

SIMULASI SISTEM PENYIRAM TANAMAN HIAS MENGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

M Lutfi MA¹⁾, Muhammad Andri Saputra²⁾, Vincensius Indrawan Putranto³⁾, Rasyid Ridho⁴⁾

^{1) 2) 3) 4)} “Teknik Informatika” STMIK Bina Patria

Email : hmlutfima@gmail.com, rrasyid531@gmail.com, muh.andrisaputra2002@gmail.com,
vincenindra246@gmail.com

Abstrak

Tanaman hias merupakan jenis tumbuhan yang dibudidayakan untuk memberikan tambahan nilai seni dan estetika pada lingkungan sekitarnya. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman hias, salah satunya yaitu penyiraman. Salah satu teknologi yang dapat membantu manusia dalam melakukan penyiraman tanaman hias secara otomatis adalah *Internet of Things* dengan pengolahan data menggunakan logika Fuzzy. Penelitian ini menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) serta instrument penelitian menggunakan *software cisco packet tracers, Blynk, Matlab, Arduino IDE, Proteus dan MakeProto*. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan *soil moisture* atau kelembaban tanah yang berfungsi sebagai pendeteksi kelembaban tanah dan suhu udara kemudian mengirim instruksi kepada *Arduino* guna menghidupkan driver relay agar pompa dapat menyiram air sesuai kebutuhan tanah secara otomatis. Data sensor suhu dan kelembaban tanah diolah menggunakan logika fuzzy sebagai input dan menghasilkan output berupa status pompa yaitu pompa dalam keadaan *on* atau *off*. Setelah diuji coba pada *software matlab* menggunakan *rule viewer* dan *simulink* serta *software arduino IDE* yang dijalankan menggunakan *software proteus* menghasilkan nilai output yang sama apabila nilai inputnya juga sama. Sehingga bisa disimpulkan bahwa Simulasi Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini juga menawarkan solusi pemantauan yang efisien dan akurat dibandingkan metode manual, serta bekerja secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia.

Kata kunci: *Internet of Things; ADDIE, Fuzzy, Arduino, Matlab*

Abstract

Ornamental plants are a type of plant that is cultivated to provide additional artistic and aesthetic value to the surrounding environment. There are several things that must be considered in cultivating ornamental plants, one of which is watering. One technology that can help humans in watering ornamental plants automatically is the *Internet of Things* with data processing using Fuzzy logic. This study uses the ADDIE method (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) and research instruments using *cisco packet tracers, Blynk, Matlab, Arduino IDE, Proteus and MakeProto software*. This system uses temperature and soil moisture sensors that function as detectors of soil moisture and air temperature then send instructions to *Arduino* to turn on the relay driver so that the pump can automatically flush water according to soil needs. Temperature and soil moisture sensor data is processed using fuzzy logic as input and produces output in the form of pump status, namely the pump is on or off. After being tested on *matlab software* using *rule viewer* and *simulink* and *arduino IDE software* which is run using *proteus software*, it produces the same output value if the input value is also the same. So it can be concluded that the Simulation of Ornamental Plant Watering System with IoT-based Fuzzy logic control can run according to the research objectives. This system also offers an efficient and accurate monitoring solution compared to manual methods, and works automatically without requiring human intervention.

Keywords: *Internet of Things; ADDIE, Fuzzy, Arduino, Matlab*

1. Pendahuluan

Tanaman hias merupakan jenis tumbuhan yang dibudidayakan untuk memberikan tambahan nilai seni dan estetika pada lingkungan sekitarnya. Tanaman hias merupakan salah satu komoditas pertanian yang berperan penting dalam perdagangan komoditas pertanian. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman hias, salah satunya yaitu penyiraman. Pemberian air merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman hias, karena air berpengaruh terhadap kelembapan tanah. Pemberian air pada tanaman hias secara rutin merupakan aktivitas yang penting agar tanaman dapat terus tumbuh dan berkembang.

Permasalahan yang kerap terjadi yaitu penyiraman tanaman yang tidak dilakukan secara rutin maupun berlebihan sesuai kebutuhan tanaman hias yang menyebabkan tanaman tidak mendapatkan kadar air yang cukup sehingga tanaman hias layu bahkan mati. Salah satu teknologi yang dapat membantu manusia dalam melakukan penyiraman tanaman hias secara otomatis menggunakan *Internet of Things (IoT)* (Zein et al., 2022). Selain itu, Otomatisasi dimanfaatkan untuk membantu melakukan pekerjaan yang bersifat rutin karena dapat berjalan terus menerus (kontinu) tanpa mengenal waktu. Peralatan berteknologi IoT dapat menjadwalkan otomatisasi pemupukan, penyemprotan pestisida, dan penyiraman (Sandi & Fatma, 2023a).

Diera modern ini melakukan penyiraman tanaman secara manual dirasa kurang efisien karena lamanya waktu dalam penyiraman tanaman. Tak hanya itu, penyiraman tanaman secara manual membutuhkan banyak tenaga. Penggunaan alat penyiraman otomatis berbasis IoT membantu mengoptimalkan penggunaan air dan menjaga kelembapan tanah yang optimal, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Suhu udara dan kelembapan tanah merupakan parameter yang mempengaruhi jumlah air yang dibutuhkan tanaman dalam proses penyiraman. Selain kebutuhan air, waktu penyiraman juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Untuk itu diperlukan perancangan sistem kendali yang mampu membuat keputusan pengendalian dalam mengatasi masalah penyiraman agar kebutuhan tanaman akan air tercukupi sesuai kebutuhan dan bekerja secara otomatis. Logika fuzzy merupakan salah satu metode yang dapat digunakan pada sistem kendali agar dapat memberikan keputusan yang menyerupai keputusan manusia, karena memiliki konsep yang mudah dimengerti dan didasarkan pada bahasa alami.

Simulasi sistem ini menggunakan sensor *soil moisture* atau kelembapan tanah dan sensor suhu yang berfungsi sebagai pendeteksi kelembapan tanah dan suhu udara kemudian mengirim perintah kepada *Arduino uno* guna menghidupkan driver relay agar pompa dapat menyiram air sesuai kebutuhan tanah secara otomatis. Data sensor suhu dan kelembapan tanah diolah menggunakan logika fuzzy sebagai input dan menghasilkan output berupa status pompa yaitu pompa dalam keadaan *on* atau *off*.

2. Kajian Literatur

2.1. Landasan Teori

Pertanian adalah salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan. Pertanian adalah sektor perekonomian yang utama. peranan atau keterlibatan sektor pertanian di dalam proses pembangunan ekonomi telah menempati posisi yang penting. Pertanian ini juga dapat di andalkan untuk memberikan lapangan pekerjaan jika dikelola dengan baik, ditambah di jaman sekarang mulai banyak pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan kualitas pertanian, sehingga jika kualitas semakin baik maka akan banyak lapangan pekerjaan tercipta (Sandi & Fatma, 2023a).

