



## Implementasi *Neural Network* dalam Mengendalikan *Input* dan *Output* pada Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Otomatis Berbasis IoT

Aulia Ratna Juwita<sup>1</sup>, Tresna Dewi<sup>2</sup>, Yurni Oktarina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia  
<sup>1</sup>auliaratnaaa@gmail.com, <sup>2</sup>tresna\_dewi@polsri.ac.id\*, <sup>3</sup>yurni\_oktarina@polsri.ac.id

### Abstract

Agriculture is an important sector in human life. However, in practice, agriculture still faces many challenges such as difficulties in optimally controlling watering and fertilizing crops. To overcome this problem, an automatic plant watering and fertilizing system was developed as an alternative solution. This system can help farmers control watering and fertilizing plants automatically and optimally based on soil and plant conditions measured by sensors. In practice, automation systems for watering and fertilizing plants usually still use simple rules based on the experience or theory of farmers. Therefore, the implementation of a neural network in an automated system of watering and fertilizing plants can help predict irrigation needs for plants accurately and control watering and fertilizing automatically. To prove the effectiveness of the proposed method, testing was carried out using the Neuroph Studio application. From the test results, the total error results for the tool in controlling the output are less than 0.01 of the desired output value. These results are good and indicate that the neural network is an effective method of choice as a learning parameter. In addition, by using IoT technology, the automation system can be connected to the internet, so that it can be accessed remotely and monitored in real-time. This makes it easier for users to control the automation system and monitor the state of the plants.

*Keywords:* internet of things, controlling, fertilizing, neural network, watering.

### Abstrak

Pertanian merupakan sektor penting dalam kehidupan manusia. Namun, dalam praktiknya, pertanian masih banyak menghadapi tantangan seperti kesulitan dalam mengendalikan penyiraman dan pemupukan tanaman secara optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut, sistem penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis dikembangkan sebagai solusi alternatif. Sistem ini dapat membantu petani mengendalikan penyiraman dan pemupukan tanaman secara otomatis dan optimal berdasarkan kondisi tanah dan tanaman yang diukur oleh sensor. Dalam penerapannya, sistem otomatisasi pada penyiraman dan pemupukan tanaman biasanya masih menggunakan aturan sederhana berdasarkan pengalaman atau teori para petani. Oleh karena itu, implementasi *neural network* pada sistem otomatisasi penyiraman dan pemupukan tanaman dapat membantu memprediksi kebutuhan irigasi pada tanaman secara akurat serta mengendalikan penyiraman dan pemupukan secara otomatis. Untuk membuktikan efektivitas dari metode yang diajukan, dilakukan pengujian dengan menggunakan aplikasi *Neuroph Studio*. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil *total error* pada alat dalam mengendalikan *output* kurang dari 0.01 dari nilai *output* yang diinginkan. Hasil tersebut bagus dan menunjukkan bahwa *neural network* merupakan pilihan metode yang efektif sebagai parameter pembelajaran. Selain itu, dengan menggunakan teknologi IoT, sistem otomatisasi dapat dihubungkan dengan *internet*, sehingga dapat diakses dari jarak jauh dan dipantau secara *real-time*. Hal ini memudahkan pengguna dalam mengontrol sistem otomatisasi dan memantau keadaan tanaman.

Kata kunci: *internet of things*, *neural network*, pemupukan, pengendalian, penyiraman.

Diterima Redaksi: 23-10-2022 | Selesai Revisi: 15-11-2022 | Diterbitkan Online: 31-12-2023

### 1. Pendahuluan

Pertanian modern saat ini dihadapkan pada tantangan besar untuk mencukupi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan

populasi global [1]. Untuk mengatasi tantangan ini, perkembangan teknologi dalam bidang pertanian menjadi kunci utama untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam proses budidaya tanaman. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah mengintegrasikan *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dalam sistem pertanian, yang berpotensi memberikan solusi cerdas dan inovatif untuk mendukung pertanian masa depan.

Penerapan teknologi IoT dalam pertanian memberikan kemampuan untuk menghubungkan berbagai perangkat dan sensor dalam jaringan yang terpusat. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut dikumpulkan secara *real-time*, memberikan wawasan mendalam tentang kondisi lingkungan pertanian dan keadaan tanaman. Keunggulan utama dari teknologi IoT adalah memberikan kemampuan bagi para petani untuk memantau dan mengontrol proses pertanian secara *remote* melalui aplikasi *mobile* atau *web* [2-8]. Dengan akses yang mudah dan cepat, petani dapat merespons perubahan kondisi pertanian dengan lebih efektif dan akurat.

Salah satu teknik kecerdasan buatan yang telah terbukti efektif dalam mengolah data kompleks adalah *Neural Network* atau jaringan saraf tiruan. Terinspirasi oleh cara kerja sistem saraf manusia, *Neural Network* merupakan model matematis yang dapat belajar dari data yang diberikan dan melakukan prediksi serta pengambilan keputusan berdasarkan data tersebut. Kemampuan *Neural Network* untuk memodelkan pola-pola yang kompleks menjadikannya pilihan ideal dalam menghadapi tantangan rumit dalam pertanian modern [9].

Penyiraman dan pemupukan tanaman merupakan dua aspek penting dalam budidaya tanaman di *greenhouse* atau sistem pertanian berbasis IoT. Penyiraman dan pemupukan yang tepat dan efisien akan meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil panen yang berkualitas, dan mengurangi pemborosan sumber daya seperti air dan pupuk [10]. Namun, proses penyiraman dan pemupukan yang dilakukan secara manual pada lahan pertanian yang luas dapat menjadi tugas yang melelahkan dan tidak efisien [11-15].

