYmtw"; // Google Apps
Script ID

int No_of_Parameters = 3; // Number of parameters to send to Google
Sheets

/*****/

Google_Sheets.Google_Sheets_Init(column_name_in_sheets,
Sheets_GAS_ID, No_of_Parameters); // Initialize Google Sheets

Google_Sheets.Data_to_Sheets(No_of_Parameters, temperature,
humidity, soilMoisturePercent); // Send data to Google Sheets

```

Pada tabel 4.5 bisa dilihat pseudocode yang menghubungkan antara sistem dengan *google spreadsheet*, hal ini dilakukan agar riwayat data senantiasa bisa dilihat dan bisa di analisa, dan dengan menggunakan *google spreadsheet* tentunya sangat membantu untuk pengurangan biaya karena pengguna tidak perlu menggunakan server sendiri dan data juga bisa diakses secara umum.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Mempertimbangkan hasil percobaan dengan menggunakan alat penyiraman otomatis pada pengujian dapat disimpulkan bahwa alat bisa secara efisien memantau dan mengatur tingkat kelembaban tanah, suhu udara serta melakukan penyiraman otomatis pada tanaman cabai. Penggunaan algoritma *fuzzy logic* diterapkan dengan baik pada sistem *Internet of Things (IoT)* dalam melakukan monitoring kelembaban tanaman. Hasil yang diperoleh dari perangkat telah menunjukkan bahwa kinerjanya baik, terutama dalam mengumpulkan, menampilkan data secara *realtime* dan menganalisis data. Sensor suhu dan kelembaban tanah memberikan hasil yang tepat baik pada serial monitor maupun pada aplikasi *Blynk*, pompa air juga berfungsi dengan baik dan hasil sensor terlihat jelas pada LCD. Selain menampilkan data secara *real time*, sistem juga dapat menampilkan riwayat data yang sudah otomatis tersimpan pada *google spreadsheet*.

5.2. Saran

Penulis menawarkan rekomendasi berikut, yang dapat dipertimbangkan dalam proses menilai penelitian lebih lanjut:

1. Penelitian ini hanyalah dibatasi dengan menggunakan objek cabai yang masih dalam pertumbuhan atau berumur sekitar 2 minggu hingga 1 bulan, untuk penelitian selanjutnya bisa membuat upgrade otomatis pada alat sesuai dengan umur dan jenis tumbuhan.
2. Mengganti sensor DHT11 menjadi sensor DHT22 karena setelah dilakukan *trial and error*, sensor DHT11 kurang efektif digunakan karena sering kali terjadi error.
3. Menambahkan sensor lain sesuai kebutuhan seperti sensor pir dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, N. N., Pangaribuan, I. P., & Priramadhi, R. A. (2020). *IRRIGATION CONTROL SYSTEM FOR TOMATO FARMING BASED ON SOIL MOISTURE AND TEMPERATURE WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE*. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14201/13939>

Azry, A. S., Derahman, N., Mohamad, Z., Rahiman, A. R. A., Muzakkari, B. A., & Mohamed 6 Bakar, M. A. (2022). FUZZY LOGIC-BASED INTELLIGENT IRRIGATION SYSTEM WITH MOBILE APPLICATION. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 100(18). www.jatit.org

Dwivedi, M. D., Kalra, S., Dubey, J., Kumar, C., Singh, N., & Gautam, V. K. (2023). Smart Farming: Monitoring of Field Status and Control of Irrigation Using Sensors and Esp8266 Nodemcu Module. *Journal of Physics: Conference Series*, 2570(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2570/1/012035>

E.S.A., A., Adediran, A. A., Adekanye, T. A., Salami, A. M., & Audu, J. (2022). Development of a Smart Grain Storage Silo Using the Internet of Things (IoT) Technology. *International Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, 2(2), 35–55. <https://doi.org/10.51483/ijaiml.2.2.2022.35-55>

Kalunga, J., Tembo, S., & Phiri, J. (2022). Incorporating Environmental Protection Requirement in Industrial IoT Access Control Security Using Arduino Technology MQ2 and DHT11 Sensor Networks. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 08(04), 97–122. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2022.8.4.9>

Kartikasari, R. Y., Prakarsa, G., Pradeka, D., & Author, C. (2020). Optimization of Traffic Light Control Using Fuzzy Logic Sugeno Method. *International Journal of Global Operations Research*, 1(2), 51–61. <http://www.iorajournal.org/index.php/ijgor/index>

Kassim, M. R. M. (2020). IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges. *2020 IEEE Conference on Open Systems, ICOS 2020*, 19–24. <https://doi.org/10.1109/ICOS50156.2020.9293672>