Arduino IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman (Rahma Putri, 2019). *Arduino IDE* adalah sebuah program software yang difungsikan untuk memprogram arduino uno pada software inilah arduino tersebut melakukan. sebuah pemrograman untuk digunakan sebagai fungsi yang akan ditanamkan melalui sintaks pemrograman (Ardianto Pranata et al., 2018)

Internet of things atau IoT adalah sistem perangkat komputasi yang saling terkait, mesin mekanik dan digital, objek, hewan atau orang yang dilengkapi dengan pengidentifikasi unik atau *UID (Unique Identifiers)* dan kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan. Internet of Things bisa diberi pengertian sebagai evolusi dari teknologi yang menjadi perbincangan banyak orang dalam mengembangkan penggunaan internet dalam aktivitas keseharian. IoT adalah bagian daripada adanya penerapan teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia (Suparjiman, et al., 2023).

Fuzzy Logic adalah suatu metode pemecahan masalah yang digunakan untuk menangani masalah yang memiliki banyak jawaban. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Fuzzy logic memformulasikan masalah menjadi lebih mudah dan mendapatkan solusi yang lebih tepat. Melalui struktur matematika dalam mengontrol sistem terbantu dengan dasar *Fuzzy logic* (Rahma Putri et al., 2019a). Sistem logika fuzzy terdiri dari tiga tahap yaitu fuzzifikasi, fuzzy rule dan defuzzifikasi (output dalam bentuk hasil perhitungan) yang dikonversi ke nilai tertentu. Fungsi keanggotaan input fuzzy menentukan variabel seperti suhu dan kelembaban untuk mengembangkan kontrol dan meminimalkan data memori mikrokontroler (M. Lutfi & Kristanto, n.d.-a).

2.2. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahma Putri et al., 2019b)., dengan judul Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, J., Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara, P., & Besar Palembang, B. Pada tahun (2019). Pada alat penyiraman tanaman otomatis, IOT menghubungkan perangkat sensor dan pompa air untuk dapat dimonitor melalui jaringan internet. IOT dibangun dengan modul ESP8266 yang memungkinkan akses melalui internet. Perancangan hardware menggunakan mikrokontroler Arduino dengan fuzzy sebagai metode pengendalian. Data kemudian dikirim secara online ke situs open-source yang berfungsi sebagai web server. Web server digunakan sebagai pengontrolan dan monitoring data yang diakses melalui *internet*.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sandi & Fatma, 2023b) pada tahun (2023). Dengan judul Pemanfaatan Teknologi Internet Of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian. In Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (Vol. 7, Issue 1). Hasil penelitian ini adalah gambaran mengenai apa saja pemanfaatan teknologi IoT di bidang pertanian yang nantinya dapat membantu masyarakat untuk meningkatkan hasil dan kualitas pertaniannya. Dan di setiap pembahasan masing - masing pemanfaatan akan ada *citation* yang berguna sebagai rujukan untuk lebih memahami mengenai masing – masing pemanfaatan teknologi IoT

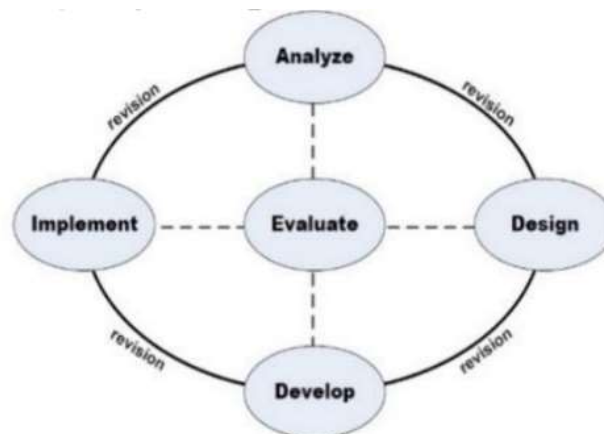
Penelitian yang dilakukan oleh (Prayitno & Yakti, 2020) dengan judul Simulasi Smart Home Menggunakan Cisco Packet Tracer, *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer (2020) 25(2) 115-126*. Penelitian ini membuat sebuah rancangan smart home dengan 3

komponen utama yaitu pintu, kipas angin dan monitoring camera. Ketiga komponen tersebut masing – masing memiliki protocol yang berbeda. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa protocol smart home yang dirancang dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rules yang telah ditentukan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yohanes Oraplean et al., 2021) Dengan judul Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Suhu Ternak Ayam Petelur Berbasis Web. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen seperti, *DHT11* sebagai sensor suhu dan kelembaban, *BH1750* sebagai sensor intensitas cahaya, kipas pendingin, pemanas dan menggunakan *NODEMCU*. Sistem ini menggunakan *Logika Fuzzy* untuk menentukan output dari kipas pendingin dan pemanas. Apabila sistem mengidentifikasi suhu diatas keadaan normal maka pendingin mati, dan apabila suhu dibawah keadaan normal maka pemanas akan mati.

3. Metode Penelitian

Jenis Penelitian menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (*research and development*). Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan Model pengembangan menggunakan ADDIE melalui lima tahapan pengembangan yaitu; (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi dan (5) Evaluasi. Model pengembangan ADDIE merupakan model yang efektif dalam pengembangan produk karena menggambarkan kerangka respon atau tanggapan dari berbagai situasi yang kompleks (M. Lutfi & Kristanto, n.d.-b).



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE menurut Dick and Carry (1996) dalam Lutfi (2023)

Berikut uraian pelaksanaan penelitian menggunakan Model Pengembangan ADDIE:

3.1 *Analyze* (Analisis)

Dalam model pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada/diterapkan. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak relevan dengan kebutuhan sasaran dan teknologi

Pada tahapan analisis ini dilakukan analisis masalah menggunakan SWOT (Strength, Weakness, Opportunity dan Threat), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan. Hasil evaluasi analisis digunakan sebagai pedoman untuk merancang penyiram tanam otomatis yang sesuai dengan kebutuhan.

3.2 Design (Perancangan)

Tahapan desain merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut yang akan mendasari proses pengembangan di tahapan berikutnya. Pada penelitian ini tahapan desain dilakukan dengan merancang instrumen yang terdiri atas instrumen software dan hardware. Software yang digunakan yaitu Cisco Packet Tracer, Matlab 2020b, Proteus, Figma dan IDE Arduino. Hardware merupakan komponen-komponen elektronik yang terdiri atas *Home Gateway DLC 100, Smartphone, Lawn Sprinkle, Temperature Sensor, Humidity Sensor, Temperature Monitor dan Humidity Monitor*. Instrumen software digunakan untuk merancang hardware (menggunakan Proteus) dan merancang aturan Logika Fuzzy Mamdani (menggunakan Matlab 2020b) serta membuat kode program (menggunakan Arduino IDE). Sedangkan untuk merancang IoT menggunakan program Cisco Packet Tracer dan perancangan antarmuka (*Interface*) menggunakan aplikasi *Blynk*

3.3 Development (Pengembangan)

Tahapan pengembangan berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada penelitian ini tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan desain produk penyiram tanam otomatis yang terdiri dari desain IoT, desain *interface* aplikasi, desain *hardware* dan desain fuzzy.