Oleh karena itu, menggabungkan teknologi IoT dengan *Neural Network* menjadi langkah yang logis untuk mengatasi tantangan dalam menyirami dan memupuk tanaman secara otomatis dan cerdas. Dengan memanfaatkan sensor-sensor seperti sensor kelembaban tanah, sensor ultrasonik, dan sensor suhu, serta mengadopsi algoritma *Neural Network*, sistem dapat secara *real-time* memahami kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman secara mendalam. Dengan demikian, sistem dapat mengoptimalkan proses penyiraman dan pemupukan secara otomatis dan cerdas, memberikan air dan nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman, dan menghindari pemborosan sumber daya yang berharga [16].

Penelitian sebelumnya terkait penelitian ini dilakukan oleh Suryatini di 2018, merancang sistem

pendataan untuk mengukur suhu tanah dan kelembaban tanah pada sistem irigasi otomatis dimana data disimpan dalam *database real-time* data *Firestore*, sedangkan Pertiwi di 2021 merancang sistem irigasi tetes otomatis untuk pertumbuhan tanaman cabai yang dipantau melalui aplikasi *monitoring* berbasis *web*, dan Fauziah di 2022, merancang sistem *smart agriculture* dengan metode *fuzzy* dengan hasil penelitian dari 100% hanya mendapatkan data 45% yang sesuai [17].

Penelitian ini bertujuan untuk mengusung konsep implementasi *Neural Network* dalam mengendalikan *input* dan *output* pada penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis berbasis IoT Node-RED, khususnya pada budidaya tanaman cabai di *greenhouse*. Penelitian ini berfokus pada pengembangan solusi cerdas dan adaptif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian, serta menghadirkan inovasi dalam memanfaatkan teknologi IoT dan kecerdasan buatan untuk keberlanjutan pertanian masa depan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

Tahap terpenting dalam pembuatan suatu alat adalah perancangan. Tujuan perancangan suatu alat adalah untuk memudahkan dalam proses pembuatan alat, dan mengetahui komponen apa saja yang diperlukan dalam pembuatan alat. Terdapat 3 jenis perancangan dalam merancang alat ini, yaitu:

### 2.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan perancangan peralatan atau *hardware* yang ada di dalam dan di luar *greenhouse* yang saling terintegrasi untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman di dalamnya. Dalam perancangan ini, diperlukan desain 3D agar tampilan *greenhouse* dan peralatan yang dirancang lebih atraktif (hidup) seperti aslinya yang ada di lapangan. Desain 3D ini dibuat dengan menggunakan aplikasi *tinkercad* yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Rancangan *Greenhouse*

Pada Gambar 2 menunjukkan rancangan *greenhouse* sebagai tempat budidaya tanaman cabai yang meliputi penyiraman dan pemupukan tanaman

otomatis. *Greenhouse* berukuran 4m × 4m × 3.5m tersebut terbuat dari rangka baja yang disusun sedemikian rupa dan diselubungi dengan plastik UV yang memiliki ketebalan sebesar 200 *micron* serta atap yang terbuat dari *fiber*. Pada perancangan ini terdapat *solar panel* sebagai sumber daya listrik pada *greenhouse*, yang mana energi yang dihasilkan oleh *solar panel* tersebut disimpan ke dalam baterai yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan energi listrik. Baterai tersebut disimpan di dalam *box* hitam samping *greenhouse* agar aman dan terhindar dari gangguan eksternal.

Pada rancangan bagian dalam *greenhouse* terdapat objek tanaman cabai (*Capsicum annum L*) sebanyak 20 *polybag* yang ditanam di dalamnya yang digunakan sebagai media uji alat. Selain itu, terdapat 2 meja untuk meletakkan *polybag* tanaman cabai, dimana masing-masing meja terdapat 10 *polybag* yang terbagi menjadi 2 baris. Masing-masing baris tanaman terdapat pipa paralon untuk penyiraman, dan dipertengahan antara kedua baris tanaman terdapat pipa paralon untuk pemupukan. Untuk penyiraman dilakukan dengan cara irigasi tetes dengan *input* berupa sensor *capacitive soil moisture*, sedangkan untuk pemupukan dilakukan dengan cara *sprinkler* dengan *input* berupa RTC DS3231. Di dalam *greenhouse* juga terdapat 4 buah *nozzle* yang disusun sedemikian rupa untuk penyiraman *fogging* dengan *input* berupa sensor DHT22, yang mana masing-masing *nozzle* disambungkan dengan menggunakan selang berukuran 6 mm.

Sedangkan pada rancangan bagian luar *greenhouse* terdapat 3 (tiga) buah tangki untuk penampungan air penyiraman, air *fogging*, dan pupuk cair. Masing-masing tangki terdapat sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air di dalamnya. Selain itu, terdapat aktuator berupa pompa untuk mengalirkan air dari tangki ke pipa penyiraman, pipa pemupukan, dan selang *fogging* serta terdapat *valve* yang berfungsi sebagai katup otomatis (1/0) untuk mengisi air pada tangki. Untuk otomatisasi pengairan pada *greenhouse*, disediakan *tedmond* dengan kapasitas sebesar 600 liter untuk men-*supply* air ke dalam tangki sehingga *valve* tersebut hanya di pasang pada tangki penyiraman dan tangki *fogging*.

