

***INTELLIGENCE CONTROLLING SYSTEM* PADA BUDIDAYA HIDROPONIK  
WICK TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY SUGENO**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
FAIZAL ARMAS FATA  
NIM. 16650086**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

***INTELLIGENCE CONTROLLING SYSTEM* PADA BUDIDAYA  
HIDROPONIK WICK TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY SUGENO***

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

**Oleh :**  
**FAIZAL ARMAS FATA**  
**NIM. 16650086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

***INTELLIGENCE CONTROLLING SYSTEM PADA BUDIDAYA  
HIDROPONIK WICK TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY SUGENO***

**SKRIPSI**

**Oleh :  
FAIZAL ARMAS FATA  
NIM. 16650086**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 20 Juni 2023

Pembimbing I,



Fajar Rohman Hariri, M.Kom  
NIP. 19890515 201801 1 001


Pembimbing II,



Dr. M. Amin Hariyadi, M.T  
NIP. 19670018 200501 1 001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Fachrudin Kurniawan, M.MT, IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**




***INTELLIGENCE CONTROLLING SYSTEM PADA BUDIDAYA  
HIDROPONIK WICK TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY SUGENO***

**SKRIPSI**

**Oleh :  
FAIZAL ARMAS FATA  
NIM. 16650086**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer ( S.Kom )  
Tanggal: 20 Juni 2023

**Susunan Dewan Penguji**

Ketua Penguji	: <u>Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom</u> NIP. 19761013 200604 1 004	(  )
Anggota Penguji I	: <u>Ajib Hanani, M.T</u> NIDT. 19840731 20160801 1 076	(  )
Anggota Penguji II	: <u>Fajar Rohman Hariri, M.Kom</u> NIP. 19890515 201801 1 001	(  )
Anggota Penguji III	: <u>Dr. M. Amin Hariyadi, M.T</u> NIP. 19670018 200501 1 001	(  )

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

  
  
Dr. Fachrudin Curniawan, M.MT, IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faizal Armas Fata

NIM : 16650086

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : *Intelligence Controlling System* Pada Budidaya Hidroponik  
Wick Tanaman Cabai Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Faizal Armas Fata

NIM. 16650086

**MOTTO**

*“Amor Fati”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Karya ini saya persembahkan untk diri sendiri dan kedua orang tua saya yang senantiasa mendidik, memberi kasih sayang, dan mendoakan hingga saya mencapai titik kehidupan seperti sekarang.”*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran *Allah* SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., selaku Ketua Prodi Teknik Informatika yang senantiasa mendorong dan memberikan solusi di setiap permasalahan mahasiswanya.
4. Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs, selaku dosen wali yang senantiasa membantu dan mengarahkan dari awal semester hingga akhir
5. Fajar Rohman Hariri, M.Kom dan Dr. M. Amin Hariyadi M.T, selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing dua yang membimbing dan mengarahkan dengan baik sehingga karya ini dapat diselesaikan
6. Dr. M. Ainul Yaqin dan Ajib Hanani, M.T, selaku dosen penguji 1 dan dosen penguji 2 yang memberikan masukan dan ilmu baru sehingga karya ini dapat disempurnakan
7. Seluruh dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan.
8. Seluruh staf Teknik Informatika yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
9. Orang tua yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan berupa moril maupun materiil kepada penulis.



10. Teman-teman Teknik Informatika 2016 (Andromeda) yang senantiasa saling memberi semangat dan berjuang bersama.
11. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Amin Ya Rabbal Alamin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 26 Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
مستخلص البحث .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah .....	7
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Penelitian Terkait.....	8
2.2. Tanaman Cabai Merah.....	10
2.3. Hidponik .....	11
2.4. Wick Sistem.....	13
2.5. Sensor DHT22 .....	15
2.6. Mikrokontroler.....	16
2.7. Arduino Uno .....	16
2.8. NodeMCU ESP8266.....	17
2.9. Relay.....	18
2.10. Lampu Pijar .....	19
2.11. Humidifier.....	20
2.12. Infrared LED.....	21
2.13. Air Conditioner.....	21
2.14. Logika Fuzzy .....	22
2.15. Fuzzy Sugeno.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Desain Penelitian .....	26
3.2. Desain Sistem .....	28
3.3. Perancangan Hidroponik Wick.....	32
3.4. Penerapan Fuzzy Sugeno .....	32
3.4.1. Fuzzifikasi .....	33
3.4.2. Inferensi.....	37

3.4.3. Defuzzifikasi .....	38
3.5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1. Hasil Pengujian.....	42
4.1.1. Pengujian Alat.....	42
4.1.2. Pengujian Perhitungan Sistem dengan MATLAB .....	44
4.1.3. Pengujian Otomasi Sistem .....	45
4.1.4. Pengujian Confusion Matrix .....	51
4.2. Pembahasan .....	54
4.2.1. Pembahasan Perhitungan <i>Fuzzy</i> pada MATLAB.....	54
4.2.2. Pembahasan Perhitungan <i>Fuzzy</i> pada Sistem.....	58
4.2.3. <i>Hardware System</i> .....	62
4.2.4. <i>Interface System</i> .....	66
4.2.5. Sistem Kontrol Otomatis.....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>74</b>
5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Cabai Merah .....	11
Gambar 2.2 Ilustrasi Hidroponik <i>Wick System</i> .....	14
Gambar 2.3 Sensor DHT22.....	15
Gambar 2.4 Arduino.....	16
Gambar 2.5 NodeMCU ESP8266 .....	18
Gambar 2.6 <i>Relay</i> .....	19
Gambar 2.7 Lampu Pijar .....	20
Gambar 2.8 <i>Humidifier</i> .....	20
Gambar 2.9 <i>Infrared LED</i> .....	21
Gambar 2.10 <i>Air Conditioner</i> .....	22
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Desain Sistem .....	28
Gambar 3.3 Rancangan Hidroponik Wick .....	32
Gambar 3.4 Himpunan Keanggotaan Suhu.....	33
Gambar 3.5 Himpunan Keanggotaan Kelembaban.....	34
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan <i>Air Conditioner</i> .....	35
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Lampu Pijar .....	36
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan <i>Humidifier</i> .....	36
Gambar 4.1 MATLAB Fuzzy Logic Designer .....	54
Gambar 4.2 MATLAB Nilai Keanggotaan Suhu.....	55
Gambar 4.3 MATLAB Nilai Keanggotaan Kelembaban.....	55
Gambar 4.4 MATLAB Nilai Keanggotaan <i>Air Conditioner</i> .....	56
Gambar 4.5 MATLAB Nilai Keanggotaan Lampu Pijar.....	56
Gambar 4.6 MATLAB Nilai Keanggotaan <i>Humidifier</i> .....	56
Gambar 4.7 MATLAB <i>Rule Editor</i> .....	57
Gambar 4.8 MATLAB <i>Rule Viewer</i> .....	58
Gambar 4.9 Rangkaian Elektronik.....	62
Gambar 4.10 Sensor DHT22.....	63
Gambar 4.11 <i>Infrared</i> .....	64
Gambar 4.12 <i>Humidifier</i> .....	64
Gambar 4.13 Lampu pijar .....	65
Gambar 4.14 <i>NodeMCU</i> .....	66
Gambar 4.15 Web Data Suhu dan Kelembaban.....	66
Gambar 4.16 Web Data Perhitungan <i>Fuzzy</i> .....	67
Gambar 4.17 Tanaman ditanam dengan metode hidroponik wick .....	68
Gambar 4.18 Tanaman beserta alat elektronik.....	68
Gambar 4.19 Sistem kontrol otomatis tanaman .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait .....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT22 .....	15
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino.....	17
Tabel 2.4 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 .....	18
Tabel 3.1 Nilai Keanggotaan Suhu .....	34
Tabel 3.2 Nilai Keanggotaan Kelembaban .....	35
Tabel 3.3 Nilai Keanggotaan <i>Air Conditioner</i> .....	35
Tabel 3.4 Nilai Keanggotaan Lampu Pijar.....	36
Tabel 3.5 Nilai Keanggotaan <i>Humidifier</i> .....	37
Tabel 3.6 <i>Rule Base</i> .....	37
Tabel 4.1 Kalibrasi Sensor Suhu.....	43
Tabel 4.2 Kalibrasi Sensor Kelembaban.....	44
Tabel 4.3 Pengujian Perhitungan Fuzzy Sugeno.....	45
Tabel 4.4 Pengujian Otomasi Sistem pada Siang Hari .....	46
Tabel 4.5 Pengujian Otomasi Sistem pada Malam Hari .....	49
Tabel 4.6 Perbandingan Data Hasil Perhitungan dan Hasil Aktual .....	51
Tabel 4.7 Pengujian <i>Confusion Matrix Air Conditioner</i> .....	52
Tabel 4.8 Pemetaan TP, FN, FP, dan TN <i>Air Conditioner</i> .....	53
Tabel 4.9 Pengujian <i>Confusion Matrix</i> Lampu Pijar .....	53
Tabel 4.10 Pengujian <i>Confusion Matrix Humidifier</i> .....	53

## ABSTRAK

Fata, Faizal Armas. 2023. *Intelligence Controlling System Pada Budidaya Hidroponik Wick Tanaman Cabai Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fajar Rohman Hariri, M.Kom (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T.

---

*Kata Kunci:* Arduino; *Fuzzy Sugeno*; Hidroponik Wick; *Internet of Thing*; Tanaman Cabai; NodeMCU

Hidroponik adalah teknik menanam menggunakan media air dan dapat dilakukan di dalam ruangan. Salah satu teknik hidroponik yang cukup sederhana adalah wick. Hidroponik wick menjadi alternatif karena dinilai lebih efisien. Namun, jika tidak memperhatikan dengan seksama kondisi lingkungan, berpotensi gagal panen. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem cerdas yang mengontrol suhu dan kelembaban hidroponik secara otomatis. Sistem akan menyesuaikan suhu dan kelembaban ideal cabai sehingga dapat tumbuh dengan baik. Sensor DHT22 digunakan untuk mendapatkan suhu dan kelembaban hidroponik. Data tersebut diolah pada arduino menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* sebagai pengambil keputusan dan melakukan kontrol terhadap *air conditioner*, lampu pijar, dan *humidifier* untuk menstabilkan kondisi ideal cabai. Data-data tersebut dikirimkan ke *database website* melalui jaringan internet menggunakan NodeMCU supaya dapat dilakukan *monitoring* secara *online*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman cabai tumbuh dengan baik menggunakan sistem kontrol otomatis. Sensor cukup akurat ketika dikalibrasi dengan *error* 1,585% untuk suhu dan 1,939% untuk kelembaban. Hasil perhitungan *Fuzzy Sugeno* pada sistem cukup akurat ketika dibandingkan dengan perhitungan MATLAB. Pada siang hari, sistem mampu menjaga kondisi ideal dengan rata-rata suhu 24,9°C dan kelembaban 79,1%, sedangkan pada malam hari memiliki rata-rata suhu 25,3°C dan kelembaban 80,2%. Sistem berjalan dengan baik ketika dibuktikan dengan pengujian *confusion matrix* yang menghasilkan akurasi baik dengan masing-masing output 100% *air conditioner*, 100% lampu pijar, dan 90% *humidifier*.

## ABSTRACT

Fata, Faizal Armas. 2023. **Intelligence Controlling System on Hydroponic Wick Cultivation of Chili Plants Using Sugeno Fuzzy Method**. Theses. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Fajar Rohman Hariri, M.Kom (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T.

---

Hydroponics is a growing technique using water media and can be done indoors. One fairly simple hydroponic technique is wick. Hydroponic wick is an alternative because it is considered more efficient. However, if you do not pay close attention to environmental conditions, there is the potential for crop failure. This research aims to build an intelligence system that controls hydroponic temperature and humidity automatically. The system will adjust the ideal temperature and humidity of the chili pepper so that it can grow properly. DHT22 sensor is used to obtain hydroponic temperature and humidity. The data is processed on Arduino using the Fuzzy Sugeno method as a decision maker and controls the air conditioner, incandescent lamp, and humidifier to stabilize the ideal conditions of hot peppers. These data are sent to the website database via the internet network using NodeMCU so that online monitoring can be carried out. The results showed that chili plants grew well using an automatic control system. The sensor is quite accurate when calibrated with an error of 1.585% for temperature and 1.939% for humidity. The results of Fuzzy Sugeno calculations on the system are quite accurate when compared to MATLAB calculations. During the day, the system is able to maintain ideal conditions with an average temperature of 24.9°C and humidity of 79.1%, while at night it has an average temperature of 25.3°C and humidity of 80.2%. The system runs well when proven by confusion matrix testing which produces good accuracy with each output of 100% air conditioner, 100% incandescent lamp, and 90% humidifier.

*Keywords:* Arduino; Fuzzy Sugeno; Hydroponic Wick; Internet of Thing; Chili Plant; NodeMCU

## مستخلص البحث

فتى، فائز الأرمس. ٢٠٢٣. نظام التحكم في الذكاء في الزراعة المائية وبيك نباتات الفلفل باستخدام الطرق فوذي سوكينو  
البحث العلمي. اطروحه. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية،  
مالانج. مشرف: (١) فجر رحمان الحريري، المحستير (٢) الدكتور محمد أمين هريادي، المحستير

الكلمات الرئيسية : نباتات الفلف، NodeMCU، أردوينو، فوذي سوكينو، إنترنت الأشياء، الزراعة المائية وبيك

الزراعة المائية هي تقنية متنامية باستخدام الوسائط المائية ويمكن القيام بها في داخل الغرف. تقنية مائية بسيطة إلى حد ما هي وبيك. وهو بديل لأنه يعتبر أكثر كفاءة. ومع ذلك، إذا لا تولي اهتماما وثيقا للظروف البيئية، فمن المحتمل أن تفشل في الحصاد. يهدف هذا البحث إلى بناء نظام ذكي يتحكم في درجة الحرارة والرطوبة المائية تلقائيا. سيقوم النظام بضبط درجة الحرارة والرطوبة المثالية للفلفل للحصول على درجة الحرارة والرطوبة المثالية. تمت DHT22 الحار بحيث يمكن أن ينمو بشكل صحيح. تستخدم مستشعرات كصانع قرار والتحكم في مكيف الهواء والمصباح المتوهج Fuzzy Sugeno باستخدام طريقة Arduino معالجة البيانات على والمرطب لتحقيق الاستقرار في الحالة المثالية للفلفل الحار. يتم إرسال هذه البيانات إلى قاعدة بيانات موقع الويب عبر شبكة الإنترنت بحيث يمكن إجراء المراقبة عبر الإنترنت. أظهرت النتائج أن نبات الفلفل الحار نمت بشكل جيد NodeMCU باستخدام باستخدام نظام التحكم الآلي. يكون المستشعر دقيقا تماما عند معايرته بخطأ ١.٥٨٥% لدرجة الحرارة و ١.٩٣٩% للرطوبة. نتائج خلال النهار، يكون النظام قادرا MATLAB على النظام دقيقة تماما عند مقارنتها بحسابات Fuzzy Sugeno حسابات على الحفاظ على ظروف مثالية بمتوسط درجة حرارة ٢٤.٩ درجة مئوية ورطوبة ٧٩.١%، بينما في الليل يبلغ متوسط درجة الحرارة ٢٥.٣ درجة مئوية والرطوبة ٨٠.٢%. يعمل النظام بشكل جيد عندما إثبات ذلك من خلال اختبار مصفوفة الارتباك التي تنتج دقة ٩٠% جيدة مع كل خرج ١٠٠%. تيار متردد ، ١٠٠% مصباح متوهج ، ومرطب ٩٠



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sesuai judul penelitian, yakni *Intelligence Controlling System Pada Budidaya Hidroponik Wick Tanaman Cabai Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno*, ada beberapa hal yang akan terlibat dalam penelitian. Objek yang akan diteliti adalah tanaman cabai yang ditanam menggunakan metode hidroponik *wick* atau sumbu, metode hidroponik yang paling sederhana. Penelitian ini akan membangun sebuah sistem cerdas yang akan mengontrol suhu dan kelembaban ruangan dari tanaman cabai dalam rangka menunjang pertumbuhan cabai. Alasan utama pemilihan judul tersebut adalah membantu petani dalam budidaya tanaman cabai menjadi lebih efektif dan efisien karena melibatkan hidroponik dan sistem kontrol otomatis. *Fuzzy Sugeno* adalah metode yang diterapkan pada sistem kontrol untuk melakukan kontrol yang sesuai dengan kondisi suhu dan kelembaban. Metode tersebut dipilih karena cukup mudah dan cepat dalam melakukan perhitungan sehingga cocok untuk diterapkan dalam penelitian serupa.