3.4 Implementation (Implementasi)

Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat atau dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat dengan membuat tabel pertanyaan skenario pengujian terhadap desain IoT, desain *interface* aplikasi, desain hardware dan desain fuzzy.

3.5 Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan.

Evaluasi sistem dilakukan oleh sepuluh responden. Skenario evaluasi dilakukan dengan meminta responden memilih modul Trainer Fuzzy yang akan dirangkai, kemudian responden merangkai modul yang dipilih dengan petunjuk dari manual book, setelah itu responden diminta mengisi lembar evaluasi. Lembar evaluasi berisi penilaian responden terhadap Trainer Fuzzy Mamdani.

Pada tahapan ini merupakan tahapan proses pengujian aplikasi yang telah dibangun. Pada penelitian ini proses pengujian desain UI menggunakan indikator Usability Heuristic untuk dapat mengamati aktivitas pengguna. Pengamatan aktivitas pengguna dilakukan secara langsung dimana pengguna dan peneliti berada pada lokasi yang sama dalam satu waktu. Hal ini dilakukan agar peneliti mendapatkan umpan balik dari setiap aktivitas yang dilakukan oleh pengguna (M. M. Lutfi et al., 2023).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan engan menggunakan metode ADDIE dengan tahapan sebagai berikut:

4.1.1. *Analyze* (Analisis)

Dalam model pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada/diterapkan. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak relevan dengan kebutuhan sasaran dan teknologi

Pada tahapan analisis ini dilakukan analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity dan Threads*), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan. Hasil evaluasi analisis digunakan sebagai pedoman untuk merancang penyiram tanam otomatis yang sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 1. *Analisis SWOT Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT*

STRENGHT (kekuatan)	Dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, dapat membantu menjaga kesehatan tanaman dan meningkatkan pertumbuhannya dan memberikan kemudahan monitoring dengan teknologi IoT.
WEAKNESS (Kelemahan)	Biaya pembuatan alat cenderung mahal, membutuhkan sumber listrik untuk beroperasi dan memerlukan perawatan secara rutin.
OPPORTUNITY (Peluang)	Meningkatnya permintaan pasar tanaman hias sehingga membuka peluang yang luas dan sistem ini dapat diintegrasikan dengan sistem lain untuk memberikan kontrol yang lebih baik.
Threads (Ancaman)	Persaingan pasar semakin ketat, perubahan iklim dapat memengaruhi kebutuhan air tanaman sehingga alat ini perlu inovasi untuk kondisi yang baru.

Tahapan selanjutnya adalah analisis kelayakan. Analisis kelayakan adalah analisis dari sistem yang akan diimplementasikan mempunyai kelayakan dari segi teknis dan bisnis.

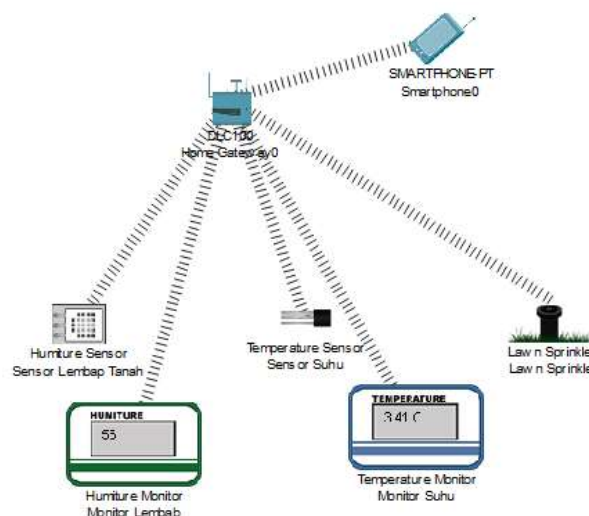
Tabel 2. *Analisis Kelayakan TELOS Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT*

Kelayakan Teknik (Technical Feasibility)	Sistem tahan terhadap cuaca dan kondisi luar ruangan yang ekstrem. Komponen elektronik harus berkualitas tinggi, harga murah dan tahan lama. Pengguna dapat dengan mudah mengatur tingkat kelembapan tanah yang diinginkan. Sistem harus memiliki fitur keselamatan yang mencegah penyiraman berlebihan.
Kelayakan Ekonomi (Economic Feasibility)	Biaya awal untuk membeli dan memasang sistem terjangkau Biaya perawatan dan pemeliharaan rutin juga terjangkau. Peningkatan kesehatan tanaman dapat menghasilkan peningkatan hasil panen atau nilai tanaman hias.
Kelayakan Hukum (Law Feasibility)	memenuhi persyaratan kepatuhan terhadap standar keselamatan dan lingkungan dan desain sistem tidak melanggar hak paten yang ada.

Kelayakan Operasional (<i>Operational feasibility</i>)	Disiapkan manual book serta <i>tutorial online</i> untuk pengguna. Mudah mendapatkan suku cadang dari pemasok suku cadang yang terpercaya.
Kelayakan Jadwal (<i>Schedule feasibility</i>)	Waktu dan jadwal yang dibutuhkan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem secara menyeluruh menggunakan metode ADDIE sangat realistis

4.1.2. Design (Perancangan)

Tahapan desain merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut yang akan mendasari proses pengembangan di tahapan berikutnya. Pada penelitian ini tahapan desain dilakukan dengan merancang instrument yang terdiri atas instrumen software dan hardware. Software yang digunakan yaitu *Cisco Packet Tracer*, *Matlab 2020b*, *Proteus*, *Figma* dan *IDE Arduino*. Hardware merupakan komponen-komponen elektronik yang terdiri atas *Home Gateway DLC 100*, *Smartphone*, *Lawn Sprinkle*, *Temperature Sensor*, *Humiture Sensor*, *Temptratur Monitor* dan *Humiture Monitor*. Instrumen software digunakan untuk merancang *hardware* (menggunakan *Proteus*) dan merancang aturan Logika Fuzzy Mamdani (menggunakan *Matlab 2020b*) serta membuat kode program (menggunakan *Arduino IDE*). Sedangkan untuk merancang IoT menggunakan program *Cisco Packet Tracer* dan perancangan antarmuka(*Interface*) menggunakan aplikasi *Blynk*. Dibawah ini adalah gambar desain Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT .