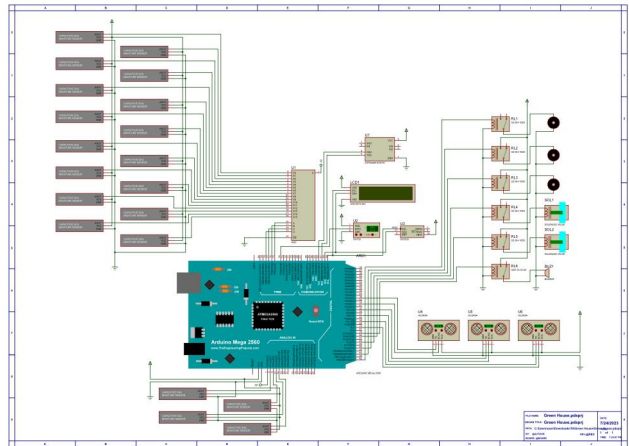


Gambar 2. Rancangan *Greenhouse* secara Keseluruhan

## 2.2 Perancangan Elektrikal

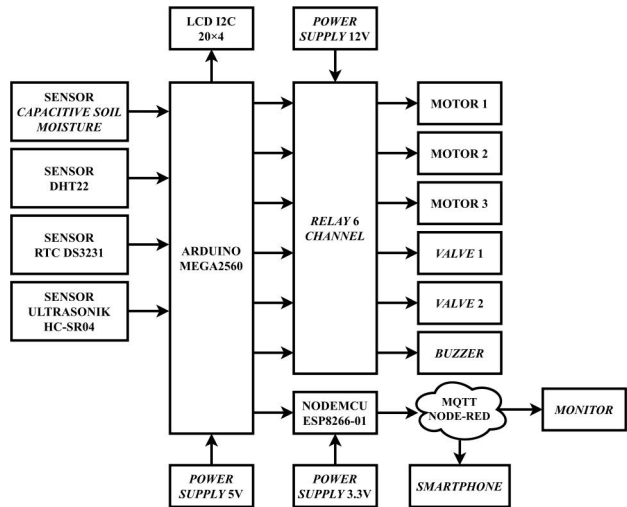
Perancangan elektrikal merupakan proses pembuatan rangkaian dan *wiring diagram* yang memperlihatkan tata letak serta hubungan antar komponen yang merupakan bagian dari keseluruhan

sistem yang terintegrasi pada pertanian *greenhouse*. Skematik rangkaian alat ini dibuat dengan menggunakan aplikasi Proteus yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Alat

Pada Gambar 4 menunjukkan blok diagram dari perancangan alat penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis. Blok diagram merupakan salah satu elemen yang terpenting dalam perancangan dan pembuatan alat, sebab dari blok diagram kita dapat mengetahui prinsip kerja dari keseluruhan alat. Selain itu, prosedur perancangan dan pembuatan pada masing-masing rangkaian akan membentuk suatu sistem yang sesuai dengan perancangan.



Gambar 4. Blok Diagram Perancangan Alat

Fungsi dari setiap komponen pada blok diagram pada Gambar 4, yaitu:

Sensor *Capacitive Soil Moisture* berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah pada tanaman. Jika kondisi kelembaban tanah lebih dari 40% (tanah lembab atau basah), maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk tidak mengaktifkan *relay* agar pompa air tidak aktif dan tidak menyiram tanaman (irigasi tetes). Namun jika kondisi kelembaban tanah kurang dari 40% (tanah kering),

maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk mengaktifkan *relay* agar pompa air aktif dan menyiram tanaman. Pada perancangan alat ini terdapat 20 buah sensor *capacitive soil moisture* yang digunakan, masing-masing sensor diletakkan pada setiap *polybag* tanaman sebagai media uji alat penyiraman tanaman otomatis. Penyiraman tanaman dengan teknik irigasi tetes akan terjadi apabila 75% dari 20 buah sensor *capacitive soil moisture* sudah memenuhi *setpoint*.

Sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi kelembaban udara dan suhu ruang di dalam *greenhouse*. Jika kondisi kelembaban udara kurang dari 65% atau suhu ruang lebih dari 40°C, maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk mengaktifkan *relay* agar pompa air aktif dan menyemprot ruangan (*fogging*). Namun jika kondisi kelembaban udara lebih dari 65% atau suhu ruang kurang dari 40°C, maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk tidak mengaktifkan *relay* agar pompa air tidak aktif dan tidak menyemprot ruangan.

Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air atau kesediaan air dalam tangki penyiraman, pemupukan, dan *fogging*. Pada perancangan alat ini terdapat 3 buah sensor ultrasonik yang digunakan, masing-masing sensor diletakkan pada setiap tangki. Pada tangki penyiraman dan *fogging*, jika sensor mendeteksi ketinggian air lebih dari 21 cm, maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk mengaktifkan *valve* (membuka katup) dan mengisi air pada tangki hingga ketinggian air mencapai 12 cm *valve* aktif (menutup katup). Namun jika sensor mendeteksi ketinggian air kurang dari 21 cm, maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk tidak mengaktifkan *valve*. Sedangkan pada tangki pemupukan, jika sensor mendeteksi ketinggian pupuk cair lebih dari 21 cm, maka sensor akan mengirimkan sinyal keluaran ke Arduino Mega2560 untuk mengaktifkan atau membunyikan *buzzer* dan tangki diisi secara manual hingga ketinggian pupuk cair mencapai 12 cm *buzzer* berhenti berbunyi (non aktif).

Sensor RTC DS32321 berfungsi untuk mengambil data waktu dan tanggal yang sesuai dengan waktu dan tanggal pada komputer (waktu terkini), untuk menentukan jadwal pemupukan tanaman yaitu setiap hari selasa dan kamis pada pukul 10.00 WIB.