Indonesia dikaruniai kekayaan alam yang melimpah serta letak geografis yang strategis. Indonesia terletak di daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi serta tanah subur yang memungkinkan berbagai jenis tanaman dapat tumbuh dengan baik. Tak heran, Indonesia menjadi negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian (Roidah, 2014).

Sebagai negara agraris, Indonesia mampu menciptakan berbagai jenis pangan melalui sektor pertanian untuk mencukupi kehidupan sehari-hari, mulai dari

buah-buahan, sayuran, maupun biji-bijian. Hasil panen tersebut bisa dikonsumsi sendiri atau dijual karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Salah satu hasil panen yang diminati masyarakat Indonesia adalah cabai (Sumarni & Muharam, 2005).

Cabai biasa digunakan sebagai bumbu atau olahan masakan khas Indonesia karena hampir seluruh masyarakat Indonesia menyukai masakan pedas. Maka, tidak mengherankan lagi jika cabai diburu oleh banyak orang. Namun permintaan yang meningkat tidak diimbangi dengan produktifitas cabai yang menurun. Rusli Abdullah (Pengamat Ekonomi INDEF) menyatakan bahwa kenaikan harga cabai salah satu penyebab kenaikan harga cabai di beberapa daerah adalah kurangnya pasokan akibat kemarau panjang. Badan Pusat Statistik (BPS) juga mencatat kenaikan harga cabai mejadi salah satu pemicu terjadinya laju inflasi pada Juni 2019 sebesar 0,55 persen.

Disamping terjadinya fluktuasi pada cabai, lahan menjadi permasalahan yang menghambat orang-orang untuk menanam terutama di daerah perkotaan. Seiring perkembangan zaman, populasi manusia semakin bertambah dengan pesat. Menurut FAO, populasi dunia diperkirakan akan tumbuh sekitar 10 miliar pada tahun 2050. Perkembangan populasi yang pesat otomatis akan membuat lahan pertanian semakin berkurang karena dialihfungsikan sebagai pemukiman. Hal ini mendorong dunia pertanian untuk meningkatkan produktifitas dengan lahan yang kecil.

Untuk meningkatkan produktifitas, kesadaran masyarakat untuk menanam juga perlu ditingkatkan. Islam sangat menganjurkan umatnya untuk menanam.

Salah satunya disampaikan langsung oleh Rasulullah melalui hadisnya. Dari Jabir bin Abdullah ra bercerita bahwa Rasulullah SAW bersabda

عَنْ جَابِرٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَانَ مَا أُكِلَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَمَا سُرِقَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَلَا يَرَزُهُ أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ

*“Tidaklah seorang muslim menanam suatu pohon melainkan apa yang dimakan dari tanaman itu sebagai sedekah baginya, dan apa yang dicuri dari tanaman tersebut sebagai sedekah baginya dan tidaklah kepunyaan seorang itu dikurangi melainkan menjadi sedekah baginya.”* (HR. Imam Muslim Hadits no.1552)

Tafsir al-Utsaimin dari hadis diatas menyatakan bahwa menanam pohon-tumbuhan sangat penting karena mengandung maslahat, baik yang sifatnya duniawi maupun ukhrawi. Maslahat duniawi terkait dengan produksi kebaikan yang dihasilkan berimplikasi tidak hanya pada orang yang menanam saja, tapi juga bermanfaat bagi masyarakat umum di seluruh wilayah negeri. Hal ini berbeda, misalnya dengan kemanfaatan uang yang hanya dimiliki dan dimanfaatkan oleh individu yang memilikinya saja. Sedang maslahat ukhrawinya bila seseorang menanam pohon atau tumbuhan, baik ia niati atau tidak, lalu ada hewan (apapun itu) yang memakan hasil dari tanaman tersebut meski satu biji saja, maka orang tersebut akan diganjar pahala sedekah oleh Allah SWT.

Hadis tersebut menjelaskan bahwa menanam dianjurkan untuk seluruh umat muslim, tidak hanya petani. Menanam akan dicatat sebagai amal baik berupa sedekah, karena menghasilkan manfaat bagi yang menanam dan makhluk lain. Tanaman dapat menjaga kelestarian lingkungan karena tanaman dapat mengurangi karbondioksida dan menghasilkan oksigen yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Hasil panen dari tanaman juga dapat dinikmati oleh makhluk hidup. Selama

tanaman tersebut memberikan manfaat, akan dicatat sebagai amal jariyah bagi yang menanam. Namun, dengan beberapa kendala menanam dilapangan seperti kondisi iklim yang tak menentu dan semakin minimnya lahan, muncul alternatif yang dapat diterapkan oleh masyarakat untuk terus menanam, yaitu teknik hidroponik.

Hidroponik menjadi salah satu inovasi yang menjadi alternatif bagus karena berperan sebagai teknik budidaya pertanian dengan porsi lahan yang relatif kecil. Hidroponik tidak menggunakan tanah sebagai media. Hidroponik berfokus pada teknik penyaluran nutrisi ke tanaman sehingga kebutuhan tanaman akan tetap terpenuhi walau tanpa media tanah. Hidroponik dinilai lebih efisien karena tidak bergantung pada musim. Disamping itu, teknik budidaya dengan hidroponik dinilai lebih bersih dengan kemungkinan kecil untuk terserang penyakit (Rosliani & Sumarni, 2005). Dengan hidroponik, masyarakat dapat menanam dengan minim lahan, mengurangi potensi penyakit dan gangguan iklim, serta dapat menghasilkan panen yang lebih maksimal. Dengan fleksibilitas yang dimiliki hidroponik, menjadikannya sebuah budaya baru untuk menanam secara mandiri oleh masyarakat.

Ada enam jenis sistem penanaman secara hidroponik, yaitu *Wick*, *Aeroponik*, *Nutrient Film Technique*, *Drip*, *Deep Water Culture*, dan *EBB & Flow (Flood & Drain)*. Dari keenam teknik tersebut, *Wick* adalah teknik yang paling sederhana. Metode ini memanfaatkan bak yang berisikan campuran air dan nutrisi yang kemudian diserap oleh tanaman melalui perantara sumbu. Hidroponik *wick* tidak memerlukan sistem sirkulasi sehingga dapat mengurangi penggunaan energi

listrik. Kesederhanaan inilah yang menjadikan *Wick* sebagai metode hidroponik yang sering digunakan (Ichsan, 2017).

Untuk meningkatkan kualitas hasil pada tanaman cabai, perlu diperhatikan beberapa hal diantaranya suhu dan kelembaban. Kelembaban ideal tanaman cabai adalah 80% serta suhu udara berkisar  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada siang hari, sedangkan pada malam hari berkisar  $18^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$  (Sumarni & Muharam, 2005). Namun dalam prakteknya, tentu saja akan sulit untuk melakukan pengontrolan suhu dan kelembaban secara manual setiap saat. Oleh sebab itu, dibutuhkan bantuan teknologi yang mampu melakukan pemantauan dan pengontrolan secara otomatis.

Teknologi sistem kontrol bisa diterapkan dengan melibatkan hardware mikrokontroler, sensor, dan beberapa alat kontrol. Mikrokontroler bekerja seperti komputer namun berukuran lebih kecil dan dirancang untuk melakukan tugas tertentu saja. Sensor memiliki banyak jenis, salah satunya jenis sensor untuk mengambil data suhu dan kelembaban ruangan. Alat kontrol juga ada banyak jenis, yang sering digunakan adalah *relay* yang melakukan kontrol seperti saklar (*on* dan *off*), disamping itu ada *infrared* yang melakukan kontrol seperti remot. Hardware tersebut akan dirangkai sedemikian rupa, sensor sebagai *inputan*, mikrokontroler sebagai proses, dan alat kontrol sebagai *output*.

Agar sistem bisa melakukan kontrol suhu dan kelembaban secara otomatis dalam rangka menjaga kualitas panen cabai, perlu diberikan metode perhitungan yang tepat didalam mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy*. Metode ini adalah satu metode pengambilan keputusan berbasis aturan yang digunakan untuk memecahkan keabu-abuan (ambiguitas) masalah pada sistem yang

sulit dimodelkan. Berbagai implementasi *fuzzy* dapat mengatasi ketidakpastian yang selalu muncul pada pengambilan keputusan. Ketidakpastian utama yang ditemukan dalam sistem ini adalah ketidaklinearan elemen-elemen sistem kendali. Ketidaklinearan ini berupa gesekan pada komponen-komponen sistem, *dead zone* dan saturasi yang terdapat pada aktuator yang digunakan, mekanisme gerak sistem, proses pemasangan alat, dan lain-lain (Ichsan, 2017). Dalam penelitian ini digunakan *Fuzzy Sugeno* karena mudah dan cocok diimplementasikan pada studi kasus penelitian ini dengan komputasi yang sederhana dan cepat. *Fuzzy Sugeno* diterapkan untuk menyimpulkan kontrol apa yang harus dilakukan untuk menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban cabai.

Dalam penelitian terkait, belum ada sistem kontrol otomatis yang spesifik diterapkan pada hidroponik wick tanaman cabai menggunakan metode *fuzzy Sugeno* dengan parameter suhu dan kelembaban. Maka, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif hasil yang diberikan. Disamping itu, penelitian ini diharapkan dapat membantu menumbuhkan budaya menanam secara mandiri tanpa perlu memikirkan lahan yang luas dan pemantauan yang berkala serta meningkatkan produksi cabai di Indonesia.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, identifikasi permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah metode *fuzzy Sugeno* dapat digunakan pada sistem kontrol otomatis untuk menjaga suhu dan kelembaban ideal hidroponik wick cabai?

### **1.3 Batasan Masalah**

Supaya pembahasan penelitian tidak melebar dari yang telah dirumuskan, maka perlu dijabarkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Jenis tanaman cabai yang digunakan adalah cabai merah.
2. Input yang digunakan untuk analisa adalah suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor.
3. Output yang dihasilkan adalah pemantauan dan pengontrolan suhu serta kelembaban udara secara otomatis menggunakan *air conditionr*, *humidifier*, dan lampu.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, maka penelitian diharapkan dapat mencapai tujuan yaitu untuk mengimplementasikan metode *fuzzy Sugeno* pada sistem kontrol otomatis suhu dan kelembaban hidroponik wick cabai.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah membantu petani dalam budidaya tanaman cabai karena dilakukan secara otomatis oleh sistem dan dapat dipantau setiap saat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terkait

(Ichsan, 2017) dalam penelitiannya menyajikan sistem kontrol otomatis pada hidroponik *wick* tomat ceri. Sistem dirancang untuk menghasilkan tomat secara maksimal dengan menjaga kestabilan suhu dan kelembaban tanaman. Dalam mencapai hal tersebut, sistem melibatkan *modul DT Sense SHT11* untuk mengetahui suhu dan kelembaban tanaman yang kemudian diolah menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* pada mikrokontroler arduino. *Output* yang dihasilkan berupa pengendali *air conditioner* untuk menurunkan suhu, *humidifier* untuk meningkatkan kelembaban, dan lampu pijar untuk menurunkan kelembaban.

(Nugraha, 2018) dalam penelitiannya menerapkan sistem kontrol otomatis pada hidroponik cabai. Penelitian bertujuan untuk menjaga keadaan ideal cabai dengan menjaga suhu yang berkisar  $21^{\circ}\text{C}$  -  $28^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban yang berkisar 80%. Sistem melibatkan sensor suhu *DS18B20* dan sensor kelembaban *DHT11*. Untuk memproses data, digunakan mikrokontroler arduino yang melibatkan sistem kontrol PID. *Output* yang dihasilkan berupa pengendali lampu dan kipas.

(Hidayat, Nasrullah, Putra, & Ramiati, 2019) dalam penelitiannya membuat sistem kontrol otomatis pada tanaman cabai didalam *greenhouse*. Tujuan penelitian adalah menghasilkan cabai berkualitas dengan menjaga suhu dan kelembaban tanah ideal dari cabai yang berkisar masing-masing  $25^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$  dan 50% - 70%. Penelitian tersebut melibatkan sensor SHT11 menggunakan metode *fuzzy* untuk menganalisa suhu dan kelembaban tanah dari sensor yang menghasilkan keputusan



kepada kontroller. *Output* yang dihasilkan berupa pengendali pompa air dan kipas.

Berikut adalah penjabaran penelitian terkait dalam bentuk tabel.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian	Judul	Hasil	Novelty
(Ichsan, 2017)	Pengaturan Temperatur Dan Kelembaban Untuk Hidroponik Tomat Cherry Dengan Metode Wick	Penelitian ini menerapkan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> pada kontrol otomatis suhu kelembaban tomat cherry. Ada 2 input dan 3 output yang digunakan	Menggunakan metode <i>Fuzzy Sugeno</i> dan diterapkan pada tanaman cabai dengan 2 input dan 3 output dengan pengujian yang berbeda
(Nugraha, 2018)	Pengontrolan Suhu dan Kelembaban menggunakan Kontrol PID pada Sistem Hidroponik Tanaman Cabai Rawit berbasis Arduino	Penelitian ini menerapkan kontrol PID untuk kontrol otomatis suhu dan kelembaban cabai. Ada 2 input dan 2 output	Menggunakan metode <i>Fuzzy Sugeno</i> dengan 3 output yang 2 diantaranya menggunakan alat yang berbeda
(Hidayat, Nasrullah, Putra, & Ramiati, 2019)	<i>Temperature and Soil Control Design with Fuzzy Method in Greenhouse for Cabe Seeding</i>	Penelitian ini menggunakan media <i>greenhouse</i> untuk tanaman cabai dan mengontrol kelembaban tanah	Menanam secara hidroponik dan mengontrol kelembaban udara

Perbaruan dalam penelitian ini dengan penelitian (Ichsan, 2017) adalah percobaan penerapan terhadap tanaman selain tomat, yakni cabai. Disamping itu, metode yang akan digunakan adalah *fuzzy Sugeno* untuk mengetahui apakah metode *fuzzy Sugeno* juga dapat digunakan pada sistem kontrol otomatis serupa.

Perbaruan dalam penelitian ini dengan penelitian (Nugraha, 2018) adalah metode dan *output* yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy Sugeno* digunakan untuk menghitung suhu dan kelembaban yang kemudian melakukan kontrol otomatis terhadap *air conditioner*, *humidifier*, dan lampu pijar. Harapannya hasil yang diberikan lebih bagus dalam menjaga kondisi ideal cabai.

Perbaruan dalam penelitian ini dengan penelitian akan dilakukan adalah teknik penanaman dimana tidak akan dilakukan pada *greenhouse* secara konvensional, namun dilakukan secara hidroponik. Harapannya adalah lebih mudah diterapkan karena lebih hemat biaya dan tempat. Disamping itu, perbaruan lainnya terletak pada *input* dan *output*. *Input* yang akan digunakan adalah suhu dan kelembaban udara karena ditanam secara hidroponik yang tidak melibatkan tanah, sedangkan *output* berupa kontrol otomatis terhadap *air conditioner*, *humidifier*, dan lampu pijar dengan harapan lebih bagus dalam menjaga kondisi ideal cabai.

## **2.2. Tanaman Cabai Merah**

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*) adalah tumbuhan perdu yang berkayu, dan buahnya berasa pedas yang disebabkan oleh kandungan kapsaisin (Sumarni & Muharam, 2005). Cabai mengandung vitamin A dan vitamin C serta rasa pedas yang menjadi ciri khas masakan Indonesia. Itulah mengapa cabai sangat diminati dan menjadikannya bernilai jual tinggi.



Gambar 2.1 Tanaman Cabai Merah

Cabai sering mengalami *fluktuasi*, dimana permintaan yang tinggi tidak diimbangi dengan produktifitas. Banyak faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan produktifitas cabai, salah satunya adalah syarat tumbuh cabai. Tanaman cabai merah dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi, tetapi pertumbuhannya di dataran tinggi lebih lambat. Suhu udara yang ideal untuk pertumbuhan tanaman cabai adalah  $25^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$  pada siang hari dan  $18^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$  pada malam hari. Suhu malam di bawah  $16^{\circ}\text{C}$  dan suhu siang hari di atas  $32^{\circ}\text{C}$  dapat menggagalkan pembuahan. Suhu yang terlalu tinggi dan kelembaban udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan transpirasi berlebihan, sehingga tanaman kekurangan air dan mengakibatkan bunga dan buah muda gugur (Sumarni & Muharam, 2005).