Gambar 2. Rancangan Skema Internet Of Things Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT menggunakan Software Cysco Packet Tracers

Perangkat yang digunakan adalah *Home Gateway DLC 100*, *Smartphone*, *Lawn Sprinkle*, *Temprature Sensor*, *Humiture Sensor*, *Temptratur Monitor* dan *Humiture Monitor*. Fungsi dari masing-masing perangkat adalah:

Tabel 3. *Perangkat Internet Of Things Sistem Penyiraman Tanaman Hias*

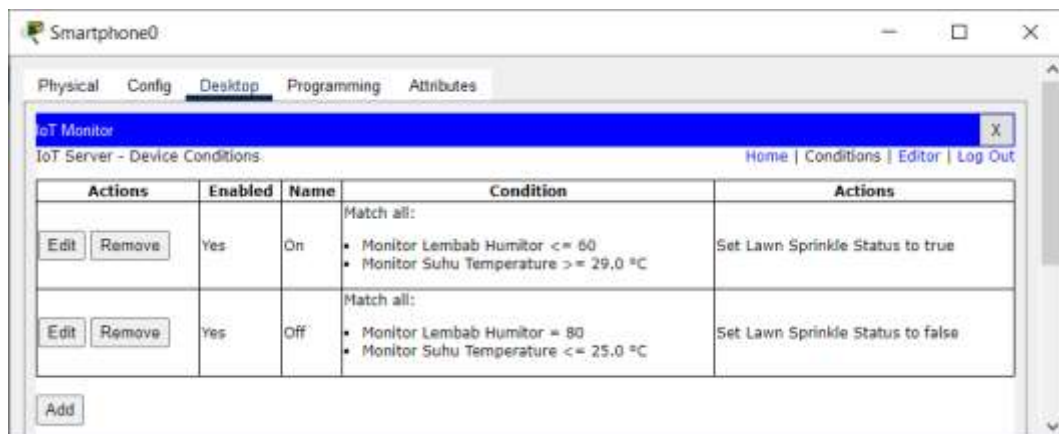
Nama	Fungsi
<i>Home Gateway DLC 100</i>	Perangkat yang bertindak sebagai pusat kontrol untuk sistem cerdas di rumah. Ini menghubungkan berbagai perangkat cerdas di rumah, seperti sensor dan monitor, ke internet dan memungkinkan pengguna untuk mengontrolnya dari jarak jauh melalui aplikasi atau perangkat lain yang terhubung.
<i>Smartphone</i>	Smartphone PT adalah perangkat yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses dan mengendalikan sistem cerdas di rumah mereka melalui aplikasi yang sesuai. Ini memungkinkan pengguna untuk menerima pemberitahuan, melihat status perangkat, dan mengontrol perangkat cerdas dari jarak jauh.
<i>Lawn Sprinkle</i>	Sistem irigasi otomatis yang digunakan untuk menyiram tanaman, terutama rumput di halaman atau taman. Ini dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan faktor-faktor seperti kelembaban tanah dan cuaca, atau dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi atau perangkat lain yang terhubung. Ini membantu pengguna untuk menjaga tanaman tetap segar dan sehat tanpa harus secara manual menyiramnya.
<i>Temprature Sensor</i>	Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur suhu di lingkungan tertentu, seperti di dalam rumah atau di luar ruangan. Data yang diberikan oleh sensor ini dapat digunakan untuk mengatur sistem pemanas atau pendingin, serta untuk memantau suhu lingkungan secara keseluruhan.
<i>Humiture Sensor</i>	Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah di sekitar tanaman atau area tertentu di taman atau kebun. Informasi yang diberikan oleh sensor ini dapat membantu pengguna dalam menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman.
<i>Temperatur Monitor</i>	Perangkat yang digunakan untuk memantau suhu di dalam rumah atau di area tertentu. Ini memberikan informasi real-time tentang suhu di lingkungan tersebut, yang dapat membantu pengguna dalam mengatur sistem pemanas atau pendingin, serta untuk memastikan kenyamanan yang optimal.
<i>Humiture Monitor</i>	Perangkat yang digunakan untuk memantau tingkat kelembapan di dalam rumah atau di area tertentu. Ini memberikan informasi tentang tingkat kelembapan relatif di lingkungan tersebut, yang dapat membantu pengguna dalam menjaga keseimbangan yang sesuai untuk kenyamanan dan kesehatan.

Setelah menyusun rancangan perangkat Internet of Things dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy, tahapan selanjutnya adalah membuat aturan opsional dari sistem tersebut. Berikut adalah tabel dari aturan atau rule Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis *Internet of Things*.

Tabel 4. *Rules Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT*

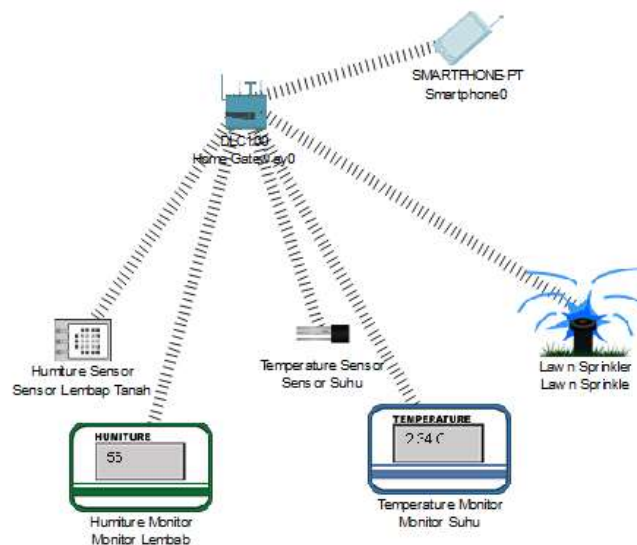
Rule 1	Jika sensor kelembapan tanah mendeteksi kelembapan sebesar kurang dari 40% dan sensor suhu mendeteksi suhu lingkungan sebesar lebih dari 30°C, maka <i>Lawn Sprinkle</i> akan menyala atau <i>True</i> untuk menyirami tanaman yang ada di sekitarnya hingga mencapai kondisi/ <i>rule</i> ke dua.
Rule 2	Jika sensor kelembapan tanah mendeteksi kelembapan sebesar lebih dari 80% dan sensor suhu mendeteksi suhu lingkungan sebesar kurang dari 15°C, maka <i>Lawn Sprinkle</i> akan mati atau <i>False</i> dan akan berhenti menyirami tanaman yang ada di sekitarnya hingga mencapai kondisi/ <i>rule</i> pertama.

Selanjutnya pengembangan *rule* diatas kemudian di implementasikan dalam *software cisco packet tracer*, berikut adalah gambar dari *rule* dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis *Internet of Things* yang ada pada *software cisco packet tracer*



Gambar 3. *Rule Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT menggunakan Software Cisco Packet Tracers*

Rule diatas kemudian dijalankan untuk mengetahui apakah perancangan *rule* sudah berkerja dengan baik sesuai dengan tujuan sistem. Berikut adalah tampilan jika komponen komponen serta *rule* kondisi berkerja dengan baik.



Gambar 4. Output Rancangan Skema Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT menggunakan Software Cysco Packet Tracers

Tahapan perancangan selanjutnya adalah membuat antar muka sistem sehingga bisa dilihat atau dimonitor melalui aplikasi *atau web site*. Berikut gambar rancangan antar muka Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis *Internet of Things* menggunakan aplikasi *blinky*.