Arduino Mega2560 merupakan pusat pengendali pada alat ini, berfungsi untuk memproses data yang diperoleh dari *input* untuk menentukan kondisi *output* dengan menggunakan algoritma *neural network*.

NodeMCU ESP8266-01 merupakan modul WiFi yang berfungsi sebagai koneksi dari Arduino Mega2560 ke *website* Node-RED dengan bantuan protokol MQTT untuk membuat sistem aplikasi IoT (*monitoring*) yang dapat dipantau melalui *smartphone* dan *monitor*. Pada perancangan alat ini, terdapat 30 data yang akan dikirimkan ke IoT.

Node-RED merupakan sebuah *tool* berbasis *browser* untuk membuat aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai “*flow*”. Selain itu, pada Node-RED terdapat fitur *Node-dashboard* yang memungkinkan kita membuat *interface* pengguna berbasis *web* untuk memantau dan mengontrol perangkat IoT secara *real-time*.

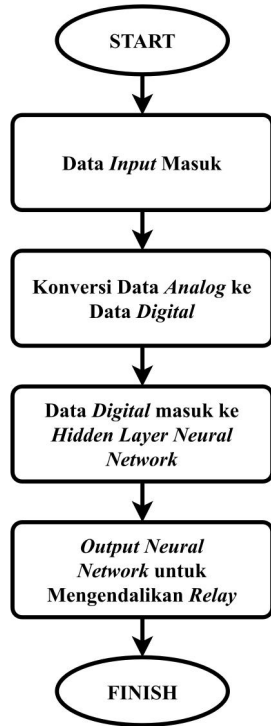
*Solenoid Valve* berfungsi sebagai katup otomatis (1/0) yang dipasang pada pipa penghubung antara *tedmond* dan tangki untuk mengisi air di dalam tangki apabila tinggi air dalam tangki kurang dari *setpoint*. Pada perancangan alat ini terdapat 2 buah *solenoid valve* yang digunakan, yaitu penyiraman dan *fogging*.

*Relay* berfungsi untuk mengaktifkan motor atau pompa air. Pada perancangan alat ini terdapat 6 buah (6 *channel*) *relay* yang digunakan, masing-masing *relay* digunakan untuk mengaktifkan pompa penyiraman, pompa pemupukan, pompa *fogging*, *solenoid valve* penyiraman, *solenoid valve fogging*, dan *buzzer*.

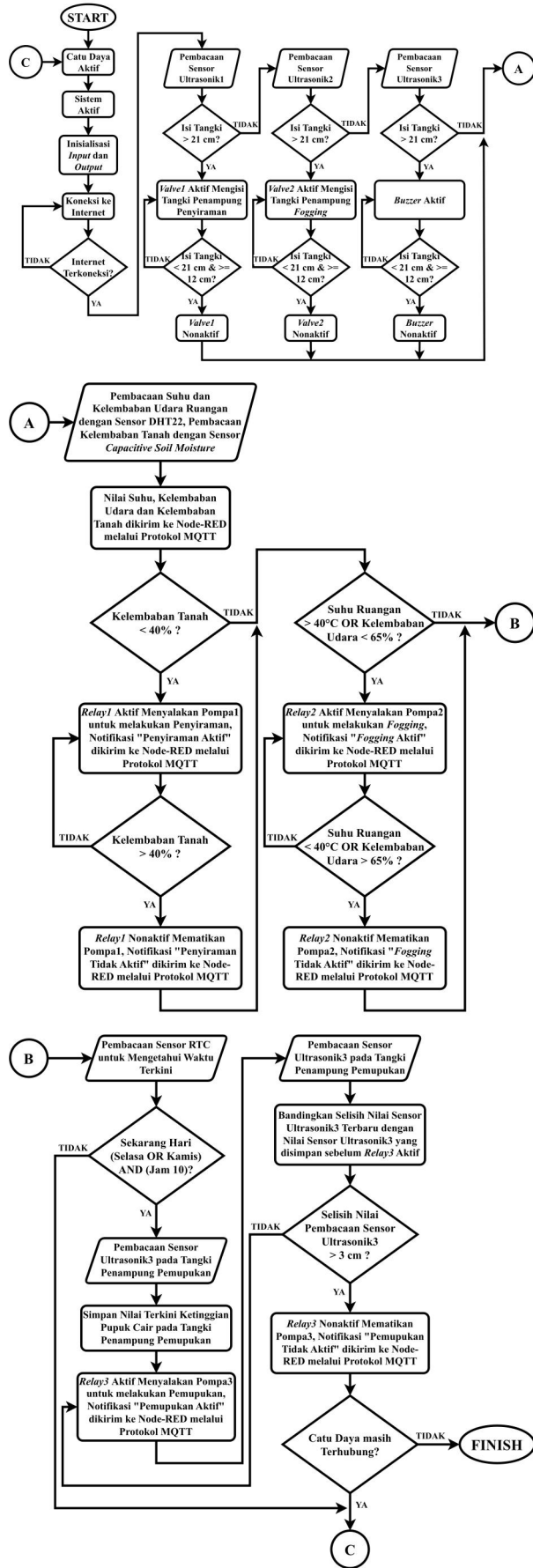
Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki untuk penyiraman dan pemupukan pada tanaman. Pada perancangan alat ini terdapat 3 buah pompa air yang digunakan yaitu pompa air penyiraman, pemupukan, dan *fogging*. Ketiga pompa tersebut memiliki keadaan aktif yang berbeda-beda, dimana pompa akan aktif dengan durasi waktu sesuai dengan kondisi kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu ruang, dan waktu pemupukan tanaman.