### 2.3. Hidroponik

Hidroponik secara harfiah berarti *hydro* yang artinya air dan *phonic* yang artinya pengerjaan (Roidah, 2014). Hidroponik adalah metode budidaya menanam

tanpa media tanah. Penerapannya menggunakan media air, namun seiring perkembangan hidroponik bisa diterapkan pada media kerikil, pasir, gabus, dan lain sebagainya. Konsep hidroponik menekankan pemenuhan kebutuhan hara dan nutrisi tanaman. Berdasarkan hal tersebut, hidroponik dinilai lebih efisien dalam penggunaan sumber daya dan lahan dibandingkan metode menanam secara konvensional (media tanah).

Hidroponik muncul sebagai salah satu solusi untuk menanam dengan keterbatasan lahan. Seiring berjalannya waktu, dengan bertambahnya populasi manusia, kebutuhan pangan (contohnya sayuran dan buah-buahan) terus meningkat. Namun, fenomena pertumbuhan populasi manusia tentu berdampak terhadap lahan untuk menanam yang semakin berkurang karena dialihfungsikan sebagai pemukiman. Dengan hidroponik, diharapkan budaya menanam masih tetap bertahan walaupun di daerah perkotaan. Ini dikarenakan hidroponik dapat diterapkan di dalam rumah.

Disamping karena peningkatan kebutuhan pangan dan berkurangnya lahan pertanian, faktor iklim dan degradasi tanah mendorong pengembangan hidroponik. Metode menanam konvensional di Indonesia memiliki permasalahan yang berkaitan dengan iklim. Ketika terjadi kemarau panjang atau curah hujan tinggi, mengakibatkan efektifitas penggunaan pupuk kimia menjadi rendah karena pencucian hara tanah. Dampaknya adalah tingkat kesuburan tanah menurun dan kualitas dan kuantitas panen juga menurun. Kondisi iklim tersebut juga berpotensi menimbulkan masalah erosi tanah serta perkembangan hama dan penyakit (Rosliani & Sumarni, 2005).

(Rosliani & Sumarni, 2005) menyebutkan beberapa kelebihan dan kekurangan hidroponik menurut para ahli dibandingkan dengan metode konvensional. Berikut adalah kelebihan hidroponik

1. Efisiensi penggunaan lahan
2. Resiko iklim yang tak menentu dapat teratasi
3. Kualitas dan kuantitas panen lebih tinggi
4. Resiko hama dan penyakit lebih rendah
5. Penggunaan air dan pupuk menjadi lebih efisien

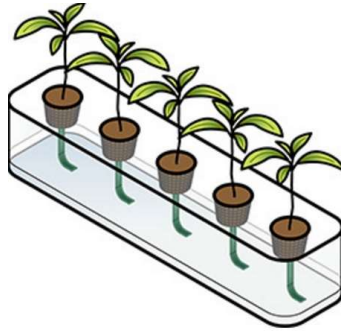
Berikut adalah kekurangan hidroponik

1. Membutuhkan biaya besar.
2. Pada *close system* (nutrisi disirkulasi), jika ada tanaman yang terserang patogen, maka dalam waktu yang sangat singkat seluruh tanaman akan terkena serangan tersebut.
3. Tanaman mudah stress dan layu karena sirkulasi air yang digantikan dengan media selain tanah

#### **2.4. Wick Sistem**

Ada banyak teknik dalam hidroponik, salah satunya adalah *wick system*. *Wick system* adalah teknik hidroponik menggunakan media sumbu. Teknik ini dinilai paling sederhana dibandingkan teknik lainnya karena bersifat pasif dimana tidak memiliki bagian yang bergerak. Dalam penerapannya, digunakan sebuah tangki untuk menampung air dan nutrisi, sedangkan tanaman diletakkan di atasnya menggunakan *netpot*. Tanaman menyerap unsur hara dan nutrisi dalam tangki

menggunakan perantara sumbu (kapilaritas). Sumbu berupa bahan yang dapat menyerap air seperti kain flanel, nilon, wol, dan beberapa jenis tali.



Gambar 2.2 Ilustrasi Hidroponik *Wick System*

(Susilawati, 2019) menyebutkan beberapa kelebihan dan kekurangan penerapan *wick system*. Berikut adalah kelebihan penerapan *wick system*

1. Biaya relatif murah
2. Mudah diterapkan oleh awam sekalipun
3. Tidak memerlukan energi listrik karena tidak ada sirkulasi air
4. Jarang untuk melakukan penambahan nutrisi karena menggunakan sumbu sebagai media penghantar nutrisi.
5. Mudah untuk dipindahkan.

Berikut adalah kekurangan *wick system*

1. Sedikit sulit untuk mengontrol keasaman air ketika jumlah tanaman banyak
2. Kurang cocok untuk jenis tanaman yang memerlukan air dalam jumlah banyak

## 2.5. Sensor DHT22

Sensor DHT adalah sensor yang berfungsi untuk menangkap suhu dan kelembaban udara secara bersamaan. Ada banyak varian pada sensor ini, contohnya DHT11 dan DHT22. Varian DHT cukup banyak dipilih karena data keluaran yang dihasilkan sudah dalam bentuk *digital* sehingga tidak memerlukan lagi proses konversi dari sinyal *analog* (Saptadi, 2014). Disamping itu, faktor harga yang relatif murah menjadi alasan digunakannya sensor jenis DHT.

Penelitian (Saptadi, 2014) melakukan perbandingan akurasi DHT11 dan DHT22 dalam menangkap suhu dan kelembaban. Penelitian menghasilkan DHT22 lebih akurat daripada DHT11 dengan galat relatif pembacaan suhu 4% (< 4,5%) dan kelembaban 18% (< 19,75%).



Gambar 2.3 Sensor DHT22

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT22

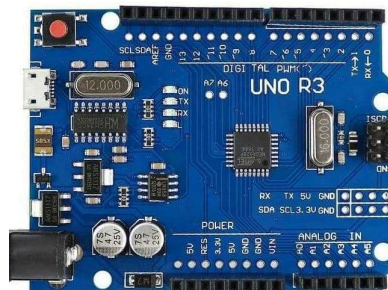
Parameter	Keterangan
Tegangan Input	3.3VDC – 6VDC
Range (suhu)	-40°C – 80°C
Range (kelembaban)	0% - 100% RH
Akurasi (suhu)	±2°C
Akurasi (kelembaban)	±5% RH

## 2.6. Mikrokontroler

Mikrokontroler bisa diartikan sebagai komputer mini yang berbentuk chip IC (*integrated circuit*). Mikrokontroler hanya memiliki struktur inti komputer seperti CPU, memori (RAM dan ROM) serta port input/output. Mikrokontroler digunakan untuk menjalankan fungsi tertentu, berbeda dengan komputer yang lebih kompleks penggunaannya. Dengan fungsi dan ukurannya, mikrokontroler menjadi opsi untuk penerapan sistem pengendali otomatis bahkan sering berperan dalam konsep *internet of thing*.

## 2.7. Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler yang berbasis Atmega28. Sebagai mikrokontroler, Arduino Uno dapat menjalankan sebuah fungsi secara berulang-ulang. Untuk menginstruksikannya, dilakukan proses *upload* fungsi yang dituliskan sebagai *source code* dalam bahasa C/C++ pada Arduino IDE. Proses *upload* dilakukan dengan cara menghubungkan komputer dengan Arduino Uno menggunakan kabel USB.



Gambar 2.4 Arduino

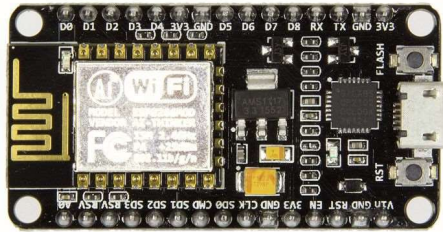


Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino

<b>Parameter</b>	<b>Keterangan</b>
Mikrokontroler	Atmega328
Daya	5V
Tegangan <i>input</i> (rekomendasi)	7V – 12V
Tegangan <i>input</i> (batasan)	6V – 20V
Pin I/O <i>Digital</i>	14 pin
Pin <i>Analog</i>	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB (ATmega328)
EPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

## 2.8. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler yang dilengkapi modul ESP8266. Ini memungkinkan NodeMCU untuk terhubung dengan jaringan wifi dan terhubung ke internet untuk mengirimkan atau mendapatkan data. Dengan modul tersebut, NodeMCU memiliki peran penting dalam pengembangan *internet of thing*. Sama seperti arduino, NodeMCU dapat ditanam program dengan bahasa C/C++ yang ditulis pada Arduino IDE.



Gambar 2.5 NodeMCU ESP8266

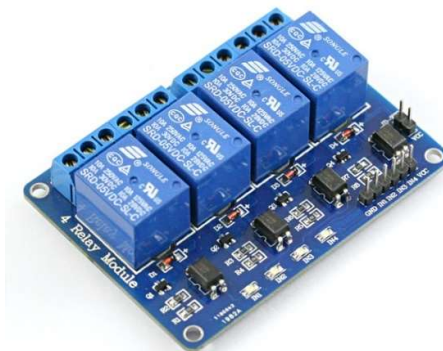
Tabel 2.4 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Parameter	Keterangan
Mikrokontroler	ESP8266-12E
Tegangan Input	3.3V – 5V
<i>GPIO</i>	13 pin
Kanal PWM	10 kanal
10 bit ADC Pin	1 pin
<i>Flash Memory</i>	4 MB
<i>Clock Speed</i>	40/26/24 MHz
<i>WiFi</i>	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 2.5 GHz
<i>USB Port</i>	<i>Micro USB</i>
<i>USB Chip</i>	CH340G

## 2.9. Relay

*Relay* merupakan komponen yang berfungsi sebagai saklar. Fungsi *relay* yaitu memisahkan rangkaian listrik tegangan tinggi dengan rangkaian listrik tegangan rendah. Dalam penerapannya, *relay* digunakan untuk mengontrol suatu benda dengan dua keluaran yakni *on* dan *off*.

*Relay* memiliki kaki-kaki dengan fungsi yang berbeda. Dua kaki berfungsi untuk mengaktifkan koil. Kedua kaki ini tidak bertanda, artinya boleh terbalik dalam pemasangannya. Tiga kaki lainnya berfungsi sebagai saklar yang terdiri dari kaki *Common* (COMM), kaki *Normally Open* (NO), dan kaki *Normally Closed* (NC). Dalam keadaan koil dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung dengan kaki No (Ichsan, 2017).



Gambar 2.6 *Relay*

## 2.10. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Pancaran cahaya lampu pijar lebih merata dari pada menggunakan heater / pemanas, serta bila dihitung secara ekonomis lampu pijar lebih mudah di dapat dan murah harganya dari pada heater / pemanas (Rahim, Rumagit, & Lumenta, 2015).



Gambar 2.7 Lampu Pijar

### 2.11. Humidifier

*Humidifier* adalah alat untuk melembabkan udara. Cara kerjanya dengan menyemprotkan uap air untuk meningkatkan kelembaban di udara. Alat ini memiliki sebuah tangki untuk menyimpan air. Biasanya *humidifier* diterapkan di dalam ruangan yang kering. Manfaat penerapan *humidifier* adalah mencegah kulit kering, iritasi, dan gangguan pernafasan. Namun, penggunaan *humidifier* harus diperhatikan dengan benar. Jika udara terlalu lembab, dapat memicu pertumbuhan bakteri dan jamur.



Gambar 2.8 *Humidifier*

### 2.12. Infrared LED

LED inframerah / *infrared* (IR) merupakan komponen yang dapat memancarkan gelombang cahaya dan tidak terlihat secara kasat mata. *Infrared* LED dapat memancarkan cahaya infra merah pada saat dioda LED dialirkan tegangan bias maju pada anoda dan katodanya. *Infrared* LED sangat fleksibel dalam penggunaannya karena memiliki jangkauan frekuensi yang lebar dengan panjang gelombang 7800 Å dan mempunyai daerah frekuensi  $3 \cdot 10^4$  sampai  $4 \cdot 10^4$  Hz.. *Infrared* LED biasa diterapkan sebagai pengirim sinyal untuk mengontrol sesuatu seperti menyalakan atau mematikan televisi, mengatur suhu *air conditioner* dan bisa digunakan untuk mendeteksi sesuatu. (Ichsan, 2017).



Gambar 2.9 *Infrared* LED

### 2.13. Air Conditioner

*Air Conditioner* (AC) adalah alat yang berfungsi menyejukkan ruangan dengan menstabilkan suhu dan kelembaban udara dalam ruangan. Biasanya diterapkan dalam ruangan dengan suhu yang cenderung panas. AC diletakkan pada dinding bagian atas dengan memperhatikan posisi yang tepat supaya dapat

menyebar ke seluruh area ruangan. Pengoperasiannya menggunakan remot kontrol (*infrared*) untuk menyalakan, mengatur tingkatan, dan mematikan.

Pada *air conditioner* terdapat beberapa komponen dengan tugasnya masing-masing. Evaporator berfungsi untuk menyerap panas, yang kemudian dipompa oleh kompresor dan panas tersebut dilepaskan oleh kondensor. Proses-proses ini berkaitan erat dengan temperatur didih dan temperatur kondensasi *refrigerant*. *Refrigerant* adalah zat yang mudah berubah bentuk (menjadi uap atau cair) sehingga cocok jika digunakan sebagai media pemindah panas dalam mesin pendingin. Temperatur didih dan temperatur kondensasi berkaitan dengan tekanan. Titik didih dan titik embun dapat digeser naik atau main dengan mengatur besarnya tekanan yang diberikan. Hal ini berpengaruh besar terhadap proses perpindahan panas yang terjadi pada AC (Novianto, 2016).



Gambar 2.10 *Air Conditioner*

#### **2.14. Logika Fuzzy**

Pada 1965 logika *fuzzy* dikenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Logika *fuzzy* merupakan metode pengambilan keputusan yang berbasis pada aturan untuk memecahkan keabu-abuan (ambiguitas) masalah pada sistem yang sulit dimodelkan

(Ichsan, 2017). Logika *fuzzy* menurut (Rusli, 2017) adalah basis pengetahuan yang terdiri atas aturan-aturan yang dituliskan dalam pernyataan “Jika-Maka”. Contohnya dalam mengatur *air conditioner* digunakan aturan “Jika suhu panas dan kelembaban rendah, maka AC dingin”. Sesuai karakteristik *fuzzy* yang dapat memberikan toleransi terhadap ketidakpastian, variabel linguistik suhu panas, kelembaban rendah dan AC dingin memiliki wujud fungsi keanggotaan. Contohnya suhu panas memiliki nilai diantara  $30^{\circ}\text{C}$  -  $36^{\circ}\text{C}$ .

(Rosnelly, 2012) mendefinisikan *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* dimana terdapat ambiguitas didalamnya. Sebagai contoh :

- a. Pembuat roti mengevaluasi permintaan dan persediaan roti pada hari ini sehingga pembuat roti dapat menentukan jumlah produksi roti untuk esok hari.
- b. Seorang manajer yang membayarkan gaji kepada karyawannya dengan mengevaluasi kehadiran dan kinerja dari masing-masing karyawan pada bulan ini.
- c. Seorang ibu yang akan mencuci dihadapkan dengan jumlah pakaian yang banyak, sehingga ibu harus menentukan jumlah detergen yang dapat digunakan untuk membuat semua pakaian bersih.

(Doni & Rahman, 2020) menjabarkan langkah-langkah logika *Fuzzy* dalam rangka menyelesaikan permasalahan

1. Fuzzifikasi

Proses dimana nilai tegas diubah ke dalam fungsi keanggotaan yang memiliki jangkauan tertentu.

2. Penalaran (*Inference Machine*)

Proses implikasi dalam menalar nilai masukan yang bertujuan untuk penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Penalaran *min* dan *max* merupakan model penalaran yang sering digunakan. Proses pertama adalah melakukan operasi *min* pada hasil fuzzifikasi, kemudian dilanjutkan dengan operasi *max* untuk mencari nilai keluaran.

