

Automation Watering System Berbasis IoT Cerdas pada Bawang Merah

Marwondo¹, Sardjono², Michael A. Yonathan³

^{1,2,3}Informatika, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia, Indonesia
marwondo@unibi.ac.id

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima November 2023
Direvisi Desember 2023
Disetujui Januari 2024
Diterbitkan Januari 2024

ABSTRACT

In the current era of rapid technological development, smart irrigation systems are increasingly needed in cultivating crops, including shallots. This system was built to increase plant productivity by using smart irrigation to anticipate climate changes that occur. Through the use of IoT technology and expert systems, this system can provide effective solutions in optimizing the growth and quality of shallots. This Automation Watering System uses a microcontroller as the brain of the system which is connected to various sensors and actuators. The microcontroller takes data from sensors and sends it to the server via a WiFi network or other wireless protocol. The server then analyzes the data using an expert system that has been programmed with expert knowledge in the field of shallot cultivation. This Automation Watering System is able to optimize water use, and avoid excess or lack of watering. The results showed that with the integration of the Internet of Things (IoT) and expert systems, this system can provide smart solutions in shallot cultivation, ensure optimal growth, and produce better harvest results.

Keywords : Automatic; Expert System; Internet of Things; Onions; Watering.

ABSTRAK

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat saat ini, sistem irigasi yang cerdas semakin diperlukan dalam budidaya tanaman, termasuk bawang merah. Sistem ini dibangun untuk meningkatkan produktivitas tanaman dengan menggunakan irigasi yang cerdas guna mengantisipasi perubahan iklim yang terjadi. Melalui penggunaan teknologi IoT dan sistem pakar, sistem ini dapat memberikan solusi yang efektif dalam mengoptimalkan pertumbuhan dan kualitas bawang merah. *Automation Watering System* ini menggunakan mikrokontroler sebagai otak sistem yang terhubung dengan berbagai sensor dan aktuator. Mikrokontroler mengambil data dari sensor dan mengirimkannya ke server melalui jaringan WiFi atau protokol nirkabel lainnya. Server kemudian menganalisis data tersebut menggunakan sistem pakar yang telah diprogram dengan pengetahuan ahli di bidang budidaya bawang merah. *Automation Watering System* ini mampu mengoptimalkan penggunaan air, serta menghindari kelebihan atau kekurangan penyiraman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya integrasi *Internet of Things (IoT)* dan sistem pakar, sistem ini dapat memberikan solusi cerdas dalam budidaya bawang merah, memastikan pertumbuhan yang optimal, dan menghasilkan hasil panen yang lebih baik.

Kata Kunci : Bawang Merah; *Internet of Things*; Otomatis; Penyiraman; Sistem Pakar.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa L. var. aggregatum*) adalah salah satu tanaman hortikultura penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Bawang merah digunakan

sebagai bahan baku dalam industri makanan, obat-obatan, dan rempah-rempah. Pertumbuhan dan hasil panen bawang merah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, termasuk kelembaban tanah yang tepat [1]. Penyiraman merupakan hal yang sangat penting bagi bawang merah untuk menjaga kelembaban tanah mengingat bawang merah akan layu jika tanah terlalu kering atau terlalu lembab [2]. Kekurangan atau kelebihan air dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan jumlah panen. Namun, dalam budidaya bawang merah, penyiraman yang tidak tepat dapat menyebabkan masalah yang berdampak negatif pada pertumbuhan dan hasil panen tanaman.

Sistem penyiraman tradisional yang dilakukan secara manual sering kali tidak akurat dan sulit dikontrol. Hal ini dapat mengakibatkan risiko *under watering* (kekurangan air) atau *over watering* (kelebihan air), yang berpotensi merusak akar tanaman dan mengganggu pertumbuhan serta kualitas bawang merah yang dihasilkan. Metode pengaturan penyiraman otomatis yang diatur berdasar kebutuhan tanaman, terbukti lebih efektif dan hemat (listrik maupun pupuk) dibandingkan metode penyiraman lainnya [3]. Sistem penyiraman yang dilakukan secara otomatis juga dapat meringankan beban untuk penyediaan air ketika tanaman membutuhkan ketercukupan air maupun menjaga kelebihan air [4].

Hingga saat ini, dalam rangka meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen, telah digunakan berbagai teknologi pendukung yang didukung oleh Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), antara lain Internet of Things (IoT), AI, *cloud computing*, *edge* komputasi, komputasi kabut, dan teknologi komunikasi 5G [5]. Dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan penggunaan sistem pakar, terdapat peluang untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis yang terhubung dan dapat memberikan rekomendasi yang sesuai. Sistem ini memanfaatkan sensor-sensor lingkungan, seperti sensor suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, yang terhubung melalui jaringan IoT. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini dapat dianalisis menggunakan sistem pakar yang telah dikembangkan.