LCD I2C 20×4 berfungsi sebagai media untuk menampilkan data *monitoring* yang diperoleh dari *input* maupun *output* berupa nilai kelembaban tanah (adc dan %), kelembaban udara, suhu ruang, waktu dan tanggal untuk jadwal pemupukan, ketinggian isi tangki (penyiraman, pemupukan, dan *fogging*), tegangan sumber, dan arus sumber.

*Buzzer* berfungsi sebagai indikator apabila ketinggian pupuk cair yang terdapat di dalam tangki pemupukan kurang dari *setpoint*.



Gambar 5. Blok Diagram Neural Network



Gambar 6. Flowchart Keseluruhan Alat

Pada Gambar 5 menunjukkan alur atau langkah-langkah dari *neural network* dalam melakukan *controlling* terhadap *output*. Dimana pada saat data *input* masuk yaitu berupa data *analog* yang diperoleh dari sensor, data *analog* tersebut dikonversikan menjadi data *digital* yang kemudian dimasukkan ke *hidden layer neural network* sehingga menghasilkan *output neural network* untuk mengendalikan *output*.

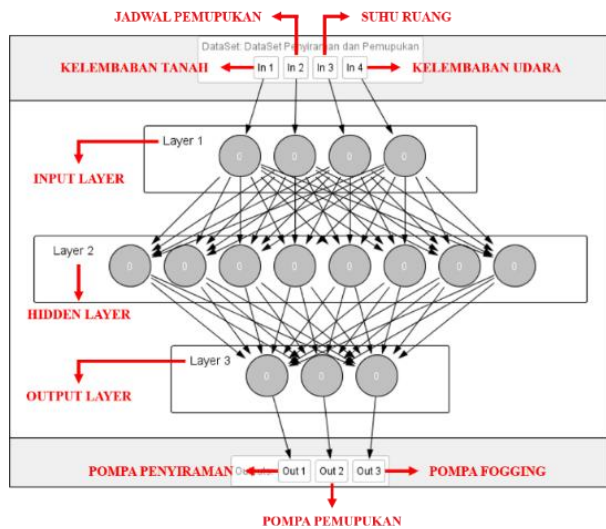
2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak atau cara kerja program pada suatu alat dapat ditampilkan oleh *interface* dari aplikasi yang digunakan alat tersebut dan digambarkan alurnya melalui *flowchart* atau diagram alir dari blok diagram perancangan alat yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Simulasi Neural Network

Pada penelitian ini, digunakan metode *neural network* jenis *Multi Layer Perceptron* (MLP) untuk mengendalikan dan menentukan kondisi *output*, yang disimulasikan dengan menggunakan aplikasi *Neuroph Studio*. MLP adalah salah satu jenis arsitektur jaringan saraf buatan (*neural network*) yang termasuk dalam kategori *feed-forward neural network*. MLP terdiri dari beberapa lapisan *neuron* yang saling terhubung secara sekuensial, yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan *output*.



Gambar 7. Desain Multi Layer Perceptron (MLP)

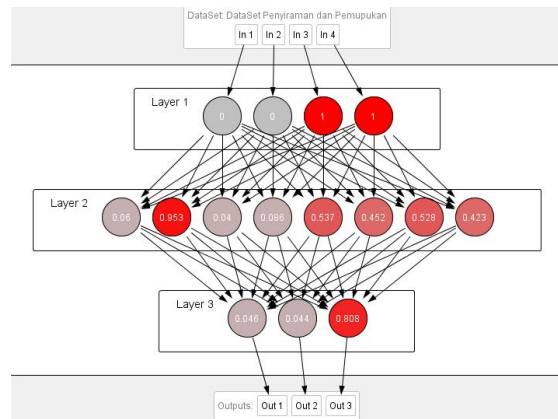
Pada Gambar 7 menunjukkan desain *multi layer perceptron* yang terdiri dari 4 *input layer*, 8 *hidden layer*, dan 3 *output layer*. Dimana In1 merupakan kelembaban tanah yang di deteksi oleh sensor *capacitive soil moisture* (penyiraman), kemudian In2 merupakan jadwal pemupukan yang diperoleh dari RTC DS3231 (pemupukan), dan In3 serta In4 merupakan suhu ruang dan kelembaban udara yang di deteksi oleh sensor DHT22 (*fogging*). Sedangkan untuk

Out1 merupakan pompa air penyiraman, kemudian Out2 merupakan pompa air pemupukan, dan Out3 merupakan pompa air *fogging*.

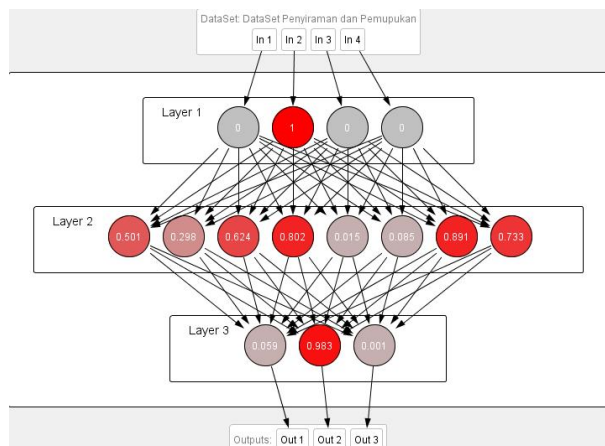
Tabel 1. Tabel Software dan Hardware Pendukung

Input1	Input2	Input3	Input4	Output1	Output2	Output3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0
1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