3. Aturan Dasar (*Rule Based*)

Proses ini merupakan pendefinisian aturan-aturan dalam bentuk “if-then” sebagai berikut

$$\text{IF } a \text{ is } X \text{ THEN } b \text{ is } Y \quad (2.1)$$

dimana X dan Y berupa variable linguistik berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Pernyataan “a is X” disebut premis dan “b is Y” disebut kesimpulan.

4. Defuzzifikasi

Proses yang menentukan keluaran berdasarkan proses-proses sebelumnya. Keluaran yang masih berupa fungsi keanggotaan akan dicari berdasarkan domainnya yang kemudian dikonversi menjadi nilai tegas.



### 2.15. Fuzzy Sugeno

Pada 1985, Takagi Sugeno Kang memperkenalkan metode *fuzzy Sugeno*. Metode ini sama seperti metode *fuzzy* lainnya, yang membedakan adalah keluaran dari metode ini tidak memiliki fungsi keanggotaan, melainkan nilai tegas (orde 0) atau persamaan linear (orde 1). Metode ini secara komputasi dinilai lebih sederhana dan lebih cepat dibandingkan metode lainnya walaupun dengan akurasi yang lebih rendah. Untuk rumus Orde 0 adalah sebagai berikut

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k \quad (2.2)$$

dengan  $A_n$  berupa himpunan *fuzzy* ke- $i$  sebagai premis,  $\circ$  adalah operator AND atau OR dan  $k$  merupakan konstanta tegas sebagai kesimpulan. Sedangkan rumus Orde 1 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} &\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\ &\text{THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \end{aligned} \quad (2.3)$$

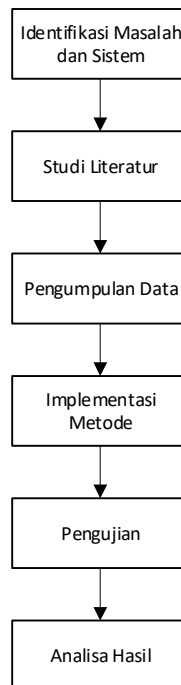
dengan  $A_n$  merupakan himpunan *fuzzy* ke- $n$  sebagai premis,  $\circ$  adalah operator AND atau OR,  $p_i$  adalah konstanta ke- $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen (Doni & Rahman, 2020).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Desain Penelitian

Berikut adalah gambaran mengenai penelitian yang akan dilaksanakan.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

a. Identifikasi Masalah dan Sistem

Identifikasi masalah adalah tahap awal menemukan masalah ilmiah dengan didasari pertanyaan penelitian berdasarkan dari latar belakang penelitian. Setelah itu dilakukan identifikasi sistem yang merupakan tahap menemukan dan menggambarkan sistem yang akan dibangun sesuai dengan topik

permasalahan yang diangkat. Identifikasi sistem meliputi perangkat keras, perangkat lunak, dan kebutuhan data.

b. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap mempelajari dan memahami teori yang berkaitan dengan penelitian. Dimulai dari definisi cabai, hidroponik, *wick system*, metode *fuzzy*, perangkat-perangkat yang terlibat, konsep IOT, dan penelitian terkait.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahap mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Data berupa kondisi ideal cabai dan data-data terkait *input* dan *output* yang digunakan dalam metode perhitungan. Data tersebut diperoleh dari literatur dan penelitian terkait. Data yang digunakan juga berupa suhu dan kelembaban ruangan hidroponik yang didapatkan dari sensor.

d. Implementasi Metode

Implementasi metode adalah tahap dalam membangun sistem. Sistem dibuat sedemikian rupa supaya dapat memecahkan masalah yang diangkat. Sistem dibangun menggunakan metode yang telah dijelaskan sebelumnya.

e. Pengujian

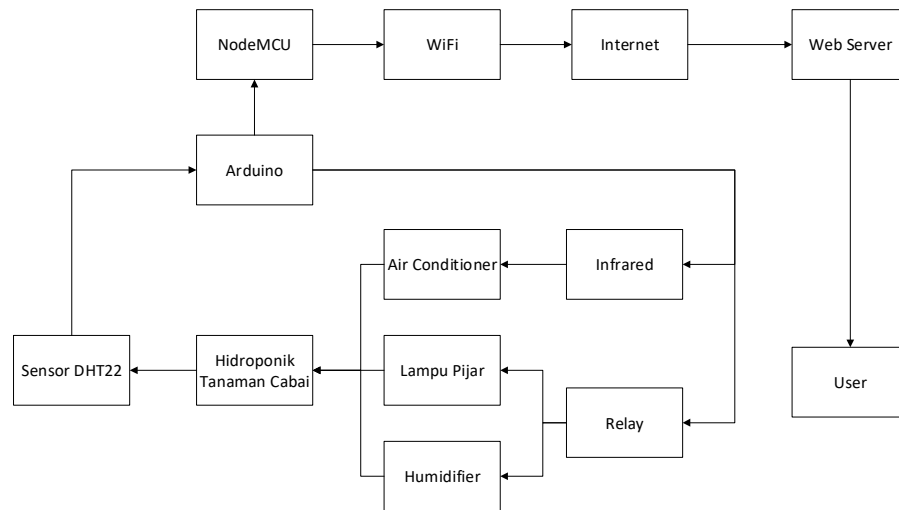
Pengujian adalah tahap melakukan uji sistem dengan melakukan beberapa kali proses supaya dapat diketahui jika masih terdapat kesalahan yang bersifat teknis. Tahap ini melakukan pengujian terhadap alat-alat yang terlibat untuk memastikan berjalan dengan normal. Pengujian juga dilakukan terhadap sistem untuk memastikan berjalan dengan benar. Alat-alat yang terlibat kemudian diuji secara langsung pada pertumbuhan hidroponik *wick* cabai.

#### f. Analisa Hasil

Analisa hasil adalah tahap mengamati dan menemukan kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan.

### 3.2. Desain Sistem

Berikut adalah gambaran mengenai sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini.



Gambar 3.2 Desain Sistem

Sensor suhu dan sensor kelembaban diletakkan di sekitar hidroponik *wick* tanaman cabai untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban area sekitar. Data tersebut kemudian dikirim ke mikrokontroler arduino. Perhitungan dengan metode *Fuzzy Sugeno* dilakukan di dalam arduino yang menghasilkan output hasil perhitungan.

Data suhu, kelembaban beserta hasil perhitungan dikirim ke *web server* melalui internet dengan bantuan modul NodeMCU yang memungkinkan arduino untuk terhubung ke internet. Pengguna dapat mengakses data tersebut melalui *platform* yang terhubung dengan internet menggunakan *browser*. Disamping itu,

arduino melakukan kontrol otomatis ke *air conditioner*, lampu pijar, dan *humidifier* berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *infrared* dan *relay*.

1. Sensor DHT22

DHT22 digunakan untuk menangkap suhu dan kelembaban area sekitar hidroponik. Sensor diletakkan di dekat hidroponik dan terhubung dengan Arduino. Data suhu dan kelembaban kemudian diteruskan ke Arduino untuk dilakukan proses perhitungan.

2. Arduino

Arduino sebagai mikrokontroler yang berperan penting dalam mengontrol sistem yang terlibat dalam hidroponik. Arduino yang bertugas untuk menerima inputan dari sensor berupa suhu dan kelembaban. Data tersebut dilakukan perhitungan dengan metode *fuzzy Sugeno*. Hasil perhitungan dari arduino akan melakukan kontrol secara otomatis sehingga sesuai dengan yang diharapkan. Disamping itu, data suhu, kelembaban dan hasil perhitungan diteruskan dari arduino ke *web server* melalui internet. Proses dalam arduino dilakukan dengan program menggunakan arduino IDE dan bahasa pemrograman C.

3. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler yang memiliki kemampuan untuk terhubung ke WiFi dan jaringan internet menggunakan modul ESP8266. NodeMCU dapat bekerja selayaknya Arduino, namun NodeMCU memiliki keterbatasan spesifikasi sehingga proses penerimaan data dan penghitungan menggunakan metode *fuzzy Sugeno* dilakukan oleh Arduino. NodeMCU hanya berperan

sebagai pengirim data dari arduino ke *web server* melalui jaringan WiFi yang terkoneksi ke internet.

#### 4. Relay

*Relay* adalah saklar yang mengontrol arus listrik. Tujuan utama penerapan *relay* adalah untuk men-*trigger* suatu alat elektronik menggunakan sinyal *HIGH* dan *LOW*. Penerapannya, *relay* terhubung dengan Arduino untuk mengontrol kondisi nyala (*on*) dan mati (*off*) dari *humidifier* dan lampu pijar berdasarkan hasil perhitungan.

#### 5. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui arus listrik yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Lampu pijar diletakkan di dalam ruangan hidroponik. Tujuan utamanya untuk menurunkan kelembaban udara serta meningkatkan suhu udara dalam ruangan hidroponik. Pengoperasian lampu pijar dilakukan secara *on* dan *off* oleh *relay* sesuai kondisi ruangan dan hasil perhitungan.

#### 6. Humidifier

*Humidifier* adalah alat pelembab ruangan. Alat ini dipasang dalam ruangan hidroponik untuk meningkatkan kelembaban ruangan tersebut. Pengoperasian *humidifier* dilakukan secara *on* dan *off* oleh *relay* sesuai kondisi ruangan dan hasil perhitungan.

#### 7. Infrared

*Infrared* berperan sebagai pengganti *remote* pada *air conditioner*. Alat ini mampu mengontrol tingkatan pada *air conditioner*. *Infrared* terhubung dengan arduino untuk mengontrol tingkatan tersebut berdasarkan hasil perhitungan.

#### 8. Air Conditioner

*Air Conditioner* adalah alat penyejuk ruangan. Alat ini dipasang dalam ruangan hidroponik sebagai pendingin ruangan ketika suhu dalam ruangan meningkat. *Air Conditioner* memiliki beberapa tingkatan yang dapat dikontrol secara otomatis menggunakan *infrared* berdasarkan kondisi ruangan dan hasil perhitungan.

#### 9. Sistem Operasi

Sistem operasi yang digunakan adalah *windows*. Dalam penelitian ini, tidak dibutuhkan sistem operasi tertentu, karena seluruh proses yang melibatkan *software* dikerjakan menggunakan aplikasi yang dapat berjalan di *windows*.

#### 10. Arduino IDE

Arduino memiliki sebuah IDE resmi yang mendukung pemrograman dalam arduino. IDE ini memungkinkan untuk menuliskan instruksi dalam bentuk kode dan program yang kemudian di *upload* atau ditanamkan pada Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C dan C++.

#### 11. Web Server

*Web Server* adalah sebuah *server* berbasis website yang dapat diakses oleh *user* sebagai sebuah *request*. Server kemudian merespon *request* tersebut dengan data yang dibutuhkan sebagai sebuah *response*. Dalam penerapannya, *web*

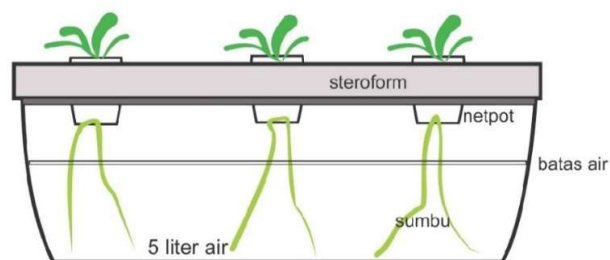
*server* berfungsi sebagai penyedia layanan untuk menampilkan data suhu dan kelembaban dari hidroponik. Pengguna dapat mengakses data tersebut melalui *browser* dan internet sehingga diharapkan pengguna mendapatkan data suhu dan kelembaban secara cepat dan aktual. Dalam pengembangannya, digunakan bahasa pemrograman PHP.

## 12. *MySQL*

*MySQL* adalah salah satu *Database Management System* yang berfungsi untuk melakukan pengolahan data. Pengolahan data pada umumnya adalah mengambil data, menyimpan data, merubah data, dan menghapus data. *MySQL* dapat diterapkan dengan PHP pada *web server* sebagai sarana penyimpanan data suhu dan kelembaban sehingga data lebih terjamin keamanannya dan tidak mudah hilang.

### 3.3. Perancangan Hidroponik Wick

Berikut adalah rancangan hidroponik *wick* dalam penelitian ini.



Gambar 3.3 Rancangan Hidroponik Wick

### 3.4. Penerapan Fuzzy Sugeno

Dalam penelitian ini, digunakan metode *fuzzy Sugeno* untuk melakukan perhitungan dan kontrol otomatis dalam rangka menjaga kondisi ideal suhu dan

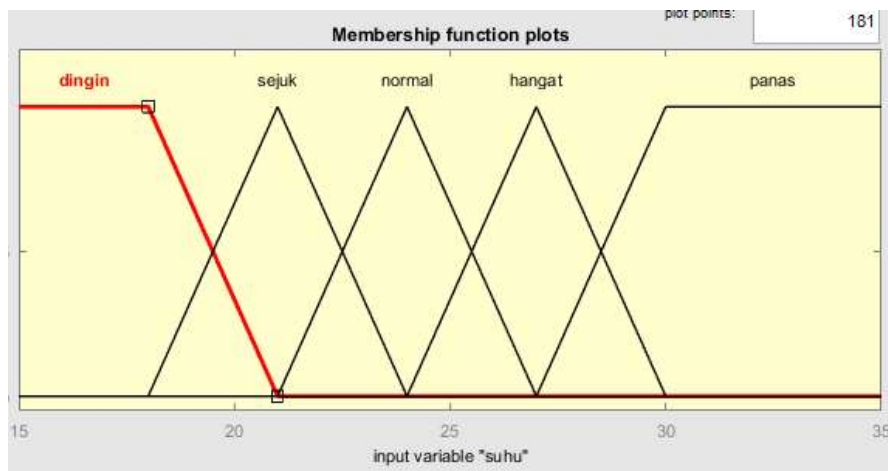


kelembaban tanaman cabai. Penelitian ini menggunakan *fuzzy Sugeno* orde 0. Aturan dasar (*rule base*) dalam metode ini direpresentasikan ke dalam bentuk “*IF-THEN*”. *Output* (konsekuen) tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan data konstanta.

### 3.4.1. Fuzzifikasi

*Fuzzifikasi* adalah proses merubah nilai tegas menjadi fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan diperoleh dari penelitian sebelumnya. Terdapat dua *input* yang digunakan yakni suhu dan kelembaban udara. *Input* suhu memiliki lima variabel linguistik yakni dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas. Untuk *input* kelembaban memiliki tiga variabel linguistik yakni rendah, normal, dan tinggi. Untuk *output*, terdapat tiga yang digunakan yaitu *air conditioner*, lampu pijar, dan *humidifier*. Pada *air conditioner*, terdapat lima variabel linguistik yaitu dingin, sejuk, dan normal. Sedangkan pada lampu pijar dan *humidifier* terdapat dua variabel linguistik yaitu mati dan nyala.