Krishnan, R. S., Julie, E. G., Robinson, Y. H., Raja, S., Kumar, R., Thong, P. H., & Son, L. H. (2020). Fuzzy Logic based Smart Irrigation System using Internet of Things. *Journal of Cleaner Production*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119902>

Ningrum, N. K., Utomo, I., Mulyono, W., Kurniawan, D., & Umami, Z. (2022). *Sistem Monitoring Kelembaban Tanaman Berbasis IoT Berdasarkan Pengukuran*

Suhu dan Kelembaban Tanah dengan Algoritma Fuzzy Logic.
<https://ojs.udb.ac.id/index.php/Senatib/article/view/1962>

Nor Syafikah, P., Ramli, A., & Mazidah, T. (2020). *2020 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)*. IEEE.

Nugroho, B. A., & Djaksana, Y. M. (2022). IMPLEMENTASI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DAN MULTI SENSOR PADA TEMPAT SAMPAH. In *Scientia Sacra: Jurnal Sains* (Vol. 2, Issue 4). <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>

Pacco, H. C. (2022). Simulation of temperature control and irrigation time in the production of tulips using Fuzzy logic. *Procedia Computer Science*, 200, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.199>

Ronald, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu Pada Tanaman cabai merah dan cabai rawit. *Rancang Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah Dan Pompa Otomatis Pada Tanaman Tomat Dan Cabai*, 1, 161–170. <https://doi.org/10.20895/LEDGER.V1I4.862>

Umam, F., Dafid, A., & Cahyani, A. D. (2023). Implementation of Fuzzy Logic Control Method on Chilli Cultivation Technology Based Smart Drip Irrigation System. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika (JITEKI)*, 9(1), 132–141. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v9i1.25813>

Wu, Z., Qiu, K., & Zhang, J. (2020). A smart microcontroller architecture for the internet of things. *Sensors (Switzerland)*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/s20071821>

LAMPIRAN

Lampiran 1

Kodingan Alat Pada Arduino IDE

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <WiFiClientSecureBearSSL.h>
#include <TRIGGER_GOOGLESHEETS.h>

// Set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

TRIGGER_GOOGLESHEETS Google_Sheets;

// Define the type of DHT sensor (DHT11 or DHT22)
#define DHTTYPE DHT11

/*****Google Sheets Definations*****/
char column_name_in_sheets[][20] = {"value1", "value2", "value3"};
// Column names in Google Sheets
String Sheets_GAS_ID = "AKfycbyQvQze8A_cKMsC_JLtfo5QLYpLwX58-
nbQYIEQFV76tzgnsHbSO6thVgW4LWLozGYmtw"; // Google Apps Script ID
int No_of_Parameters = 3; // Number of parameters to send to Google
Sheets
/*****/

// Define the pin for the DHT sensor
const int dhtPin = D5;

// Define the pin for the soil moisture sensor
const int soilMoisturePin = A0;

// Define the pin for the relay
const int relayPin = D6;

// Define the range of raw sensor values for dry and wet soil
const int dryValue = 1023; // Adjust this value according to your
sensor's output in dry soil
const int wetValue = 0; // Adjust this value according to your
sensor's output in wet soil

// Initialize DHT sensor
```

```

DHT dht(dhtPin, DHTTYPE);

// Blynk credentials
char auth[] = "nVlGDHty8b_I5ncZeXDeOYWDbzYG56qt"; // Replace with
your Blynk auth token
char server[] = "iot.serangkota.go.id";           // Custom Blynk
server
int port = 8080;

const char *ssid = "Milikku";           // Replace with your WiFi SSID
const char *password = "12345678"; // Replace with your WiFi
password

void setup() {
  // Start serial communication
  Serial.begin(9600);

  // Initialize DHT sensor
  dht.begin();

  Google_Sheets.Google_Sheets_Init(column_name_in_sheets,
  Sheets_GAS_ID, No_of_Parameters); // Initialize Google Sheets

  // Initialize the LCD
  lcd.init();
  // Turn on the backlight
  lcd.backlight();

  // Initialize relay pin as an output
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // Ensure relay is off initially

  // Connect to WiFi
  Serial.print("Connecting to WiFi...");
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }
  Serial.println("Connected to WiFi");
  Serial.print("IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Connect to Blynk server
  Blynk.begin(auth, ssid, password, server, port);
}

void loop() {