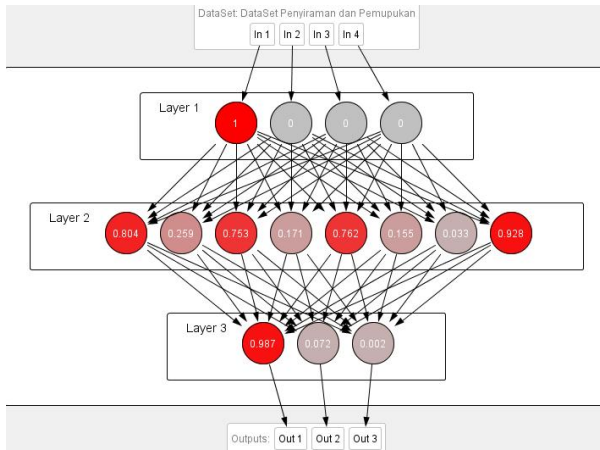
Pada Tabel 1 menunjukkan *dataset training* yang digunakan untuk proses *training neural network*. *Dataset training* ini dibuat sama dengan data yang dipakai untuk pengujian alat.



Gambar 8. In3 dan In4 berlogika 1



Gambar 9. In2 berlogika 1



Gambar 10. In1 berlogika 1

Pada Gambar 8-10 menunjukkan hasil simulasi dari proses *training neural network*. Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa In1 dan In2 memiliki nilai logika 0. Hal ini dikarenakan sensor *capacitive soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah lebih dari 40% dan RTC DS3231 mendeteksi bahwa pada saat itu bukan hari Selasa ataupun hari Kamis (jadwal pemupukan). Sedangkan pada In3 dan In4 memiliki nilai logika 1. Hal ini dikarenakan sensor DHT22 mendeteksi kelembaban udara kurang dari 65% atau suhu ruang lebih dari 40°C. Dari kondisi tersebut, hasil prediksi menunjukkan bahwa nilai Out1 dan Out2 mendekati logika 0 yaitu 0.046 dan 0.044 yang berarti pompa penyiraman dan pompa pemupukan tidak aktif sehingga tidak terjadi proses penyiraman dan pemupukan tanaman. Sedangkan Out3 memiliki nilai yang mendekati logika 1 yaitu 0.808, yang berarti pompa *fogging* aktif sehingga terjadi proses *fogging*.

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa In1, In3, dan In4 memiliki nilai logika 0. Hal ini dikarenakan sensor *capacitive soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah lebih dari 40% dan sensor DHT22 mendeteksi kelembaban udara lebih dari 65% atau suhu ruang kurang dari 40°C. Sedangkan pada In2 memiliki nilai logika 1. Hal ini dikarenakan RTC DS3231 mendeteksi bahwa pada saat itu adalah hari Selasa atau hari Kamis (jadwal pemupukan). Dari kondisi tersebut, hasil prediksi menunjukkan bahwa nilai Out1 dan Out3 mendekati logika 0 yaitu 0.059 dan 0.001 yang berarti pompa penyiraman dan pompa *fogging* tidak aktif sehingga tidak terjadi proses penyiraman tanaman dan *fogging*. Sedangkan Out2 memiliki nilai yang mendekati logika 1 yaitu 0.983, yang berarti pompa pemupukan aktif sehingga terjadi proses pemupukan tanaman.

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa In2, In3, dan In4 memiliki nilai logika 0. Hal ini dikarenakan RTC DS3231 mendeteksi bahwa pada saat itu bukan hari Selasa ataupun hari Kamis (jadwal pemupukan) dan sensor DHT22 mendeteksi kelembaban udara lebih dari 65% atau suhu ruang kurang dari 40°C. Sedangkan pada

In1 memiliki nilai logika 1. Hal ini dikarenakan sensor *capacitive soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah kurang dari 40%. Dari kondisi tersebut, hasil prediksi menunjukkan bahwa nilai Out2 dan Out3 mendekati logika 0 yaitu 0.072 dan 0.002 yang berarti pompa pemupukan dan pompa *fogging* tidak aktif sehingga tidak terjadi proses pemupukan tanaman dan *fogging*. Sedangkan Out1 memiliki nilai yang mendekati logika 1 yaitu 0.987, yang berarti pompa penyiraman aktif sehingga terjadi proses penyiraman irigasi tetes.