#### 1. Variabel Suhu



Gambar 3.4 Himpunan Keanggotaan Suhu

Tabel 3.1 Nilai Keanggotaan Suhu

Variabel Linguistik	Nilai Keanggotaan
Dingin	-3°C - 21°C {Trapeسيوم: -3 0 18 21}
Sejuk	18°C - 24°C {Segitiga: 18 21 24}
Normal	21°C - 27°C {Segitiga: 21 24 27}
Hangat	24°C - 30°C {Segitiga: 24 27 30}
Panas	27°C - 45°C {Trapeسيوم: 27 30 40 45}

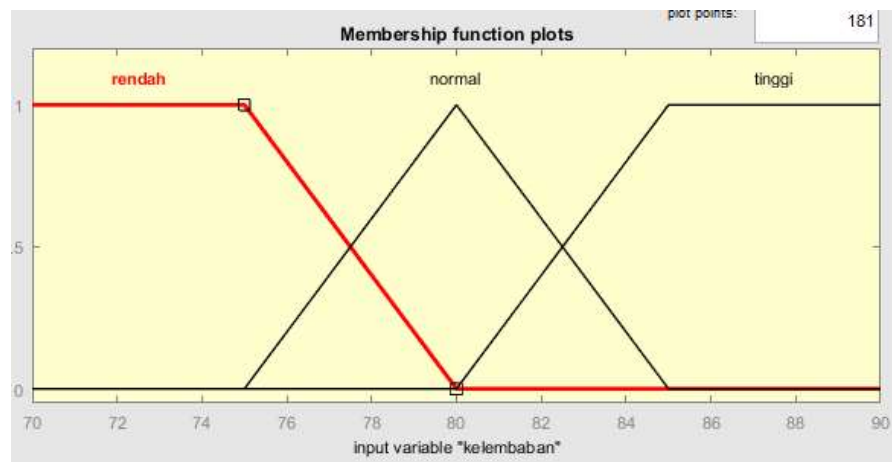
Berikut contoh perhitungannya jika suhu yang diperoleh dari sensor 25°C dimana nilai tersebut berada pada kurva turun anggota normal dan kurva naik anggota hangat.

$$x = 25^{\circ}\text{C} \quad (3.1)$$

$$\mu_{\text{Normal}} = \frac{c - x}{c - b} = \frac{27 - 25}{27 - 24} = 0,66 \quad (3.2)$$

$$\mu_{\text{Hangat}} = \frac{x - a}{b - a} = \frac{25 - 24}{27 - 24} = 0,33 \quad (3.3)$$

## 2. Variabel Kelembaban Udara



Gambar 3.5 Himpunan Keanggotaan Kelembaban

Tabel 3.2 Nilai Keanggotaan Kelembaban

Variabel Linguistik	Nilai Keanggotaan
Rendah	0% - 80% {Trapesium: 0 10 75 80}
Normal	75% - 85% {Segitiga: 75 80 85}
Tinggi	80% - 100% {Trapesium: 80 85 95 100}

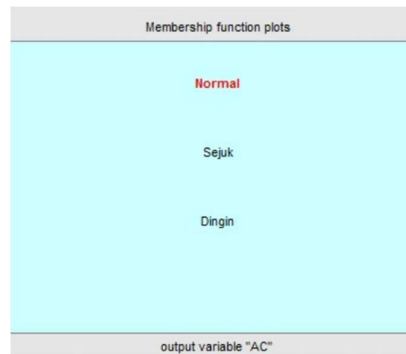
Berikut contoh perhitungannya jika kelembaban yang diperoleh dari sensor 82% dimana berada pada kurva turun normal dan kurva naik tinggi.

$$x = 82\% \quad (3.4)$$

$$\mu_{\text{Normal}} = \frac{c - x}{c - b} = \frac{27 - 25}{27 - 24} = 0,6 \quad (3.5)$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} = \frac{x - a}{b - a} = \frac{25 - 24}{27 - 24} = 0,4 \quad (3.6)$$

### 3. Variabel Air Conditioner



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Air Conditioner

Tabel 3.3 Nilai Keanggotaan Air Conditioner

Dingin	Sejuk	Normal
16°C	24°C	31°C

#### 4. Variabel Lampu Pijar

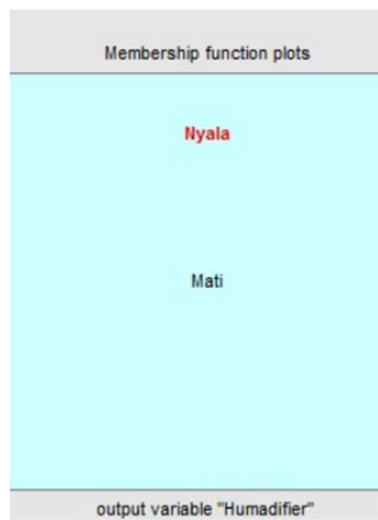


Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Lampu Pijar

Tabel 3.4 Nilai Keanggotaan Lampu Pijar

<b>Mati</b>	<b>Nyala</b>
1	2

#### 5. Variabel *Humidifier*



Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan *Humidifier*

Tabel 3.5 Nilai Keanggotaan *Humidifier*

<b>Mati</b>	<b>Nyala</b>
1	2

### 3.4.2. Inferensi

Dalam tahap ini, dilakukan pendefinisian aturan dasar (*rule base*) yang melibatkan beberapa kondisi *input* untuk menghasilkan suatu *output*. Pada penelitian ini, digunakan operasi *AND*, metode implikasi *min* dan agregasi *max*.

Tabel 3.6 *Rule Base*

Suhu (S) / Kelembaban (K)	<b>(K) Rendah</b>	<b>(K) Normal</b>	<b>(K) Tinggi</b>
<b>(S) Dingin</b>	AC Sejuk Lampu Nyala Humidifier Nyala	AC Sejuk Lampu Nyala Humidifier Mati	AC Normal Lampu Nyala Humidifier Mati
<b>(S) Sejuk</b>	AC Sejuk Lampu Nyala Humidifier Nyala	AC Sejuk Lampu Nyala Humidifier Mati	AC Normal Lampu Nyala Humidifier Mati
<b>(S) Normal</b>	AC Sejuk Lampu Mati Humidifier Nyala	AC Normal Lampu Mati Humidifier Mati	AC Normal Lampu Nyala Humidifier Mati
<b>(S) Hangat</b>	AC Dingin Lampu Mati Humidifier Nyala	AC Dingin Lampu Mati Humidifier Mati	AC Sejuk Lampu Nyala Humidifier Mati
<b>(S) Panas</b>	AC Dingin Lampu Mati Humidifier Nyala	AC Dingin Lampu Mati Humidifier Mati	AC Dingin Lampu Nyala Humidifier Mati

Berdasarkan perhitungan sebelumnya

$$\begin{array}{ll} \text{Suhu } \mu_{\text{Normal}} : 0,66 & \text{Kelembaban } \mu_{\text{Normal}} : 0,6 \\ \mu_{\text{Hangat}} : 0,33 & \mu_{\text{Tinggi}} : 0,4 \end{array}$$

Maka, dilakukan perbandingan dan ambil nilai terkecil diantaranya

$$\text{Suhu } \mu_{\text{Normal}} > \text{Kelembaban } \mu_{\text{Normal}} = 0,6 \quad (3.7)$$

$$\text{Suhu } \mu_{\text{Normal}} > \text{Kelembaban } \mu_{\text{Tinggi}} = 0,4 \quad (3.8)$$

$$\text{Suhu } \mu_{\text{Hangat}} < \text{Kelembaban } \mu_{\text{Normal}} = 0,33 \quad (3.9)$$

$$\text{Suhu } \mu_{\text{Hangat}} < \text{Kelembaban } \mu_{\text{Tinggi}} = 0,33 \quad (3.10)$$

Untuk nilai keanggotaan *output* didapatkan dengan menyesuaikan *rulebase*. Dalam contoh berikut diterapkan pada *output* AC saja.

$$\text{IF Suhu is Normal AND Kelembaban is Normal THEN AC is Normal} \quad (3.11)$$

$$\text{IF Suhu is Normal AND Kelembaban is Tinggi THEN AC is Normal} \quad (3.12)$$

$$\text{IF Suhu is Hangat AND Kelembaban is Normal THEN AC is Dingin} \quad (3.13)$$

$$\text{IF Suhu is Hangat AND Kelembaban is Tinggi THEN AC is Sejuk} \quad (3.14)$$

### 3.4.3. Defuzzifikasi

Dalam tahap ini, dilakukan perubahan nilai *fuzzy* menjadi data konstanta. Pada *fuzzy Sugeno*, defuzzifikasi dilakukan dengan perhitungan rata-rata tertimbang

$$Z = \frac{w1.z1 + w2.z2}{w1 + w2} \quad (3.15)$$

Keterangan:

$Z$  = hasil defuzzifikasi

$w_1 w_2$  = hasil fuzzifikasi

$z_1 z_2$  = fungsi keanggotaan *output*

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, maka

$$Z = \frac{(0,6 \times 31) + (0,4 \times 31) + (0,33 \times 16) + (0,33 \times 24)}{0,6 + 0,4 + 0,33 + 0,33} = 26,6 \quad (3.15)$$

Maka, dari hasil perhitungan defuzzifikasi, disimpulkan bahwa dengan kondisi suhu 25°C dan kelembaban 82%, menghasilkan output untuk *air conditioner* 26,6°C.

### 3.5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Penanaman Cabai

Penanaman cabai dilakukan ketika berbentuk benih dengan metode konvensional selama dua sampai tiga minggu. Bibit cabai tersebut kemudian ditanam dengan metode hidroponik *wick system* dengan memindahkannya dari media tanah ke *netpot*. *Netpot* tersebut diletakkan pada *sterofoam* dan *sterofoam* tersebut diletakkan di atas tangki air. Pastikan tanaman pada *netpot* telah terpasang kain flanel sebagai sumbu dan tercelup air dalam tangki.

#### 2. Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman dilakukan setiap dua hari sekali untuk memastikan tanaman tumbuh dengan baik. Jika terjadi ketidaknormalan pada pertumbuhan tanaman, perlu dilakukan penyesuaian. Disamping itu, dilakukan pengawasan

terhadap area sekitar tanaman agar terbebas dari hama atau serangga yang dapat merugikan.

### 3. Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap dua hari sekali untuk memastikan alat dapat berjalan dengan normal. Disamping itu, dilakukan pengecekan terhadap tanaman cabai terkait pertumbuhannya ketika alat yang digunakan telah dipastikan normal.

### 4. Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini adalah data suhu dan kelembaban udara dalam ruangan hidroponik.

### 5. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan untuk menguji apakah sistem dapat berjalan dengan baik dalam menunjang pertumbuhan tanaman cabai. Berikut beberapa skenario pengujian yang akan dilakukan

- a. Pengujian kalibrasi sensor DHT22 untuk memastikan sensor dapat membaca suhu dan kelembaban dengan baik. Hasil pembacaan sensor akan dibandingkan dengan hasil pembacaan alat yang akurat, dalam hal ini digunakan *thermometer* untuk pembanding pembacaan suhu dan *hygrometer* untuk pembanding pembacaan kelembaban.
- b. Pengujian perhitungan *fuzzy Sugeno* untuk memastikan perhitungan yang dilakukan oleh sistem (arduino) dapat menghasilkan *output* yang sesuai. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan MATLAB.



- c. Pengamatan otomatis sistem untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Pengamatan dilakukan dengan mengamati suhu dan kelembaban area tanaman selama satu jam pada siang hari dan malam hari. Dengan ini dapat dianalisa apakah sistem dapat beradaptasi pada siang dan malam hari dengan kondisi alami yang berbeda.
- d. Pengujian *confusion matrix* untuk menemukan apakah alat yang digunakan untuk menstabilkan suhu dan kelembaban bisa berjalan sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy Sugeno*. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan dengan keadaan alat yang sebenarnya, kemudian dicatat dan dilakukan pengujian dengan *confusion matrix*. Pengujian ini akan menghasilkan akurasi untuk masing-masing alat dalam bereaksi terhadap hasil perhitungan dan perintah arduino.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian dan pembahasan pada penelitian sistem otomatis pengendali untuk hidroponik tanaman cabai yang telah dirancang menggunakan metode *fuzzy*.

#### 4.1. Hasil Pengujian

Pengujian yang dilaksanakan adalah untuk mengetahui kinerja alat dan kinerja otomasi sistem. Pengujian alat dilakukan terhadap sensor yang digunakan untuk memastikan sensor berjalan dengan akurat. Pengujian perhitungan *fuzzy* dilakukan dengan melakukan beberapa proses secara berulang-ulang dengan kombinasi *input* dan *output* yang berbeda. Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil perhitungan oleh sistem dengan MATLAB untuk mengetahui akurasi. Pengujian sistem dilaksanakan dengan melakukan pengamatan data pada siang dan malam hari. Tujuannya adalah mengetahui kinerja sistem dengan kondisi waktu yang berbeda. Terakhir dilaksanakan pengujian untuk memastikan alat dapat bereaksi sesuai dengan hasil perhitungan pada Arduino. Pada pengujian ini digunakan *confusion matrix* untuk membandingkan hasil pada perhitungan dengan keadaan alat yang sebenarnya.

##### 4.1.1. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan terhadap sensor untuk memastikan sensor berjalan dengan akurat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor

dengan pembacaan alat khusus. Dalam kasus ini, digunakan *thermometer* sebagai acuan pembacaan suhu serta *hygrometer* sebagai acuan pembacaan kelembaban.

Data pembacaan oleh sensor dan alat khusus kemudian dibandingkan dan dilakukan perhitungan *relative error* untuk mengetahui nilai *error* diantara keduanya. Berikut rumus yang digunakan untuk menemukan nilai *error* (Nugraha, 2018).

$$Error = \left| \frac{Pembacaan\ sensor - Pembacaan\ alat}{Pembacaan\ alat} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata *error* dari semua data hasil pengujian dengan rumus sebagai berikut

$$Rata - rata\ Error = \frac{\sum Error}{\sum Data\ Uji} \quad (4.2)$$

### 1. Pengujian Pembacaan Suhu

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan oleh *thermometer*. Berikut hasil perbandingan beserta persentase *error*

Tabel 4.1 Kalibrasi Sensor Suhu

No	Sensor DHT22 (°C)	Thermometer (°C)	Error (%)
1	25.5	25.2	1,19
2	25.7	25.3	1,58
3	26	25.6	1,56
4	26.1	25.7	1,55
5	25.9	25.5	1,57
6	25.5	25.1	1,59
7	25	25	0
8	24.3	24.8	2,01
9	24.3	24.9	2,4

10	24.4	25	2,4
Rata-rata <i>Error</i> (%)			1,585

## 2. Pengujian Pembacaan Kelembaban

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan oleh *hygrometer*. Berikut hasil perbandingan beserta persentase *error*

Tabel 4.2 Kalibrasi Sensor Kelembaban

No	Sensor DHT22 (%)	<i>Hygrometer</i> (°%)	<i>Error</i> (%)
1	81	82,4	1,69
2	80.3	81,7	1,71
3	79.8	81,5	2,08
4	79.6	81,4	2,21
5	79.8	81,2	1,72
6	77.8	80,4	3,23
7	76.3	79,6	4,14
8	79	80,3	1,62
9	80.6	80,9	0,624
10	81	80,7	0,37
Rata-rata <i>Error</i> (%)			1,939

### 4.1.2. Pengujian Perhitungan Sistem dengan MATLAB

Data suhu dan kelembaban yang diperoleh dari sensor DHT22, diproses oleh arduino menggunakan metode *fuzzy*. Untuk memastikan hasil perhitungan oleh sistem akurat, maka dilakukan perbandingan dengan hasil perhitungan oleh MATLAB. Data dibandingkan dan dilakukan perhitungan *relative error* untuk mengetahui nilai *error* diantara keduanya.

Tabel 4.3 Pengujian Perhitungan Fuzzy Sugeno

No	Input		Output						Error (%)		
	S (°C)	K (%)	Matlab			Sistem			AC	L	H
			AC	L	H	AC	L	H			
1	25.6	80.3	23.5	1.11	1	23.48	1.11	1	0.085	0	0
2	25.5	83.5	26	1.63	1	26	1.62	1	0	0.613	0
3	25	83.4	26.7	1.61	1	26.65	1.61	1	0.187	0	0
4	26.6	82.3	22.1	1.47	1	22.06	1.47	1	0.181	0	0
5	25.5	74.4	20	1	2	20	1	2	0	0	0
6	24	80	31	1	1	31	1	1	0	0	0
7	24.3	80.6	29.2	1.18	1	29.17	1.18	1	0.103	0	0
8	26.3	81.5	22.4	1.36	1	22.41	1.36	1	0.044	0	0
9	26	81.7	23.6	1.4	1	23.63	1.4	1	0,127	0	0
10	25.2	80	25	1	1	25	1	1	0	0	0
Rata-rata Error (%)									0,073	0,061	0

#### 4.1.3. Pengujian Otomasi Sistem

Untuk memastikan sistem berjalan dengan baik, dilakukan pengujian dengan mengamati suhu dan kelembaban area sekitar tanaman yang diperoleh dari sensor selama sistem berjalan. Pengujian dilakukan pada waktu siang dan malam hari. Tujuannya untuk mengamati kinerja sistem dalam menjaga kondisi ideal tanaman cabai dengan keadaan waktu yang berbeda. Pengamatan dilakukan selama kurang lebih 60 menit di setiap waktu dengan pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan setiap menit.

## 1. Pengujian Siang Hari

Berikut adalah pengujian pada siang hari yang dilakukan mulai jam 12:00 selama 60 menit dengan pengambilan data dilakukan setiap menit.