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Sistem Penyiraman Tanaman Hias berbasis IoT

4.1.3. Development (Pengembangan)

Tahapan pengembangan berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada penelitian ini tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan desain produk penyiram tanam otomatis yang terdiri dari desain IoT, desain interface aplikasi, desain hardware dan desain fuzzy.

a. Pengembangan Rule Logika Fuzzy

Pada penelitian ini proses perhitungan menggunakan logika fuzzy, berikut adalah range kelembapan tanah, acuan suhu dan rule fuzzy:

1. Range Acuan Kelembapan Tanah

- Kering : <40%
- Normal : 40% - 80%
- Lembab : >80%

2. Range Acuan Suhu

- Dingin : $<15^{\circ}\text{C}$
- Normal : $19^{\circ}\text{C}-22^{\circ}\text{C}$
- Panas : $>30^{\circ}\text{C}$

3. Rule

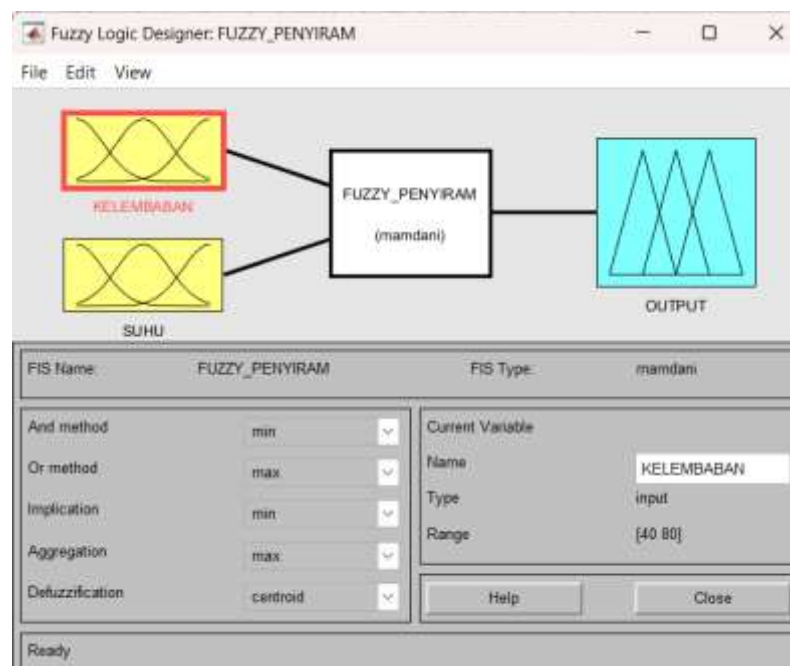
Berikut ini adalah tabel yang menggambarkan aturan atau rule dari logika fuzzy berdasarkan range acuan kelembapan tanah dan range acuan suhu

Tabel 5. Rules Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy

Kelembapan Tanah	$\leq 15^{\circ}\text{C}$ (Dingin)	$19^{\circ}\text{C}-22^{\circ}\text{C}$ (Normal)	$>30^{\circ}\text{C}$ (Panas)
$<40\%$ (Kering)	Off	On	On
40%-80% (Normal)	Off	Off	On
$>80\%$ (Lembap)	Off	Off	Off

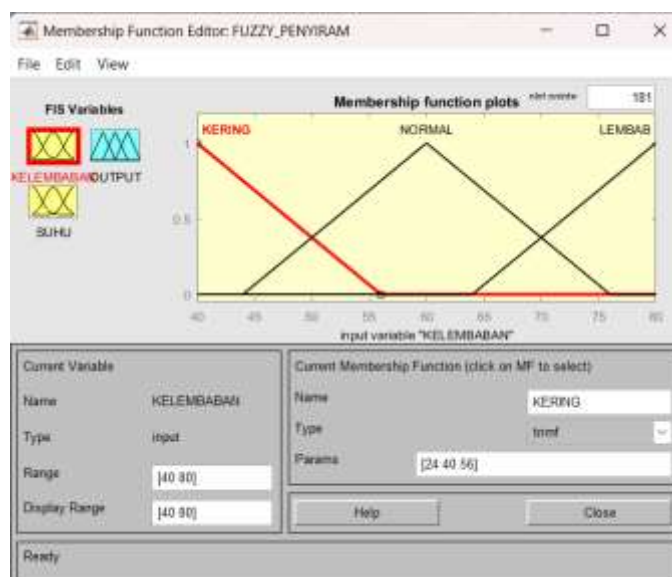
b. Pengembangan Input Output dan Rule Logika Fuzzy

Berikut ini tampilan *input* dan *output* dari sistem penyiram tanaman otomatis yang dirancang menggunakan fuzzy di aplikasi matlab, pada rancangan fuzzy tersebut terdapat *input* yaitu sensor kelembapan dan sensor suhu, sedangkan untuk *output*nya ada 1 yaitu penyiram/pompa air. Berikut ini adalah gambar tampilannya:



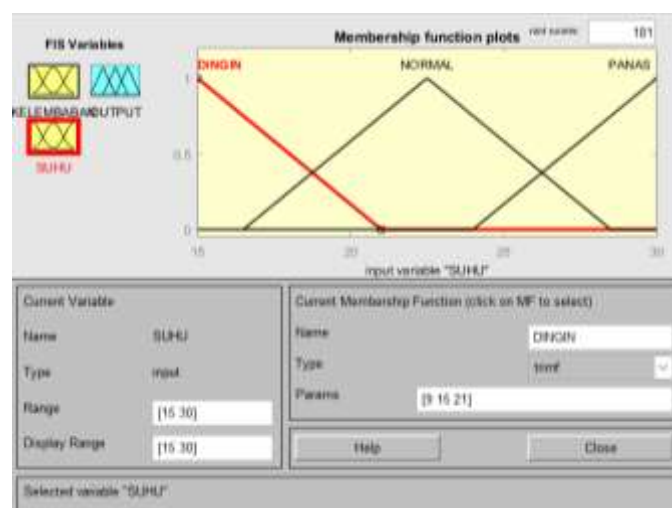
Gambar 6. Input dan Output dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

Data masukan terdiri dari 2 input yaitu kelembapan tanah dan suhu. Berikut ini tampilan dari *input* sensor kelembapan tanah pada sistem penyiraman otomatis dengan menggunakan fuzzy yang memiliki tiga membership function plots yaitu kering, normal, dan lembap dan memiliki range 40%-80%. Berikut ini gambar tampilannya:



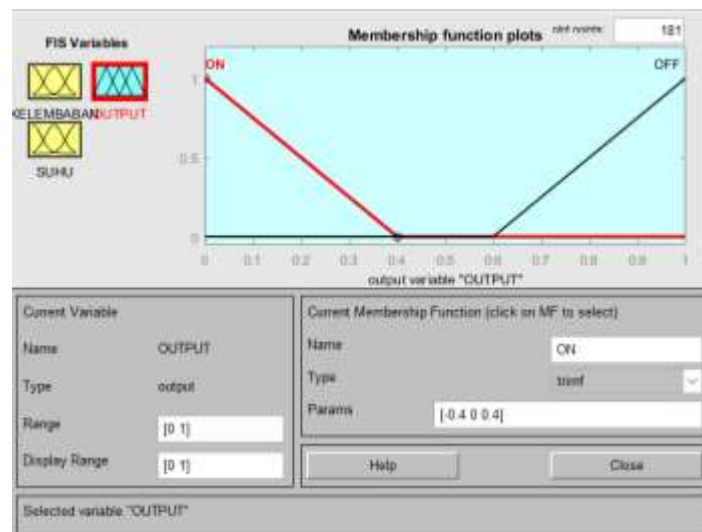
Gambar 7. Range Kelembapan dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