Berbagai penelitian penerapan AI dalam pertanian telah dilakukan, namun sistem pakar merupakan AI yang paling banyak diterapkan [6]. Berbagai penelitian menunjukkan sistem pakar digunakan pada penanaman bawang merah, terutama pada deteksi gangguan, hama, dan penyakit [7] [8] [9]. Sistem pakar pada tanaman bawang juga dapat diimplementasikan pada penyiraman dan pemupukan berbasis IoT [10] [11] [12]. Sistem pakar memiliki kemampuan untuk memproses data sensor dan memberikan rekomendasi penyiraman yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang terdeteksi. Dengan adanya sistem ini, penyiraman tanaman bawang merah dapat dilakukan secara otomatis dan disesuaikan dengan kebutuhan air yang sebenarnya. Dengan memanfaatkan teknologi IoT dan sistem pakar, petani dapat menghindari risiko *under watering* dan *over watering*, serta meningkatkan pertumbuhan.

Pengembangan sistem penyiraman otomatis dengan IoT dan sistem pakar pada bawang merah dapat memberikan solusi yang inovatif dalam mengatasi masalah penyiraman dalam pertanian [13]. Pada penelitian ini, penyiraman tanaman bawang merah tidak hanya didasarkan pada kelembaban tanah saja, maupun suhu namun penyiraman tanaman bawang didasarkan pada suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Sistem ini membantu petani untuk

mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan efisiensi dalam budidaya bawang merah.

Dengan adanya teknologi ini, diharapkan budidaya bawang merah dapat menjadi lebih efektif dan menghasilkan panen yang lebih baik, yang pada akhirnya akan memberikan manfaat ekonomi yang positif bagi petani. Penelitian ini berfokus pada metode penyiraman saja tidak membahas mengenai tingkat kesuksesan pada sayuran bawang merah, penggunaan sensor kelembaban tanah dan udara serta suhu udara, dan pengujian sistem dilakukan dalam skala kecil atau laboratorium, bukan dalam skala produksi pertanian komersial.

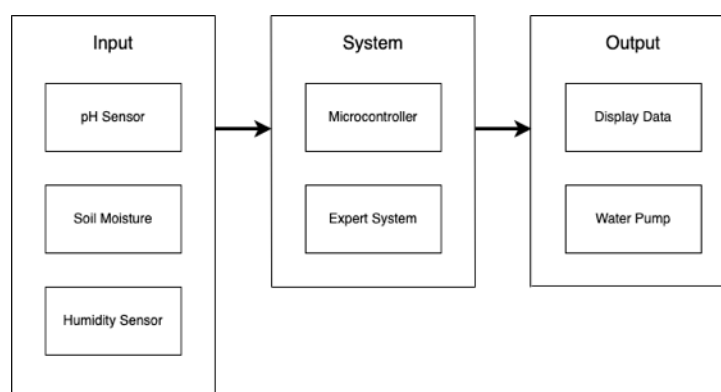
METODE

Metode pembangunan sistem dengan menggunakan model *Incremental Prototype*. Metode ini digunakan mengingat perangkat yang dibangun akan terus berkembang. Dengan menggunakan *prototype* akan dapat menggambarkan kebutuhan awal sehingga dapat diidentifikasi lebih lanjut kebutuhan secara mendalam. Melalui *prototype* juga dapat ditemukan kekurangan produk yang dibuat dan mencari solusi untuk pengembangan produk menjadi lebih baik lagi. Pada metode ini, perangkat IoT dirakit dan dibuat dalam bentuk purwa rupa awal dan ditunjukkan hasilnya kepada pelanggan, dan pelanggan diberi kesempatan untuk memberikan masukan agar piranti yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan keinginan dan kebutuhan [14]. Pengumpulan data didapat melalui beberapa jurnal, buku, ataupun media sosial. Setelah data terkumpul maka dilanjutkan ke tahap analisis. Data dianalisis agar terlihat perangkat apa saja yang digunakan agar lebih efektif. Data-data tersebut selanjutnya bisa digunakan untuk merakit perangkat IoT. Tahap terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan dari hasil dan pembahasan. Kesimpulan didapat dari perangkat IoT yang telah dibangun apakah sudah sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metodologi yang digunakan, maka dilakukanlah analisis kebutuhan dan diimplementasikan dalam purwa rupa dengan desain awal sebagai berikut.