```



```

Blynk.run(); // Process Blynk events

// Read temperature and humidity
float humidity = dht.readHumidity();
float temperature = dht.readTemperature();

// Read soil moisture
float soilMoistureValue = analogRead(soilMoisturePin);
float soilMoisturePercent = map(soilMoistureValue, dryValue,
wetValue, 0, 100);
soilMoisturePercent = constrain(soilMoisturePercent, 0, 100);

// Determine if the relay should be turned on based on the
conditions
bool relayOn = false;
if ((soilMoisturePercent < 25 && temperature <= 40) ||
    (soilMoisturePercent >= 25 && soilMoisturePercent <= 30 &&
temperature > 30)) {
    relayOn = true;
}

// Control relay based on the conditions
if (relayOn) {
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Turn on relay (active LOW)
    Serial.println("Relay is ON");
} else {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Turn off relay
    Serial.println("Relay is OFF");
}

// Display temperature, humidity, and soil moisture on LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("T:");
lcd.print(temperature);
lcd.print("C");
lcd.print(" H:");
lcd.print(humidity);
lcd.print("%");

// Display soil moisture on LCD
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Soil: ");
lcd.print(soilMoisturePercent);
lcd.print("%");

// Print temperature, humidity, and soil moisture to Serial
Monitor

```

```
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(temperature);
Serial.println("°C");
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(humidity);
Serial.println("%");
Serial.print("Soil Moisture: ");
Serial.print(soilMoisturePercent);
Serial.println("%");

// Send data to Blynk
Blynk.virtualWrite(V0, temperature);
Blynk.virtualWrite(V1, humidity);
Blynk.virtualWrite(V2, soilMoisturePercent);

Google_Sheets.Data_to_Sheets(No_of_Parameters, temperature,
humidity, soilMoisturePercent); // Send data to Google Sheets

// Delay before next reading
delay(100);
}
```

Lampiran 2

Kodingan Pada Google Spread Sheets

```
function doGet(e) {
  Logger.log( JSON.stringify(e) ); // view parameters
  var result = 'Ok'; // assume success
  if (e.parameter == 'undefined') {
    result = 'No Parameters';
  }
  else {
    var sheet_id = '1ZsTWpcxzx399NBbrRTkA3s-
ckCh2smcE20i0EWXilTY'; // Spreadsheet ID
    var sheet =
SpreadsheetApp.openById(sheet_id).getActiveSheet(); // get Active
sheet
    var newRow = sheet.getLastRow() + 1;
    var rowData = [];
    d=new Date();
    rowData[0] = d; // Timestamp in column A
    rowData[1] = d.toLocaleTimeString(); // Timestamp in column A

    for (var param in e.parameter) {
      Logger.log('In for loop, param=' + param);
      var value = stripQuotes(e.parameter[param]);
      Logger.log(param + ':' + e.parameter[param]);
      switch (param) {
        case 'value1': //Parameter 1, It has to be updated in Column
in Sheets in the code, orderwise
          rowData[2] = value; //Value in column C
          result = 'Written on column C';
          break;
        case 'value2': //Parameter 2, It has to be updated in Column
in Sheets in the code, orderwise
          rowData[3] = value; //Value in column D
          result += ' Written on column D';
          break;
        case 'value3': //Parameter 3, It has to be updated in Column
in Sheets in the code, orderwise
          rowData[4] = value; //Value in column D
          result += ' Written on column D';
          break;

        default:
          result = "unsupported parameter";
      }
    }
    Logger.log(JSON.stringify(rowData));
  }
}
```

```
// Write new row below
var newRange = sheet.getRange(newRow, 1, 1, rowData.length);
newRange.setValues([rowData]);
}
// Return result of operation
return ContentService.createTextOutput(result);
}
function stripQuotes( value ) {
  return value.replace(/^["]|["]$/g, "");
}
```

Lampiran 3

Biodata Penulis



Data Pribadi

Nama : Sawaliyah Nur Siregar
Tempat & Tanggal Lahir : Mompang, 10 Desember 2002
Jenis kelamin : Perempuan
Alamat Asal : Desa Mompang, Kecamatan Barumun baru,
Kabupaten Padang Lawas
No. Telepon : 082360907518
E-mail : sawaliah99@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

- MAN 2 Model medan, Jurusan IPA 2017-2020
- Universitas Sumatera Utara, Jurusan Ilmu Komputer 2020-Sekarang

Pengalaman

- Anggota MSIB Cloud Computing di Chairros Academy batch 4. Mempelajari cara penggunaan AWS Cloud, membuat proyek marketplace penjualan alat camping dengan nama "CAGE" dengan menggunakan server AWS Cloud.
- Praktek Kerja Lapangan di Kantor Pengurusan Pajak Madya Medan di bagian Pelayanan. Melakukan input dan arsip wajib pajak, melakukan pelayanan dengan wajib pajak melalui telepon.