Input: 0; 0; 0; 0; Output: 0.0774; 0.0899; 0.0028; Desired output: 0; 0; 0; Error: 0.0774; 0.0899; 0.0028;  
 Input: 0; 0; 0; 1; Output: 0.059; 0.0565; 0.1744; Desired output: 0; 0; 0; Error: 0.059; 0.0565; 0.1744;  
 Input: 0; 0; 1; 0; Output: 0.063; 0.0617; 0.1693; Desired output: 0; 0; 0; Error: 0.063; 0.0617; 0.1693;  
 Input: 0; 0; 1; 1; Output: 0.046; 0.0438; 0.8083; Desired output: 0; 0; 1; Error: 0.046; 0.0438; -0.1917;  
 Input: 0; 1; 0; 0; Output: 0.0591; 0.9826; 0.0009; Desired output: 0; 1; 0; Error: 0.0591; -0.0174; 0.0009;  
 Input: 0; 1; 1; 0; Output: 0.0486; 0.9677; 0.0987; Desired output: 0; 1; 0; Error: 0.0486; -0.0323; 0.0987;  
 Input: 0; 1; 1; 1; Output: 0.0356; 0.9764; 0.077; Desired output: 0; 1; 0; Error: 0.0356; -0.0236; 0.077;  
 Input: 1; 0; 0; 0; Output: 0.0387; 0.9573; 0.8637; Desired output: 0; 1; 1; Error: 0.0387; -0.0427; -0.1363;  
 Input: 1; 0; 0; 1; Output: 0.9871; 0.072; 0.0016; Desired output: 1; 0; 0; Error: -0.0129; 0.072; 0.0016;  
 Input: 1; 0; 1; 0; Output: 0.9704; 0.0511; 0.0904; Desired output: 1; 0; 0; Error: -0.0296; 0.0511; 0.0904;  
 Input: 1; 0; 1; 1; Output: 0.9756; 0.0482; 0.1224; Desired output: 1; 0; 0; Error: -0.0244; 0.0482; 0.1224;  
 Input: 1; 1; 0; 0; Output: 0.9368; 0.0364; 0.8375; Desired output: 1; 0; 1; Error: -0.0632; 0.0364; -0.1625;  
 Input: 1; 1; 0; 1; Output: 0.9629; 0.9471; 0.0006; Desired output: 1; 1; 0; Error: -0.0371; -0.0529; 0.0006;  
 Input: 1; 1; 1; 0; Output: 0.9521; 0.9199; 0.0624; Desired output: 1; 1; 0; Error: -0.0479; -0.0801; 0.0624;  
 Input: 1; 1; 1; 1; Output: 0.9405; 0.9245; 0.0621; Desired output: 1; 1; 0; Error: -0.0595; -0.0755; 0.0621;  
 Input: 1; 1; 1; 1; Output: 0.8956; 0.8912; 0.8551; Desired output: 1; 1; 1; Error: -0.1044; -0.1088; -0.1449;  
 Total Mean Square Error: 0.006567905902400146

Gambar 11. Hasil Test Network Error

Setelah data selesai di-*training*, klik ‘Test’ pada aplikasi *neuroph studio* untuk melihat total *error* dan kesalahan individu yang terjadi. Pada Gambar 11 memperlihatkan hasil *total mean square error* sebesar 0.006567905902400146 dari nilai *output* yang diinginkan. *Total mean square error* ini berfungsi untuk mengetahui hasil *error* alat dalam mengendalikan *output*. Hasil yang didapatkan baik dan menunjukkan pilihan metode yang efektif sebagai parameter pembelajaran.

### 3.2 Data Hasil Pengujian Alat

Pada penelitian ini, diperoleh data hasil pengujian alat penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis yang dapat dilihat pada Tabel 2. Data tersebut diambil mulai dari tanggal 22 Mei 2023 – 29 Mei 2023 yang mencakup nilai kelembaban tanah yang dideteksi oleh sensor *capacitive soil moisture*, jadwal pemupukan yang ditentukan oleh RTC DS3231, serta kelembaban udara dan suhu ruang yang dideteksi oleh sensor DHT22. Data tersebut digunakan untuk mengetahui kebutuhan irigasi pada tanaman cabai secara akurat.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Alat

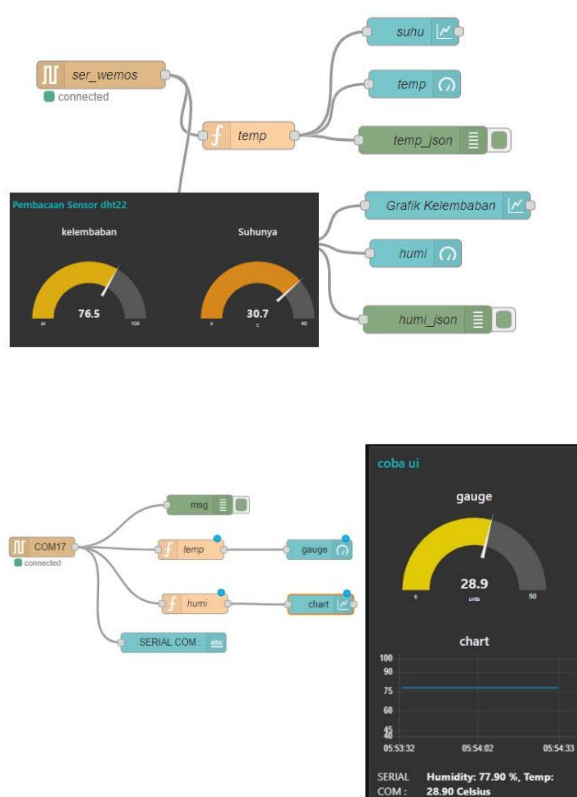
Jadwal Pemupukan	Kelembaban Tanah (%)	Kelembaban Udara (%)	Suhu Ruang (°C)	Pompa Penyiraman	Pompa Pemupukan	Pompa Fogging
Senin	39	40	36	ON	OFF	ON
Selasa	46	33	38	OFF	ON	ON
Rabu	40	47	36	OFF	OFF	ON
Kamis	35	44	37	ON	ON	ON
Jumat	47	49	36	OFF	OFF	ON
Sabtu	42	53	38	OFF	OFF	ON
Minggu	37	60	38	ON	OFF	ON
Senin	45	59	36	OFF	OFF	ON

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa pompa penyiraman aktif ketika sensor *capacitive soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah kurang dari 40% dan pompa penyiraman tidak aktif ketika sensor *capacitive soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah lebih dari 40%. Hal ini menandakan bahwa sensor tidak

mengalami kerusakan dan bekerja sesuai dengan *setpoint* yang telah ditetapkan. Selain itu, diketahui juga bahwa pompa *fogging* aktif ketika sensor DHT22 mendeteksi kelembaban udara kurang dari 65% atau suhu ruang lebih dari 40°C. Hal ini menandakan bahwa sensor tidak mengalami kerusakan dan bekerja sesuai dengan *setpoint* yang telah ditetapkan. Dan diketahui pula bahwa pompa pemupukan aktif pada hari Selasa dan Kamis. Hal ini menandakan bahwa sensor RTC DS3231 juga bekerja sesuai dengan *setpoint* yang telah ditetapkan.