Selanjutnya adalah tampilan dari *input* sensor suhu pada sistem penyiraman otomatis dengan menggunakan fuzzy yang memiliki tiga membership function plots yaitu dingin, normal, dan panas dan memiliki range 15°C-30°C. Berikut ini gambar tampilannya:



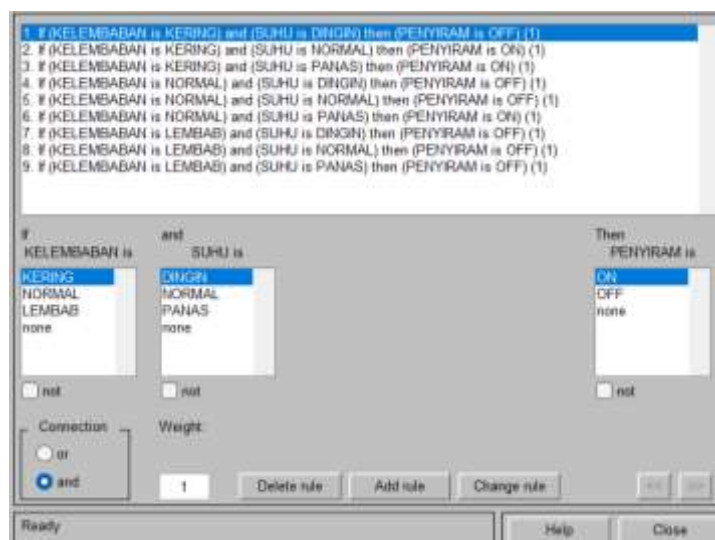
Gambar 8. Range Suhu dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

Sedangkan Output berupa penyiram atau pompa air sebagai penyiram otomatis. Berikut ini tampilan dari *output* pada sistem penyiraman otomatis dengan menggunakan fuzzy yang memiliki dua membership function plots yaitu on, dan off dan memiliki range 0 dan 1. Berikut ini gambar tampilannya:



Gambar 9. Range Output Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

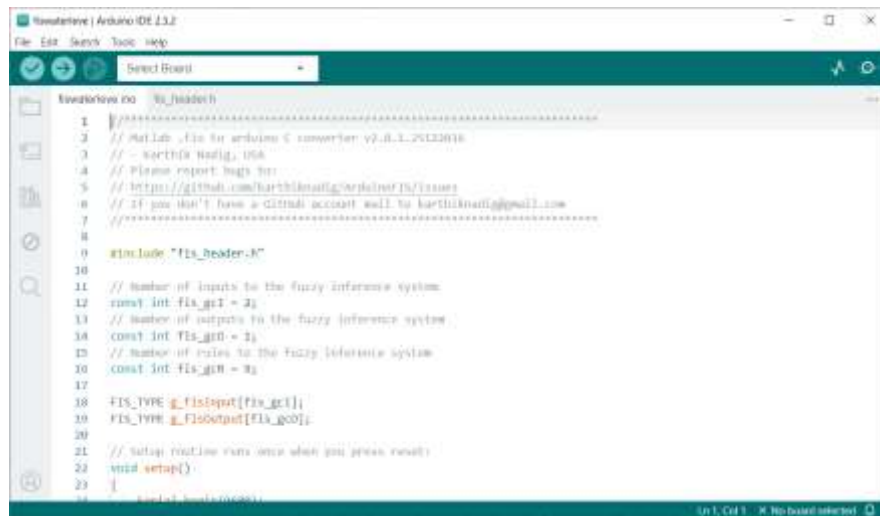
Tahapan pengembangan selanjutnya adalah pembuatan *rule fuzzy logic*. Berikut ini tampilan *rule fuzzy* untuk sistem penyiraman otomatis menggunakan fuzzy yang terdapat 9 rule. Berikut adalah gambar tampilan rulanya:



Gambar 10. Rule Penyiraman Otomatis Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

c. Pengembangan Pemrograman Fuzzy ke Arduino IDE

Hasil dari pengembangan *rule fuzzy logic* di software matlab kemudian dikonversi menggunakan software proto agar dapat di baca di *software Arduino.ide*. berikut adalah gambar hasil konversi dari file .fis menjadi file .ino yang bisa dibaca di *software Arduino.ide* yang selanjutnya di upload ke *software Proteus*.



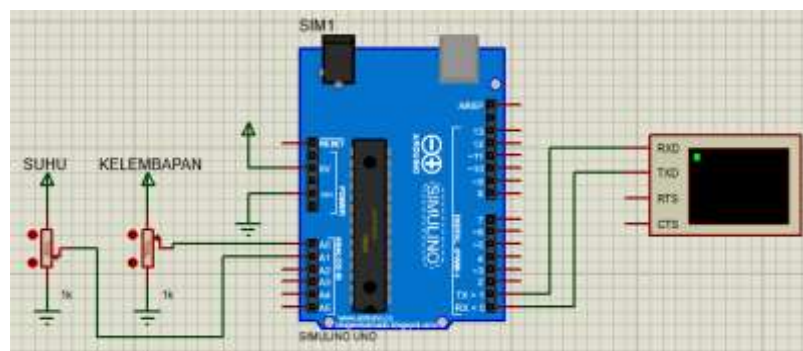
Gambar 11. Program Penyiraman Otomatis Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Arduino IDE

4.1.4. Implementation (Implementasi)

Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat atau dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan melihat hasil yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Berikut hasil implementasi dari Sistem Penyiraman Tanaman Hias menggunakan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT

a. Simulasi Sistem Pada Software Proteus Pada Saat Belum distart

Berikut tampilan simulasi proteus yang komponennya terdiri dari simulino UNO, POT-HG untuk pengaturan kelembapan dan suhu, dan virtual terminal untuk menampilkan hasil dari kelembapan, suhu, dan juga pompa menyala atau mati. Berikut adalah tampilan simulasi proteus yang belum distart:

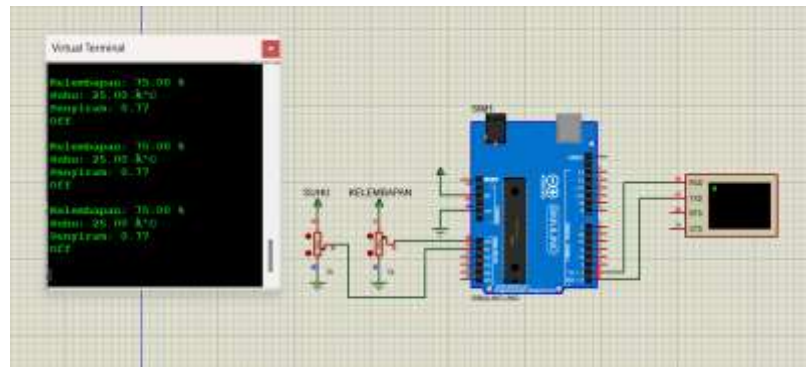


Gambar 12. Simulasi Sistem Pada Software Proteus Pada Saat Belum distart

b. Simulasi Sistem Pada Software Proteus Pada Saat di Start Pompa OFF

Berikut ini tampilan simulasi proteus yang sudah di start dan dapat dilihat di virtual terminal bahwa kelembapan tanah 75% dan suhu udara 25°C dan presentase penyiramnya menjadi 0,77 sama seperti yang ada pada simulink diatas, dan output pompa tidak menyala

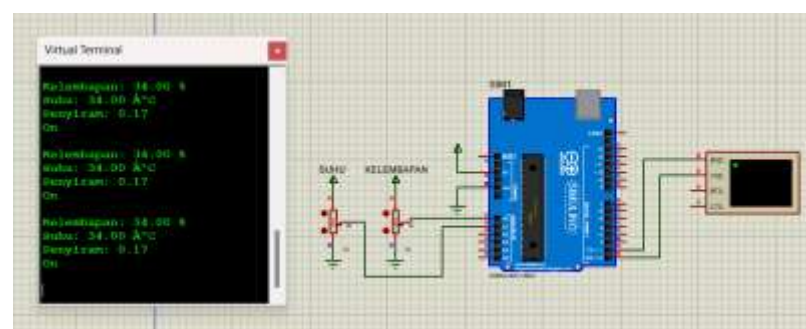
atau off. Pompa off karena sistem membaca bahwa kelembapan tanahnya tinggi dan suhunya tidak panas. Berikut adalah gambar simulasinya:



Gambar 13. Simulasi Sistem Pada Software Proteus Pada Saat di Start Pompa OFF

c. Simulasi Proteus Pada Saat di Start Pompa ON

Berikut ini tampilan simulasi proteus yang sudah di start dan dapat dilihat di virtual terminal bahwa kelembapan tanah 34% dan suhu udara 34°C dan presentase penyiramnya menjadi 0,17, dan output pompa menyala atau ON. Pompa ON karena sistem membaca bahwa kelembapan tanahnya dianggap rendah dan suhunya panas. Berikut adalah gambar simulasinya:



Gambar 14. Simulasi Sistem Pada Software Proteus Pada Saat di Start Pompa ON

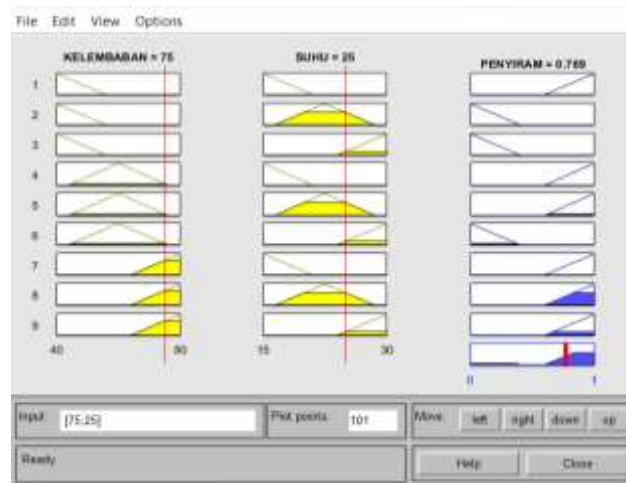
4.1.5. Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi bisa dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan. Pada tahapan ini merupakan tahapan proses pengujian aplikasi yang telah dibangun. Pengamatan aktivitas pengguna dilakukan secara langsung dimana pengguna dan peneliti berada pada lokasi yang sama dalam satu waktu. Hal ini dilakukan agar peneliti mendapatkan umpan balik dari setiap aktivitas yang dilakukan oleh pengguna (M. M. Lutfi et al., 2023).

Pada penelitian ini, evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari program yang di jalankan di *software matlab* yaitu *rule viewer* dan *simulink* kemudian dibandingkan dengan program yang dijalankan di *software arduino IDE* yang dijalankan menggunakan *software proteus*. Berikut ini hasilnya.

a. Rule Viewer

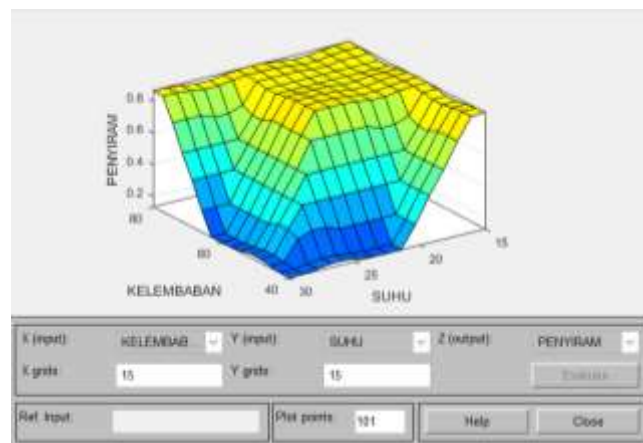
Berikut ini tampilan dari *rule viewer* fuzzy sistem penyiraman otomatis. Berikut adalah gambar tampilannya:



Gambar 15. Rules View Sistem Penyiraman Otomatis Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

b. Surface Viewer

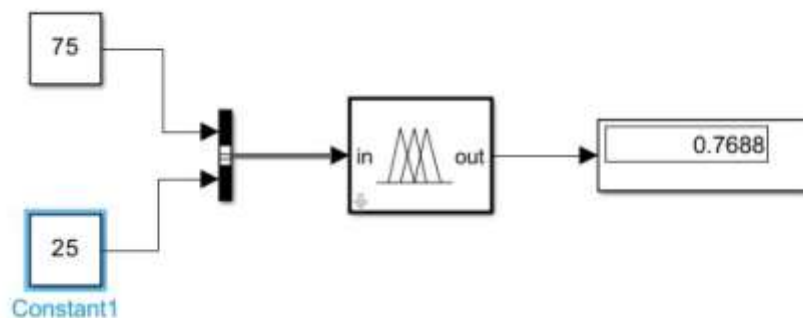
Berikut ini tampilan *surface viewer* fuzzy sistem penyiraman otomatis. Berikut gambar tampilannya:



Gambar 16. View Surface Sistem Penyiraman Otomatis Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

c. Simulink Model

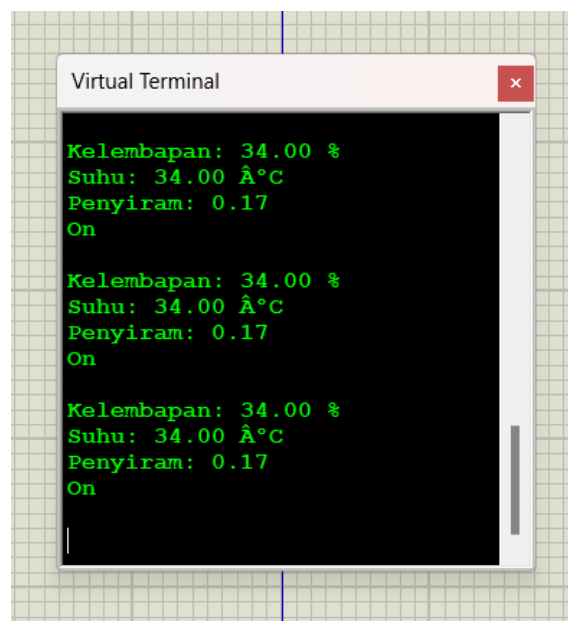
Berikut ini tampilan dari *simulink model* fuzzy sistem penyiraman otomatis, pada simulasi dibawah terdapat 2 *input* yaitu untuk kelembapan dan suhu, serta 1 *output* yaitu monitor presentase untuk pompa agar bisa menyala atau mati. jika kelembapan tanah 75% dan suhu 25°C maka hasilnya 0,7688 dan dari hasil yang ditampilkan di layar monitor nantinya untuk presentase kapan pompa menyala dan mati. Berikut adalah gambar tampilannya:



Gambar 16. Simulink Model Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Matlab

d. Simulasi Proteus Pada Saat di Start Pompa ON

Berikut ini tampilan simulasi proteus yang sudah di start dan dapat dilihat di virtual terminal bahwa kelembapan tanah 34% dan suhu udara 34°C dan presentase penyiramnya menjadi 0,17, dan output pompa menyala atau ON. Pompa ON karena sistem membaca bahwa kelembapan tanahnya dianggap rendah dan suhunya panas. Berikut adalah gambar simulasinya:



Gambar 17. Simulasi Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy pada software Proteus

Setelah diuji coba pada *software matlab* menggunakan *rule viewer* dan *simulink* serta *software arduino IDE* yang dijalankan menggunakan *software proteus* menghasilkan nilai output yang sama apabila nilai input nya juga sama. Sehingga bisa disimpulkan bahwa Simulasi Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

4.2. Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah Simulasi Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT, penelitian sejenis belum pernah dilakukan. Penelitian terdahulu baru melakukan satu bidang kajian saja baik menggunakan IoT ataupun menggunakan kendali logika Fuzzy, tetapi perancangan yang melibatkan 2 bidang kajian sekaligus yaitu IoT dan sistem kontrol Fuzzy belum pernah dilakukan selain penulis.

Simulasi sistem berbasis Internet of Things (IoT) ini memanfaatkan Arduino Uno, simulasi Cisco Packet Tracer, logika Fuzzy, dan visualisasi menggunakan Proteus. Simulasi sistem ini mampu melakukan pemantauan suhu dan kelembapan secara real-time, memberikan notifikasi peringatan dini dengan pendekatan Fuzzy Logic untuk meningkatkan akurasi dan respon terhadap kondisi kritis, serta menggunakan jaringan IoT untuk mengirim data secara efektif dan efisien.

Selain itu, simulasi sistem ini mampu mengukur variable suhu dan kelembapan melalui sensor secara kontinu dan mengirimkan data ke server pusat untuk dipantau secara real-time. Dengan menggunakan Fuzzy Logic, sistem dapat menganalisis data suhu dan kelembapan dan memberikan peringatan dini yang lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Sistem memanfaatkan jaringan IoT untuk menghubungkan berbagai sensor dan mengirim data melalui internet, memastikan akses data yang cepat dan andal. Sistem ini juga menawarkan solusi pemantauan yang efisien dan akurat dibandingkan metode manual, serta bekerja secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membuat simulasi sistem penyiraman tanaman hias berbasis Iot dengan kontrol logika Fuzzy. sistem secara efektif dapat menyesuaikan frekuensi penyiraman berdasarkan kondisi kelembapan tanah dan suhu lingkungan, sehingga tanaman menerima perawatan yang optimal tanpa intervensi manual. Dengan menggunakan model pengembangan ADDIE, sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna, termasuk petani dan pecinta tanaman hias, dengan memudahkan proses penyiraman dan memastikan tanaman tetap sehat dan tumbuh dengan baik. Setelah diuji coba pada *software matlab* menggunakan *rule viewer* dan *simulink* serta *software arduino IDE* yang dijalankan menggunakan *software proteus* menghasilkan nilai output yang sama apabila nilai input nya juga sama. Sehingga bisa disimpulkan bahwa Simulasi Sistem Penyiraman Tanaman Hias dengan kontrol logika Fuzzy berbasis IoT dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam penerapan teknologi IoT untuk mendukung efisiensi dan efektivitas dalam pemeliharaan tanaman. Sistem ini juga menawarkan solusi pemantauan yang efisien dan akurat dibandingkan metode manual, serta bekerja secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia.

Daftar Pustaka

Komputer Untuk Kesehatan Mata Berbasis Arduino-Uno Ardianto Pranata, P., Anwar, B., Studi Sistem Komputer, P., Triguna Dharma, S., & Maritim Indonesia, A. (2018). *Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Monitoring*. 17(SAINTIKOM), 211–213.

Lutfi, M., & Kristanto, A. (n.d.-a). “*Jurnal TRANSFORMASI (Informasi & Pengembangan Iptek)*” (STMIK BINA PATRIA) *TRAINER FUZZY SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM MAHASISWA*.

Lutfi, M. M., Mufidah Nastiti, T., Fatullah, R. G., & Bintang, G. P. (2023). “Jurnal TRANSFORMASI (Informasi & Pengembangan Iptek)” (STMIK BINA PATRIA) PERANCANGAN USER INTERFACE PADA START-UP KESEHATAN HEALTHY MENGGUNAKAN METODE DESIGN THINKING. *Jurnal TRANSFORMASI*, 19(1), 1–14.

PENGELOLAAN SUMBER DAYA MANUSIA PADA ERA INTERNET OF THINGS. (n.d.).

Prayitno, R. H., & Yakti, B. K. (2020). SIMULASI SMART HOME MENGGUNAKAN CISCO PACKET TRACER. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 25(2), 115–126. <https://doi.org/10.35760/ik.2020.v25i2.2577>

Rahma Putri, A. (2019). *Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman*. 3(4).

Rahma Putri, A., Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, J., Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara, P., & Besar Palembang, B. (2019a). *Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT*.

Rahma Putri, A., Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, J., Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara, P., & Besar Palembang, B. (2019b). *Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT*.

Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023a). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 1).

Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023b). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 1).

Yohanes Oraplean, C., Dedy Irawan, J., & Rudhistiar, D. (2021). IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA SISTEM MONITORING SUHU TERNAK AYAM PETELUR BERBASIS WEB. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 5, Issue 2).

Zein, D. R., Hamami, F., & Mulyana, T. (2022). Pengembangan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium Berbasis IoT. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(1), 103–110. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i1.2301>