Tabel 4.4 Pengujian Otomasi Sistem pada Siang Hari

Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	AC	Lampu	Humidifier
12:01	25.1	79.9	Normal	Mati	Nyala
12:02	25.2	80.3	Normal	Nyala	Mati
12:03	25.2	80.7	Normal	Nyala	Mati
12:04	25.5	80.3	Sejuk	Nyala	Mati
12:05	25.8	79.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:06	26	78.4	Sejuk	Mati	Nyala
12:07	25.6	76.5	Sejuk	Mati	Nyala
12:08	25.1	74.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:09	24.6	73.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:10	24.2	76.3	Normal	Mati	Nyala
12:11	24.1	79.2	Normal	Mati	Nyala
12:12	24.1	80.8	Normal	Nyala	Mati
12:13	24.4	81.8	Normal	Nyala	Mati
12:14	24.8	80.8	Normal	Nyala	Mati
12:15	25.2	80	Normal	Mati	Mati
12:16	25.5	79.4	Sejuk	Mati	Nyala
12:17	25.5	79.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:18	25.4	79.9	Sejuk	Mati	Nyala
12:19	25	77.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:20	24.5	75.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:21	24.1	76.8	Normal	Mati	Nyala
12:22	24.1	79.1	Normal	Mati	Nyala
12:23	24.2	80.3	Normal	Nyala	Mati

12:24	24.3	80.9	Normal	Nyala	Mati
12:25	24.7	80.6	Normal	Nyala	Mati
12:26	25.1	79.8	Normal	Mati	Nyala
12:27	25.5	79.4	Sejuk	Mati	Nyala
12:28	25.4	79.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:29	25.3	80.4	Normal	Nyala	Mati
12:30	25.2	81.2	Normal	Nyala	Mati
12:31	25.5	81	Normal	Nyala	Mati
12:32	25.7	80.3	Sejuk	Nyala	Mati
12:33	26	79.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:34	26.1	79.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:35	25.9	79.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:36	25.5	77.8	Sejuk	Mati	Nyala
12:37	25	76.3	Sejuk	Mati	Nyala
12:38	24.3	79	Normal	Mati	Nyala
12:39	24.3	80.6	Normal	Nyala	Mati
12:40	24.4	81	Normal	Nyala	Mati
12:41	24.8	81.1	Normal	Nyala	Mati
12:42	25.2	80.5	Normal	Nyala	Mati
12:43	25.5	80.1	Sejuk	Nyala	Mati
12:44	25.8	79.7	Sejuk	Mati	Nyala
12:45	25.9	79.6	Sejuk	Mati	Nyala
12:46	25.7	80.1	Sejuk	Nyala	Mati
12:47	25.5	81	Normal	Nyala	Mati
12:48	25.7	80.2	Sejuk	Nyala	Mati
12:49	25.7	76.9	Sejuk	Mati	Nyala
12:50	25.5	74.4	Sejuk	Mati	Nyala
12:51	24.8	74.3	Sejuk	Mati	Nyala
12:52	24.5	77.6	Normal	Mati	Nyala

12:53	24.4	79.7	Normal	Mati	Nyala
12:54	24.4	80	Normal	Mati	Mati
12:55	24.2	77.4	Normal	Mati	Nyala
12:56	24	78	Normal	Mati	Nyala
12:57	24	80	Normal	Mati	Mati
12:58	24.1	80.9	Normal	Nyala	Mati
12:59	24.1	78.7	Normal	Mati	Nyala
13:00	24.2	76.5	Normal	Mati	Nyala

Dari pengujian diatas dapat diambil analisa sebagai berikut

- a. Sistem mampu menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban dengan rata-rata **suhu** adalah **24.9°C** dan rata-rata **kelembaban** adalah **79,1%**
- b. *Air conditioner* bergantian berada pada posisi normal dan sejuk dengan rata-rata **normal** dengan persentase **55%** dan posisi **sejuk** dengan persentase **45%** dan tidak pernah berada pada posisi **dingin**
- c. Lampu sering berada pada posisi **mati** dengan persentase **63%**
- d. *Humidifier* sering berada pada posisi **nyala** dengan persentase **58%**
- e. Lampu dan *Humidifier* seringkali bergantian aktif untuk menstabilkan suhu dan kelembaban. Namun ada beberapa titik ketika lampu dan *humidifier* mati secara bersamaan, yakni ketika suhu dan kelembaban berada pada kondisi yang sangat ideal, yakni pada menit ke **15, 54, dan 57**.

## 2. Pengujian Malam Hari

Berikut adalah pengujian pada malam hari yang dilakukan mulai jam 21:00 selama 60 menit dengan pengambilan data dilakukan setiap menit.



Tabel 4.5 Pengujian Otomasi Sistem pada Malam Hari

Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	AC	Lampu	Humidifier
21:01	25.6	80.3	Sejuk	Nyala	Mati
21:02	25.6	80.2	Sejuk	Nyala	Mati
21:03	25.5	78.9	Sejuk	Mati	Nyala
21:04	24.8	76.4	Sejuk	Mati	Nyala
21:05	24.4	77.1	Normal	Mati	Nyala
21:06	24.3	79.8	Normal	Mati	Nyala
21:07	24.5	81.6	Normal	Nyala	Mati
21:08	24.6	82.9	Normal	Nyala	Mati
21:09	25	83.4	Normal	Nyala	Mati
21:10	25.3	83.4	Normal	Nyala	Mati
21:11	25.5	83.5	Normal	Nyala	Mati
21:12	26.61	83.1	Sejuk	Nyala	Mati
21:13	26.4	82.4	Sejuk	Nyala	Mati
21:14	26.6	82.3	Sejuk	Nyala	Mati
21:15	26.4	78.2	Sejuk	Mati	Nyala
21:16	26	76.6	Sejuk	Mati	Nyala
21:17	25.3	75.5	Sejuk	Mati	Nyala
21:18	24.3	78.1	Normal	Mati	Nyala
21:19	24.3	80.3	Normal	Nyala	Mati
21:20	24.5	81.7	Normal	Nyala	Mati
21:21	25	82.3	Normal	Nyala	Mati
21:22	25.5	81.9	Normal	Nyala	Mati
21:23	25.8	81.7	Normal	Nyala	Mati
21:24	26.1	81.5	Sejuk	Nyala	Mati
21:25	26.3	81.5	Sejuk	Nyala	Mati
21:26	26.4	80.7	Sejuk	Nyala	Mati
21:27	25.9	75.7	Sejuk	Mati	Nyala

21:28	25.1	75.1	Sejuk	Mati	Nyala
21:29	24.6	77.7	Normal	Mati	Nyala
21:30	24.5	80.1	Normal	Nyala	Mati
21:31	24.6	81.6	Normal	Nyala	Mati
21:32	25.1	82.2	Normal	Nyala	Mati
21:33	25.9	81.9	Normal	Nyala	Mati
21:34	25.9	81.7	Sejuk	Nyala	Mati
21:35	26.1	81.4	Sejuk	Nyala	Mati
21:36	26.3	81.4	Sejuk	Nyala	Mati
21:37	26.3	79.3	Sejuk	Mati	Nyala
21:38	26	76.5	Sejuk	Mati	Nyala
21:39	25.3	75.7	Sejuk	Mati	Nyala
21:40	24.6	76.3	Sejuk	Mati	Nyala
21:41	24.4	81.4	Normal	Nyala	Mati
21:42	24.5	82.3	Normal	Nyala	Mati
21:43	25	82.7	Normal	Nyala	Mati
21:44	25.5	82.3	Normal	Nyala	Mati
21:45	25.8	82	Normal	Nyala	Mati
21:46	26	81.7	Sejuk	Nyala	Mati
21:47	26.3	81.7	Sejuk	Nyala	Mati
21:48	26	77.8	Sejuk	Mati	Nyala
21:49	25.5	76.1	Sejuk	Mati	Nyala
21:50	24.8	75.2	Sejuk	Mati	Nyala
21:51	24.4	78.1	Sejuk	Mati	Nyala
21:52	24.3	80.7	Normal	Nyala	Mati
21:53	24.5	82	Normal	Nyala	Mati
21:54	24.9	82.6	Normal	Nyala	Mati
21:55	25.3	82.2	Normal	Nyala	Mati
21:56	25.6	82	Normal	Nyala	Mati

21:57	26	81.9	Sejuk	Nyala	Mati
21:58	26	81.6	Sejuk	Nyala	Mati
21:59	26.1	80.2	Sejuk	Nyala	Mati
22:00	25.5	76.5	Sejuk	Mati	Nyala

Dari pengujian diatas dapat diambil analisa sebagai berikut

1. Sistem mampu menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban dengan rata-rata **suhu** adalah **25.3°C** dan rata-rata **kelembaban** adalah **80,2%**
2. *Air conditioner* bergantian berada pada posisi normal dan sejuk dengan rata-rata **normal** dengan persentase **47%** dan posisi **sejuk** dengan persentase **53%** dan tidak pernah berada pada posisi **dingin**
3. Lampu sering berada pada posisi **nyala** dengan persentase **66%**
4. *Humidifier* sering berada pada posisi **mati** dengan persentase **66%**
5. Lampu dan *Humidifier* seringkali bergantian aktif untuk menstabilkan suhu dan kelembaban.

#### 4.1.4. Pengujian Confusion Matrix

Pengujian dilakukan untuk memastikan apakah alat *output* yang digunakan untuk menstabilkan ruangan sudah bekerja sesuai dengan hasil perhitungan. Pengujian ini membandingkan data hasil perhitungan oleh sistem dan membandingkan hasilnya dengan keadaan alat yang sebenarnya. Diambil 10 data baru dengan diberikan gangguan terhadap kondisi suhu dan kelembaban sehingga menghasilkan keberagaman output untuk mengetahui respon dari alat.

Tabel 4.6 Perbandingan Data Hasil Perhitungan dan Hasil Aktual

S (°C)	K (%)	Hasil Perhitungan			Hasil Aktual		
		AC	L	H	AC	L	H
24.3	80.2	Normal	Nyala	Mati	Normal	Nyala	Mati
26.3	77.8	Sejuk	Mati	Nyala	Sejuk	Mati	Nyala
28.4	75.8	Dingin	Mati	Nyala	Dingin	Mati	Nyala
27.5	80.2	Sejuk	Nyala	Mati	Sejuk	Nyala	Nyala
25.7	79	Sejuk	Mati	Nyala	Sejuk	Mati	Nyala
23.7	79.3	Normal	Nyala	Nyala	Normal	Nyala	Nyala
21.6	74.2	Sejuk	Nyala	Nyala	Sejuk	Nyala	Nyala
23.2	80.8	Normal	Nyala	Mati	Normal	Nyala	Mati
20.1	83.2	Normal	Nyala	Mati	Normal	Nyala	Mati
24.2	80	Normal	Mati	Mati	Normal	Mati	Mati

Dari tabel diatas, dapat dilanjutkan ke pengujian *confusion matrix* dan mendapatkan akurasi untuk setiap variabel *output*.

Tabel 4.7 Pengujian *Confusion Matrix Air Conditioner*

Air Conditioner		Prediksi		
		Dingin	Sejuk	Normal
Aktual	Dingin	1	0	0
	Sejuk	0	4	0
	Normal	0	0	5

Pada *air conditioner*, karena terdapat tiga variabel (dingin, sejuk, normal) maka harus dipetakan TP, FN, FP dan TN untuk masing-masing variabel.

Tabel 4.8 Pemetaan TP, FN, FP, dan TN *Air Conditioner*

Air Conditioner	TP	FN	FP	TN
Dingin	1	0	0	0
Sejuk	4	0	0	0
Normal	5	0	0	0
Total	10	0	0	0

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi Air Conditioner} &= \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \\
 &= \frac{10+0}{10+0+0+0} \times 100\% \\
 &= \mathbf{100\%}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Pengujian *Confusion Matrix* Lampu Pijar

Lampu Pijar		Prediksi	
		Nyala	Mati
Aktual	Nyala	6	0
	Mati	0	4

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi Lampu Pijar} &= \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \\
 &= \frac{6+4}{6+0+0+4} \times 100\% \\
 &= \mathbf{100\%}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Pengujian *Confusion Matrix* Humidifier

Humidifier		Prediksi	
		Nyala	Mati
Aktual	Nyala	5	0
	Mati	1	4

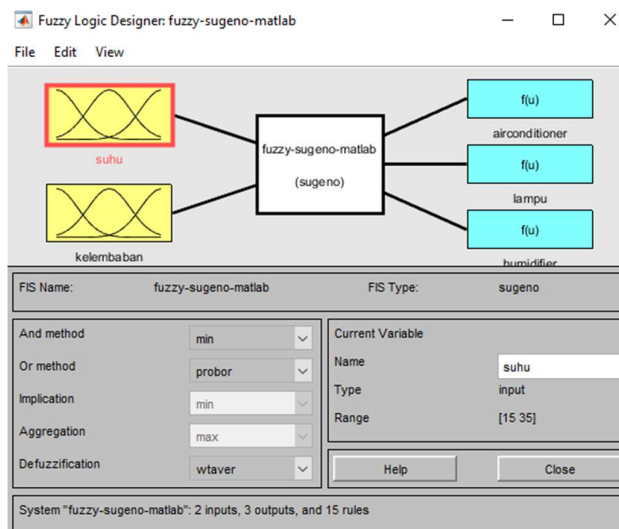
$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi Humidifier} &= \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \\
 &= \frac{5+4}{5+1+0+4} \times 100\% \\
 &= \mathbf{90\%}
 \end{aligned}$$

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pembahasan Perhitungan *Fuzzy* pada MATLAB

Dalam pengujian ini, digunakan aplikasi MATLAB R2016B. Pada MATLAB terdapat fitur *Fuzzy Interface System* yang dapat diaktifkan dengan mengetikkan kata kunci “*fuzzy*” pada *Command Window* MATLAB. Kemudian dilakukan pembuatan desain logika *fuzzy* menggunakan Sugeno sesuai dengan penelitian.

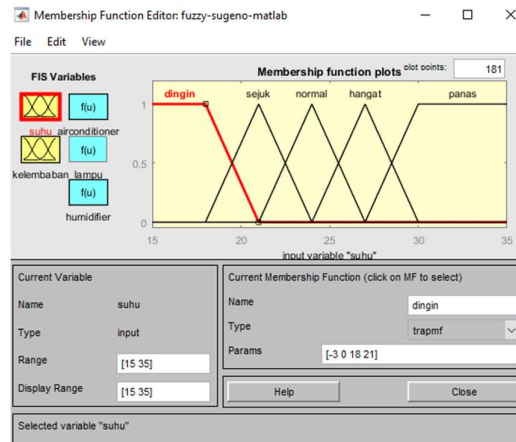
Langkah berikutnya adalah menambahkan variabel *input* dan *output* sesuai penelitian yang dilakukan, yakni dua input berupa suhu dan kelembaban serta tiga output berupa *airconditioner*, lampu, dan *humidifier*. Untuk *AND Method* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *min*.



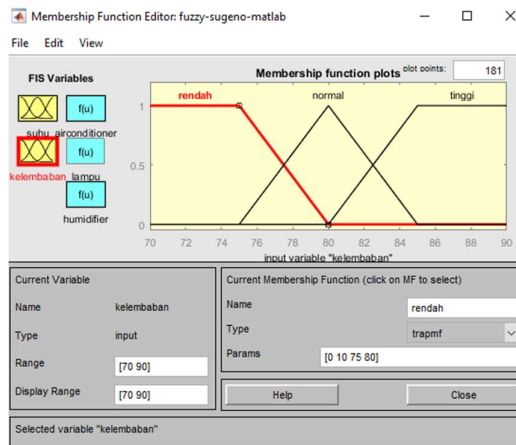
Gambar 4.1 MATLAB Fuzzy Logic Designer

Langkah berikutnya adalah mengakses tiap variabel dan menambahkan *membership* sesuai penelitian yang akan dilakukan. Untuk suhu terdiri dari dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas. Untuk kelembaban terdiri dari rendah, normal,

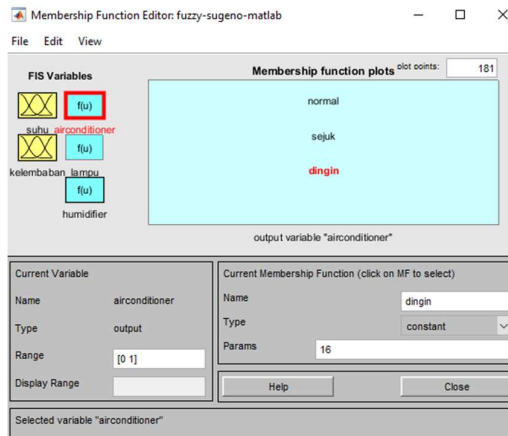
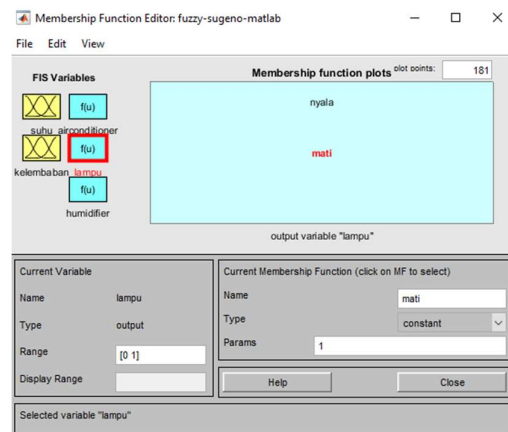
dan tinggi. Untuk *air conditioner* terdiri dari dingin, sejuk, dan normal. Untuk lampu terdiri dari mati dan nyala. Untuk *humidifier* terdiri dari mati dan nyala.