### 3.3 Node-RED

Aplikasi IoT yang digunakan untuk *me-monitoring* alat penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis ini adalah Node-RED. Data yang diperoleh dari sensor berupa kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu ruang, serta jadwal pemupukan diproses di dalam *tools* Node-RED yang dirancang dengan menggunakan *node-node* khusus dan menghubungkannya dalam alur (*flow*) untuk berinteraksi dengan perangkat IoT. Pada Node-RED, terdapat fitur *Node-dashboard* yang memungkinkan kita membuat *inteface* pengguna berbasis *web* untuk memantau dan mengontrol perangkat IoT secara *real-time*. Tampilan *monitoring* pada *dashboard* Node-RED dari alat penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Dashboard* Node-RED

## 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis ini dibuat bertujuan untuk membantu para petani dalam meningkatkan kualitas tanaman serta mengendalikan penyiraman dan pemupukan tanaman secara otomatis. Dalam penerapannya, sistem otomatisasi pada penyiraman dan pemupukan tanaman biasanya masih menggunakan aturan sederhana berdasarkan pengalaman atau teori para petani. Oleh karena itu, implementasi *neural network* pada sistem otomatisasi penyiraman dan pemupukan tanaman dapat membantu memprediksi kebutuhan irigasi pada tanaman secara akurat serta mengendalikan penyiraman dan pemupukan secara otomatis dan optimal berdasarkan kondisi tanah dan tanaman yang diukur oleh sensor. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil *total error* pada alat dalam mengendalikan *output* kurang dari 0.01 dari nilai *output* yang diinginkan. Hasil tersebut bagus dan menunjukkan bahwa *neural network* merupakan pilihan metode yang efektif sebagai parameter pembelajaran. Dan diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

## Daftar Rujukan

- [1] P. Effendi, S. Muhammad, H. Rusman, and P. Y. Muhammad, *Menuju Pertanian Modern Berkelanjutan*. 2017.
- [2] Y. Q. O. Fauziah, C. P. Vecky, D. . M. Pinrolinvic, and F. R. Reynold, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Pengerian Berbasis Web," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 331–338, 2018, [Online]. Available: [www.ccc-unsrat.com](http://www.ccc-unsrat.com).
- [3] M. Liao, S. Chen, C. Chou, H. Chen, S. Yeh, Y. Chang, and J. Jiang, "On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT-based monitoring system," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 136, pp. 125–139, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.03.003>.
- [4] Kumar, V. Singh, S. Kumar, S. P. Jaiswal, and V. S. Bhadoria, "IoT enabled system to monitor and control greenhouse," *Materials Today: Proceedings*, vol. 49, No 8, pp. 3137–3141, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.040>
- [5] K. S. Uray Ristian, Ikhwani Ruslianto, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 87–94, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/52770/75676592894>
- [6] N. Astriana Rahma Putri, suroso, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, vol. Volume 5 n, pp. 155–159, 2019.
- [7] V. S. Windyasari and P. A. Bagindo, "Rancang Bangun Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Secara Otomatis Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things," *Prosiding Seminar Nasional Universitas Indonesia Timur*, vol. 1, no. 1, pp. 151–171, 2019.
- [8] D. N. K. Hardani, I. H. Kurniawan, and L. Hayat, "PELATIHAN DESAIN APLIKASI INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI GURU SMK MUHAMMADIYAH SOMAGEDE," *Jurnal Pengabdian Teknik dan Sains (JPTS)*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2021, doi: 10.30595/v1i1.9165.
- [9] E. P. Cynthia and E. Ismanto, "Memprediksi Ketersediaan



- Komoditi Pangan Provinsi Riau,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 2, no. 2, pp. 196–209, 2018.
- [10] T. Nurmala and A. W. Irwan, *Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor*. 2007.
- [11] Chang, S. Chung, W. Fu, and C. Huang, Artificial intelligence approaches to predict growth, harvest day, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a IoT-enabled greenhouse system, *Biosystems Engineering*, Vol. 212, pp. 77-105, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.015>.
- [12] M. Khotib and S. Sutikno, “Prototipe Sistem Kontrol Parameter Fisik ( Suhu - Kadar Air Tanah - Kelembaban Udara ) Pada Green House Untuk Budidaya Tanaman Cabai,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 1, no. 2, pp. 86–92, 2019, doi: 10.32528/elkom.v1i2.3087.
- [13] F. Hahn, Fuzzy controller decreases tomato cracking in greenhouses, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 77, No 1, pp. 21-27, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.03.003>.
- [14] H. Benyezza, M. Bouhedda, and S. Rebouh, Zoning irrigation smart system based on fuzzy control technology and IoT for water and energy saving, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 302, p. 127001, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127001>.
- [15] M. Andrianto, “Penerapan Iot Pada Perawatan Tanaman Di Dalam Rumah,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 173–180, 2019.*
- [16] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 316–321, 2021.
- [17] F. Nazareta, G. Soepriyono, F. Inference, and S. Moisture, “Smart Agriculture :,” vol. 9, no. 2, pp. 839–854, 2022.