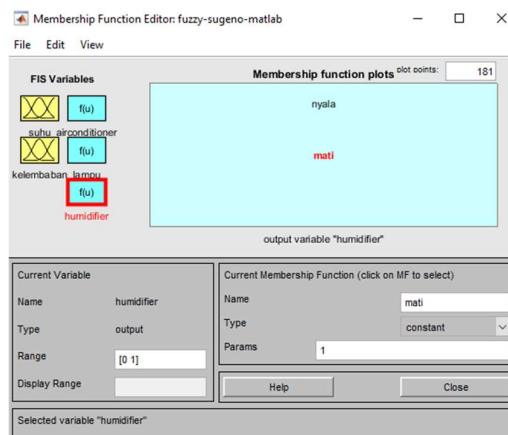
Gambar 4.2 MATLAB Nilai Keanggotaan Suhu



Gambar 4.3 MATLAB Nilai Keanggotaan Kelembaban

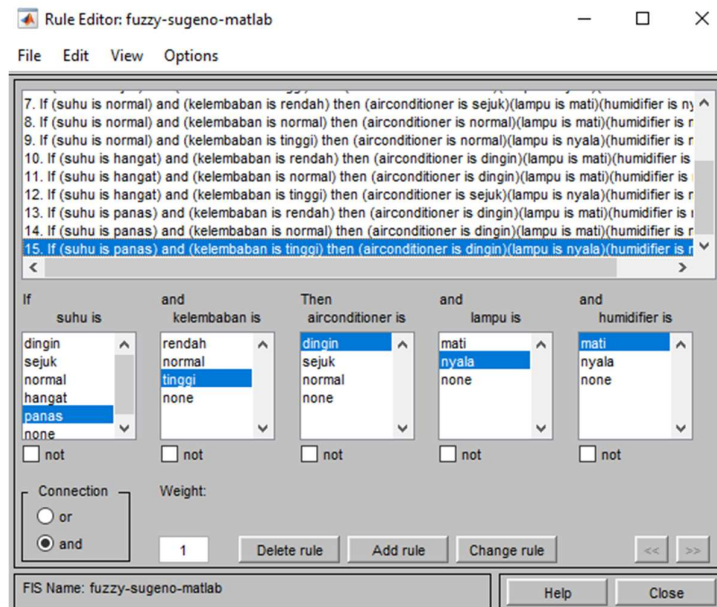
Gambar 4.4 MATLAB Nilai Keanggotaan *Air Conditioner*

Gambar 4.5 MATLAB Nilai Keanggotaan Lampu Pijar

Gambar 4.6 MATLAB Nilai Keanggotaan *Humidifier*

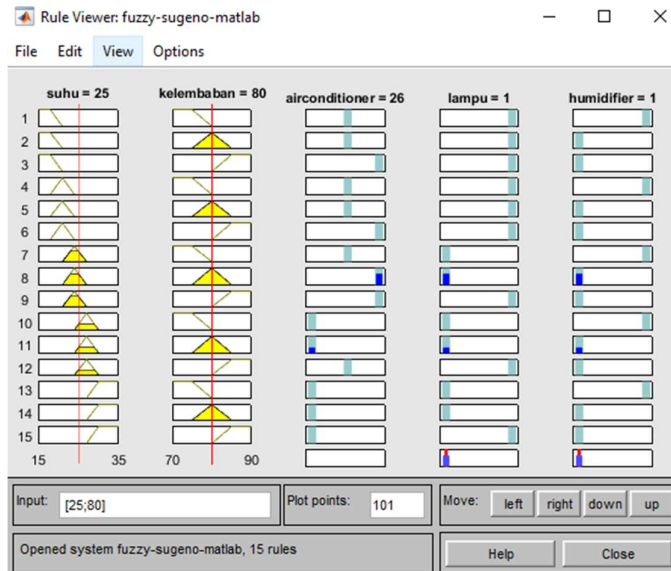


Langkah berikutnya adalah mengakses *rule editor* untuk mendefinisikan *rule base* sesuai dengan penelitian yang dilakukan. *Rule Base* adalah aturan dasar yang meliputi semua kemungkinan kombinasi dari tiap nilai keanggotaan dari inputan.



Gambar 4.7 MATLAB *Rule Editor*

Langkah terakhir adalah melakukan pengujian perhitungan *fuzzy Sugeno* dengan mengakses *Rule Viewer*. Perhitungan dilakukan dengan memasukkan nilai pada tiap *input* dan kemudian akan didapatkan *output* nya secara otomatis.



Gambar 4.8 MATLAB Rule Viewer

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan pada MATLAB. Contohnya pada pengujian pertama dengan data suhu 25.6 °C dan kelembaban 80.3%. Pada MATLAB menghasilkan masing-masing AC 23.5, Lampu 1.11, dan Humidifier 1. Sedangkan pada sistem menghasilkan masing-masing AC 23.48, lampu 1.11 dan humidifier 1. Perbedaan hasil terletak pada AC dengan error 0.085%. Dengan hasil pengujian ini bisa disimpulkan bahwa perhitungan sistem sudah berjalan dengan baik walau dengan error yang kecil.

#### 4.2.2. Pembahasan Perhitungan Fuzzy pada Sistem

Perhitungan fuzzy pada sistem dilakukan oleh arduino dengan menanamkan source code melalui arduino IDE menggunakan bahasa C. Langkah pertama adalah menangkap data suhu dan kelembaban yang diperoleh dari sensor DHT22 yang

telah terhubung pada arduino. Selanjutnya adalah proses mencari fungsi keanggotaan dari *inputan*.

```
s_dingin = fuzzifikasiTrapeسيوم(suhu, member_s_dingin);
s_sejuk = fuzzifikasiSegitiga(suhu, member_s_sejuk);
s_normal = fuzzifikasiSegitiga(suhu, member_s_normal);
s_hangat = fuzzifikasiSegitiga(suhu, member_s_hangat);
s_panas = fuzzifikasiTrapeسيوم(suhu, member_s_panas);

k_rendah = fuzzifikasiTrapeسيوم(kelembaban, member_k_rendah);
k_normal = fuzzifikasiSegitiga(kelembaban, member_k_normal);
k_tinggi = fuzzifikasiTrapeسيوم(kelembaban, member_k_tinggi);
```

Pada proses diatas melibatkan *function* yang melakukan proses *fuzzifikasi* dengan parameter input dari sensor dan *membership* yang sudah didefinisikan.

```
float fuzzifikasiTrapeسيوم(float input, int member[4]) {
    if ((input <= member[0]) || (input >= member[3])){
        return 0;
    }
    if ((input >= member[1]) && (input <= member[2])){
        return 1;
    }
    if ((input >= member[0]) && (input <= member[1])){
        return (input - member[0]) / (member[1] - member[0]);
    }
    if ((input >= member[2]) && (input <= member[3])){
        return (member[3] - input) / (member[3] - member[2]);
    }
}

float fuzzifikasiSegitiga(float input, int member[3]) {
    if ((input <= member[0]) || (input >= member[2])){
        return 0;
    }
    if ((input >= member[0]) && (input <= member[1])){
        return (input - member[0]) / (member[1] - member[0]);
    }
    if ((input >= member[1]) && (input <= member[2])){
        return (member[2] - input) / (member[2] - member[1]);
    }
}
```

Selanjutnya adalah proses *inferensi* atau *rule base*. Sesuai yang telah dirancang, penelitian ini menggunakan 5 keanggotaan untuk suhu dan 3 keanggotaan untuk kelembaban, sehingga akan ada 15 *rule* yang didefinisikan menggunakan fungsi min.

```
float inferensi[15] = {
    min(s_dingin, k_rendah),
    min(s_dingin, k_normal),
    min(s_dingin, k_tinggi),
    min(s_sejuk, k_rendah),
    min(s_sejuk, k_normal),
    min(s_sejuk, k_tinggi),
    min(s_normal, k_rendah),
    min(s_normal, k_normal),
    min(s_normal, k_tinggi),
    min(s_hangat, k_rendah),
    min(s_hangat, k_normal),
    min(s_hangat, k_tinggi),
    min(s_panas, k_rendah),
    min(s_panas, k_normal),
    min(s_panas, k_tinggi)
};
```

Terakhir adalah proses *defuzzifikasi*. Pada penelitian ini menggunakan rumus *weighed average*. Penelitian ini melibatkan 3 *output* sehingga *defuzzifikasi* dilakukan sebanyak 3 kali. Output dari *defuzzifikasi* akan digunakan untuk melakukan kontrol terhadap *infrared* untuk mengatur *airconditioner* dan *relay* untuk mengatur lampu dan *humidifier*.

```
float defuzzifikasiAC(float inferensi[15]) {
    float A = inferensi[0] * ac_sejuk;
    float B = inferensi[1] * ac_sejuk;
    float C = inferensi[2] * ac_normal;
    float D = inferensi[3] * ac_sejuk;
    float E = inferensi[4] * ac_sejuk;
    float F = inferensi[5] * ac_normal;
    float G = inferensi[6] * ac_sejuk;
    float H = inferensi[7] * ac_normal;
    float I = inferensi[8] * ac_normal;
    float J = inferensi[9] * ac_dingin;
    float K = inferensi[10] * ac_dingin;
    float L = inferensi[11] * ac_sejuk;
    float M = inferensi[12] * ac_dingin;
```

```

float N = inferensi[13] * ac_dingin;
float O = inferensi[14] * ac_dingin;

return
    (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L+M+N+O) /
(inferensi[0]+inferensi[1]+inferensi[2]+inferensi[3]+inferensi[4]
]+inferensi[5]+inferensi[6]+inferensi[7]+inferensi[8]+inferensi[
9]+inferensi[10]+inferensi[11]+inferensi[12]+inferensi[13]+infer
ensi[14]);
}

```

```

float defuzzifikasiLampu(float inferensi[15]) {
    float A = inferensi[0] * lampu_nyala;
    float B = inferensi[1] * lampu_nyala;
    float C = inferensi[2] * lampu_nyala;
    float D = inferensi[3] * lampu_nyala;
    float E = inferensi[4] * lampu_nyala;
    float F = inferensi[5] * lampu_nyala;
    float G = inferensi[6] * lampu_mati;
    float H = inferensi[7] * lampu_mati;
    float I = inferensi[8] * lampu_nyala;
    float J = inferensi[9] * lampu_mati;
    float K = inferensi[10] * lampu_mati;
    float L = inferensi[11] * lampu_nyala;
    float M = inferensi[12] * lampu_mati;
    float N = inferensi[13] * lampu_mati;
    float O = inferensi[14] * lampu_nyala;

    return
        (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L+M+N+O) /

(inferensi[0]+inferensi[1]+inferensi[2]+inferensi[3]+inferensi[4]
]+inferensi[5]+inferensi[6]+inferensi[7]+inferensi[8]+inferensi[
9]+inferensi[10]+inferensi[11]+inferensi[12]+inferensi[13]+infer
ensi[14]);
}

```

```

float defuzzifikasiHumidifier(float inferensi[15]) {
    float A = inferensi[0] * humidifier_nyala;
    float B = inferensi[1] * humidifier_mati;
    float C = inferensi[2] * humidifier_mati;
    float D = inferensi[3] * humidifier_nyala;
    float E = inferensi[4] * humidifier_mati;
    float F = inferensi[5] * humidifier_mati;
    float G = inferensi[6] * humidifier_nyala;
    float H = inferensi[7] * humidifier_mati;
    float I = inferensi[8] * humidifier_mati;
    float J = inferensi[9] * humidifier_nyala;
    float K = inferensi[10] * humidifier_mati;
    float L = inferensi[11] * humidifier_mati;

```

```

float M = inferensi[12] * humidifier_nyala;
float N = inferensi[13] * humidifier_mati;
float O = inferensi[14] * humidifier_mati;

return
    (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L+M+N+O) /

(inferensi[0]+inferensi[1]+inferensi[2]+inferensi[3]+inferensi[4]
]+inferensi[5]+inferensi[6]+inferensi[7]+inferensi[8]+inferensi[
9]+inferensi[10]+inferensi[11]+inferensi[12]+inferensi[13]+infer
ensi[14]);
}

```

#### 4.2.3. *Hardware System*

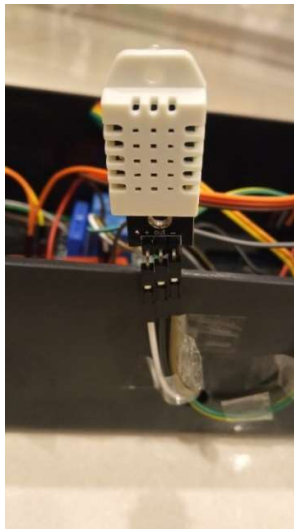
*Hardware System* pada penelitian ini merupakan seperangkat yang berfungsi untuk mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis. Salah satu komponen yang berperan penting adalah Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Ada beberapa komponen yang terhubung pada Arduino, yakni Sensor DHT22 sebagai inputan dan *infrared air conditioner*, *humidifier*, dan lampu pijar sebagai outputan.



Gambar 4.9 Rangkaian Elektronik

Proses pertama yang terjadi adalah sensor DHT22 yang dapat membaca nilai suhu dan kelembaban dalam ruangan. Data tersebut kemudian dikirimkan dan

diterima oleh Arduino. Kemudian oleh Arduino dilakukan perhitungan berdasarkan dua data tersebut menggunakan metode *fuzzy Sugeno*. Hasil perhitungan digunakan untuk mengontrol *air conditioner*, lampu pijar, dan *humidifier*.



Gambar 4.10 Sensor DHT22

Untuk mengontrol *air conditioner*, digunakan sebuah *infrared* yang terhubung langsung dengan Arduino. Arduino akan menginstruksikan *infrared* untuk mengirimkan sinyal dengan kode tertentu yang mengindikasikan *air conditioner* harus berada pada suhu tertentu. Kode *infrared* sudah ditentukan pada *source code* untuk mengontrol *air conditioner* pada suhu 16°C (dingin), 24°C (sejuk), dan 31°C (normal).



Gambar 4.11 *Infrared*

Untuk mengontrol lampu pijar dan *humidifier*, digunakan sebuah *relay*. *Relay* berfungsi untuk memberikan perintah nyala atau mati pada kedua alat tersebut berdasarkan hasil perhitungan. Dalam hal ini, rangkaian lampu pijar dan *humidifier* dihubungkan pada *relay* dan *relay* terhubung pada Arduino.



Gambar 4.12 *Humidifier*





Gambar 4.13 Lampu pijar

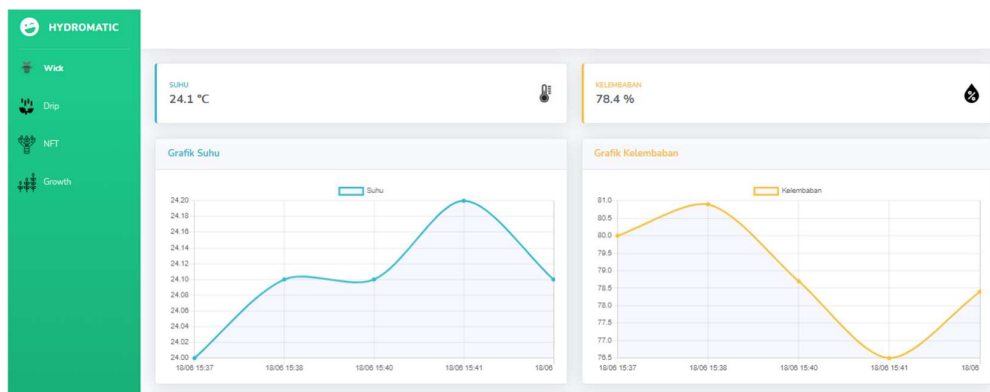
Proses terakhir adalah mengirimkan data inputan dan hasil perhitungan ke *database* web melalui internet. NodeMCU berperan pada hal ini, karena NodeMCU dapat terhubung pada *wifi* terdekat sehingga dapat mengirimkan data melalui jaringan internet. Dalam hal ini, NodeMCU terhubung langsung pada Arduino sehingga Arduino dapat mengirimkan data inputan sensor dan hasil perhitungannya ke NodeMCU. Agar NodeMCU dapat terhubung pada *wifi* terdekat, perlu didefinisikan pada *source code* terkait SSID dan *password* dari *wifi* yang digunakan. Untuk mengirimkan data ke *database* website, telah disediakan sebuah URL dari website terkait untuk menerima data dari luar. URL tersebut juga didefinisikan pada *source code*.



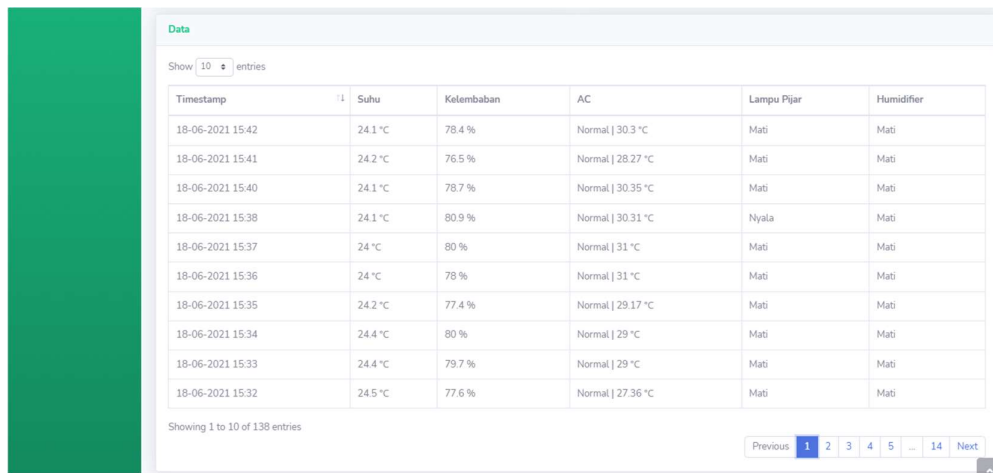
Gambar 4.14 NodeMCU

#### 4.2.4. Interface System

*Interface System* pada penelitian ini berbasis *website* yang dibangun menggunakan PHP sebagai *server-side* dan MySQL sebagai *database*. Untuk pembuatan tampilan melibatkan HTML CSS dan *framework* Bootstrap. Fungsi halaman *website* adalah untuk *monitoring* data yang terlibat dalam sistem. Data berupa suhu dan kelembaban ruangan yang ditampilkan dalam bentuk *chart*. Ada pula data hasil perhitungan dan aksi dari setiap alat (*output*) ditampilkan dalam bentuk tabel.



Gambar 4.15 Web Data Suhu dan Kelembaban



Timestamp	Suhu	Kelembaban	AC	Lampu Pijar	Humidifier
18-06-2021 15:42	24.1 °C	78.4 %	Normal   30.3 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:41	24.2 °C	76.5 %	Normal   28.27 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:40	24.1 °C	78.7 %	Normal   30.35 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:38	24.1 °C	80.9 %	Normal   30.31 °C	Nyala	Mati
18-06-2021 15:37	24 °C	80 %	Normal   31 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:36	24 °C	78 %	Normal   31 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:35	24.2 °C	77.4 %	Normal   29.17 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:34	24.4 °C	80 %	Normal   29 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:33	24.4 °C	79.7 %	Normal   29 °C	Mati	Mati
18-06-2021 15:32	24.5 °C	77.6 %	Normal   27.36 °C	Mati	Mati

Gambar 4.16 Web Data Perhitungan *Fuzzy*

#### 4.2.5. Sistem Kontrol Otomatis

Tanaman ditanam menggunakan metode hidroponik wick. Media tanam yang digunakan adalah *rockwool*. Tahap pertama adalah melakukan penyemaian. Penyemaian dimulai dari menyiapkan *rockwool* dan melakukan seleksi benih. Benih tersebut dimasukkan ke *rockwool*, dan kemudian dibasahi secukupnya dan disimpan pada ruangan gelap. Setelah sekitar 24 jam, benih akan pecah dan dipindahkan ke tempat dengan sinar matahari cukup. Selama penyemaian, perlu untuk menjaga kelembaban *rockwool* dengan membasahi secara berkala.

Setelah daun 3-4 muncul, pindahkan tanaman ke netpot yang telah dililitkan kain flannel. Kemudian tanaman diletakkan diatas bak yang berisikan air nutrisi. Nutrisi yang digunakan adalah ABmix dengan takaran 5 liter air bersih pada bak dan 15ml nutrisi A serta 15ml nutrisi B.



Gambar 4.17 Tanaman ditanam dengan metode hidroponik wick

Tanaman diletakkan pada sebuah ruangan. Disarankan ruangan yang memiliki cukup udara dan tidak tercampur dengan aktifitas lain. Alat elektronik yang terlibat diletakkan di area sekitar tanaman.



Gambar 4.18 Tanaman beserta alat elektronik

Perangkat elektronik akan melakukan proses pengambilan data suhu dan kelembaban ruangan setiap menit. Kemudian melakukan perhitungan dan melakukan kontrol pada perangkat lainnya untuk menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban tanaman.



Gambar 4.19 Sistem kontrol otomatis tanaman

Dengan ini, akan mempermudah proses menanam tanaman cabai karena dilakukan secara hidroponik didalam ruangan yang terjamin kondisi lingkungannya berkat penerapan sistem otomatis. Tanaman sudah tidak perlu untuk dipantau manual setiap saat, hanya saja perlu memperhatikan kondisi air pada bak dan pada *humidifier* yang harus diisi kembali jika sudah mendekati habis. Harapan penulis dari hasil penelitian ini dapat membantu baik petani maupun masyarakat yang memiliki kendala ketika menanam, menjadi lebih terbantuan. Karena dengan

menanam, bisa dijadikan aktifitas untuk lebih produktif, bahkan bisa menjadi mata pencaharian, dan bisa menjadi sarana untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT dengan mengagumi keagungan dan karunia-Nya melalui tanaman. Allah SWT berfirman pada surat Al-Anam ayat 141:

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَعَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُمْتَشِّبَهَا وَعَيْرَ مُمْتَشِّبِهِ ۖ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ ۖ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

*“Dialah yang menumbuhkan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, seperti zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya. Akan tetapi, janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.” (Q.S. Al-Anam 141).*

Tafsir Jalalain menjelaskan terkait ayat diatas. (Dan Dialah yang menjadikan) yang telah menciptakan (kebun-kebun) yang mendatar di permukaan tanah, seperti tanaman semangka (dan yang tidak terhampar) yang berdiri tegak di atas pohon seperti pohon kurma (dan) Dia menjadikan (pohon kurma dan tanaman-tanaman yang bermacam-macam buahnya) yakni yang berbeda-beda buah dan bijinya baik bentuk maupun rasanya (dan zaitun dan delima yang serupa) dedaunannya; menjadi hal (dan tidak sama) rasa keduanya (Makanlah dari buahnya yang bermacam-macam itu bila dia berbuah) sebelum masak betul (dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya) dengan dibaca fatah atau kasrah; yaitu sepersepuluhnya atau setengahnya (dan janganlah kamu berlebih-lebihan) dengan memberikannya semua tanpa sisa sedikit pun buat orang-orang tanggunganmu.

(Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan) yaitu orang-orang yang melampaui batas hal-hal yang telah ditentukan bagi mereka.

Kemenag juga memberikan tafsir terhadap ayat diatas. Pada ayat-ayat ini Allah menjelaskan lagi nikmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada hambaNya. Dan Dialah, Allah, yang menjadikan dua jenis tanaman, yaitu tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat. Allah pun menciptakan untuk manusia berbagai macam pepohonan seperti pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Wahai manusia! Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan jangan lupa berikanlah haknya, berupa zakat, pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebihlebihan, dalam arti tidak terlalu pelit dan tidak terlalu boros, tetapi berada di antara keduanya. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih, yaitu dengan mengeluarkan harta bukan pada tempatnya.

Ayat diatas menggambarkan keagungan Allah SWT melalui keindahan dan hasil panen dari tanaman yang dapat dinikmati oleh makhluk-Nya. Dengan menanam, dapat senantiasa mengingatkan manusia akan keagungan Allah SWT dan meningkatkan rasa syukur terhadap nikmat yang diberi-Nya melalui tanaman baik berupa keindahan, oksigen, dan hasil panen. Melalui ayat tersebut, senantiasa diingatkan agar tidak serakah terhadap sesama.

Dengan membagi manfaat yang ditimbulkan dari tanaman, akan dicatat sebagai sedekah dan pahala jariyah. Ini dipertegas oleh Rasulullah SAW melalui hadisnya. Dari Anas bin Malik ra, Rasulullah SAW bersabda

سَبْعٌ يَجْرِي لِلْعَبْدِ أَجْرُهُنَّ وَهُوَ فِي قَبْرِهِ بَعْدَ مَوْتِهِ: مَنْ عَلَّمَ عِلْمًا، أَوْ كَرَى نَهْرًا، أَوْ حَفَرَ بَيْرًا، أَوْ عَرَسَ نَخْلًا، أَوْ بَنَى مَسْجِدًا، أَوْ وَرَّثَ مُصْحَفًا، أَوْ تَرَكَ وَلَدًا يَسْتَغْفِرُ لَهُ بَعْدَ مَوْتِهِ

*“Tujuh perkara yang pahalanya akan terus mengalir bagi seorang hamba sesudah ia mati dan berada dalam kuburnya. (Tujuh itu adalah) orang yang mengajarkan ilmu, mengalirkan air, menggali sumur, menanam pohon kurma, membangun masjid, mewariskan mushaf atau meninggalkan anak yang memohonkan ampunan untuknya sesudah ia mati.” (HR. Al-Baihaqi)*

Menurut Imam An-nawawi melalui hadis ini, pahala tersebut akan terus menerus mengalir sampai hari kiamat selama pohon atau tumbuhan yang ditanam tersebut masih terus berkembang biak atau masih terus bermanfaat bagi manusia dan makhluk lain.

Dengan menanam, akan mendatangkan banyak manfaat bagi yang menanam. Prosesnya akan memberikan sumbangan oksigen yang dapat dinikmati semua makhluk. Hasil panenanya dapat dinikmati sendiri, diperjual belikan, atau diberikan kepada sesama dan makhluk lain. Dan selama tanaman terus menerus memberikan manfaat, akan dicatat oleh Allah SWT sebagai sedekah.

Dalam konteks budidaya tanaman, penelitian ini diharapkan bisa menjadi terobosan baru untuk petani maupun orang awam dalam menanam tanaman cabai. Dengan penelitian ini, bisa diambil pengetahuan mengenai suhu dan kelembaban ideal cabai yang sangat harus diperhatikan. Teknik penerapan hidroponik wick juga berperan penting pada penelitian ini. Selain kemudahan dan kesederhanaannya, teknik hidroponik dapat menjadi alternatif yang bagus untuk budidaya menanam. Dengan hidroponik petani tidak perlu memerlukan lahan yang luas, tidak khawatir akan iklim yang tak menentu, dan kekhawatiran akan terserang penyakit atau hama



dapat diminimalisir. Selain itu, petani dapat mendapatkan hasil panen yang lebih maksimal dengan penggunaan air dan nutrisi yang lebih efektif yang mana dapat mempengaruhi produktifitas tanaman di Indonesia.

Dengan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah canggih, penelitian ini berhasil menerapkan teknologi beserta komputasi mesin untuk melakukan analisa dan pengambil keputusan dalam rangka menjaga kelembaban suhu dan kelembaban cabai secara otomatis. Dengan keterlibatannya, akan sangat membantu petani maupun orang awam dalam menanam cabai tanpa perlu khawatir akan kondisi suhu dan kelembaban tanaman cabai yang dapat menyebabkan tanaman gagal panen. Dengan penelitian yang lebih lanjut, teknologi dapat diterapkan untuk mengontrol kadar keasaman tanaman dan dapat mengatur kadar air dan nutrisi pada hidroponik sehingga tanaman dapat tumbuh dengan lebih optimal lagi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah metode *fuzzy Sugeno* dapat digunakan pada sistem kontrol otomatis untuk menjaga suhu dan kelembaban ideal hidroponik wick cabai. Dengan sistem ini, tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik. Sensor yang digunakan telah diuji keakuratannya dengan *error* 1.585% untuk pembacaan suhu dan 1.939% untuk pembacaan kelembaban. Pada siang hari, sistem mampu menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban dengan rata-rata suhu 24.9 °C dan kelembaban 79,1%. Sedangkan pada malam hari, sistem mampu menjaga kondisi ideal suhu dan kelembaban dengan rata-rata suhu 25.3 °C dan kelembaban 80.2%. Sistem berjalan dengan baik ketika dibuktikan dengan pengujian *confusion matrix* yang menghasilkan akurasi baik dengan masing-masing *output* 100% *air conditioner*, 100% lampu pijar, dan 90% *humidifier*. Sistem juga dapat mengirimkan data-data terkait pada *database* sehingga dapat dilakukan pemantauan secara *realtime*.

#### 5.2. Saran

Penelitian ini tentunya memiliki beberapa kekurangan. Penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1. Memperluas parameter yang digunakan, dengan memperhatikan kondisi air nutrisi pada hidroponik wick untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman cabai.

2. Menggunakan sensor dengan spesifikasi diatas DHT22 untuk lebih akurat dalam membaca suhu dan kelembaban.
3. Menggunakan opsi kipas angin sebagai pengganti *air conditioner* supaya lebih mudah dan ekonomis.
4. Menggunakan opsi lampu *grow light* sebagai pengganti lampu pijar supaya lebih memaksimalkan pertumbuhan tanaman.
5. Perakitan rangkaian elektronik dilakukan dengan lebih rapi sehingga mudah untuk dilakukan pemindahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- al-Utsaimin, M. b. (2009). *Syarah Riyadhus Shalihin Syaikh Utsaimin Jilid 1*. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis IoT (Internet of Thing) menggunakan NodeMCU ESP8266. *J-SAKTI*, 516-522.
- Hidayat, A., Nasrullah, Putra, D., & Ramiati. (2019). Temperature and Soil Control Design with Fuzzy Method in Greenhouse for Cabe Seeding. *International Journal on Informatics Visualization*, 243-247.
- Ichsan, R. N. (2017). *Pengaturan Temperatur Dan Kelembaban Untuk Hidroponik Tomat Cherry Dengan Metode Wick*. Repositori Universitas Dinamika.
- Novianto, R. (2016). *Pemodelan dan Analisis Kendali Suhu Ruangan dengan Logika Fuzzy menggunakan Matlab*. Semarang: UNNES.
- Nugraha, A. (2018). *Pengontrolan Suhu dan Kelembaban menggunakan Kontrol PID pada Sistem Hidroponik Tanaman Cabai Rawit berbasis Arduino*. Repository Universitas Brawijaya.
- Rahim, R. H., Rumagit, A. M., & Lumenta, A. S. (2015). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Teknik Elektro dan Komputer UNSRAT*, 1-7.
- Rohmawati, L. (2022). *Pengembangan E-learning Madrasah Pada Sdi Al-umm Malang Menggunakan Algoritma K-means Untuk Clustering Data Nilai Sebagai Tolak Ukur Pemahaman Siswa*.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan Lahan dengan menggunakan Sistem Hidroponik. *Universitas Tulungagung Bonorowo*, 43-50.
- Roslani, R., & Sumarni, N. (2005). *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: ANDI.
- Rusli, M. (2017). *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Malang: UB Press.
- Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Infotel*, 49-56.
- Sumarni, N., & Muharam, A. (2005). *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

Susilawati. (2019). *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. Palembang:  
UNSRI Press.