1. Arsitekur Desain Pertama



Gambar 1. Skema Rangkaian

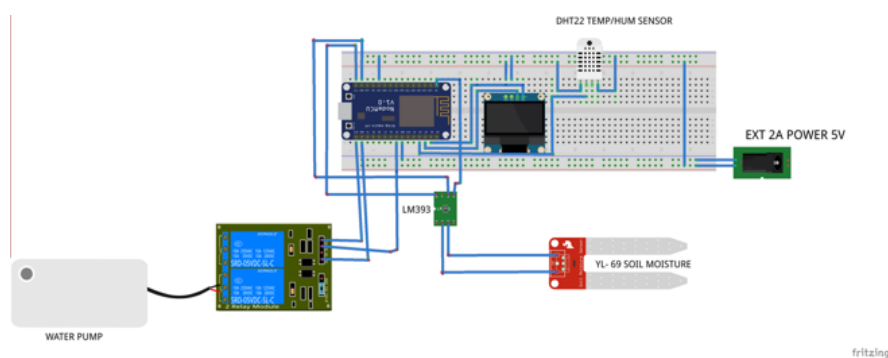
Dalam desain awal sebagaimana digambarkan pada gambar 1, tampak bahwa perangkat dibagi menjadi tiga bagian yaitu *input*, *system*, dan *output*. Input mengandalkan sensor-sensor yang dipasang pada lahan model. *System*

merupakan bagian pengolahan data yang menggunakan mikrokontroler serta dibekali dengan sistem pakar pada pengambilan keputusannya. *Output* dibuat dalam dua bentuk yaitu tampilan informasi berkenaan dengan kondisi lingkungan serta aksi yang harus dilakukan oleh pompa air penyiraman.

2. Desain Awal *Prototype*

Berdasarkan skema awal, dibuatlah desain awal purwa rupa menggunakan Mikrokontroler ESP-8266, termasuk skema koneksi antar satu perangkat dengan perangkat lainnya sebagaimana digambarkan pada gambar 2. Tampak pada gambar, piranti yang digunakan adalah:

- a. Mikrokontroler ESP-8266 CP2102
- b. Sensor DHT22 Temperature dan Cuaca
- c. Soil Moisture Sensor
- d. OLED 128x64
- e. 2 Channel DC 5V Relay
- f. Kabel Jumper
- g. Power Supply External 5V/2A
- h. Mini Water Pump



Gambar 2. Desain Awal

Setelah perakitan piranti selesai, dilakukan penulisan baris program yang juga menambahkan sistem pakar di dalamnya. Berikut cuplikan kode program yang

```

/*****
 * Control Pump based on Soil Moisture level
 *****/
void controlPumpAndExpertSystem()
{
  if (soilMoisture < 30 && temp < 30 && hum < 90 && !isPumpOn) {
    // Rule 1: Jika kelembaban tanah rendah, suhu rendah, kelembaban rendah, dan pompa tidak menyala, nyalakan pompa
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    isPumpOn = true;
    pumpStatus = true; // Pompa hidup
    Serial.println("Pump turned on");
  } else if ((soilMoisture >= 30 || temp > 30 || hum > 90) && isPumpOn) {
    // Rule 2: Jika kelembaban tanah cukup tinggi atau suhu tinggi atau kelembaban tinggi, dan pompa menyala, matikan pompa
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    isPumpOn = false;
    pumpStatus = false; // Pompa mati
    Serial.println("Pump turned off");
  }
}

```

digunakan.

Kode program 1. Pembentukan aturan *fuzzy*

Sistem pakar dalam *coding* di atas (Kode program 1) bekerja dengan prinsip aturan berbasis if-else untuk mengambil keputusan pengendalian pompa berdasarkan kondisi lingkungan yang diamati. Sistem ini menggunakan beberapa aturan (*rule*) untuk menentukan kapan pompa harus dinyalakan atau dimatikan berdasarkan nilai kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban. Pertama, sistem melakukan pengukuran nilai kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban menggunakan sensor yang sesuai. Nilai-nilai ini disimpan dalam variabel *soilMoisture*, *temp*, dan *hum*. Fungsi *controlPumpAndExpertSystem()* memiliki beberapa aturan untuk mengendalikan pompa berdasarkan kondisi suhu, kelembaban tanah, dan kelembaban udara.

Kode program 2. Penambahan aturan *fuzzy*

```
// Tambahkan aturan tambahan di sini
if (soilMoisture < 20 && temp > 35 && !isPumpOn) {
  // Rule 3: Jika kelembaban tanah sangat rendah, suhu tinggi, dan pompa tidak menyala, nyalakan pompa
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  isPumpOn = true;
  pumpStatus = true; // Pompa hidup
  Serial.println("Pump turned on");
}

if (soilMoisture > 40 && hum > 80 && isPumpOn) {
  // Rule 4: Jika kelembaban tanah cukup tinggi, kelembaban tinggi, dan pompa menyala, matikan pompa
  digitalWrite(relayPin, LOW);
  isPumpOn = false;
  pumpStatus = false; // Pompa mati
  Serial.println("Pump turned off");
}
}
```

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan sistem pakar dalam sistem penyiraman otomatis pada tanaman bawang merah memiliki beberapa manfaat dan keunggulan. Beberapa hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Penyiraman menggunakan *Sprinkle*

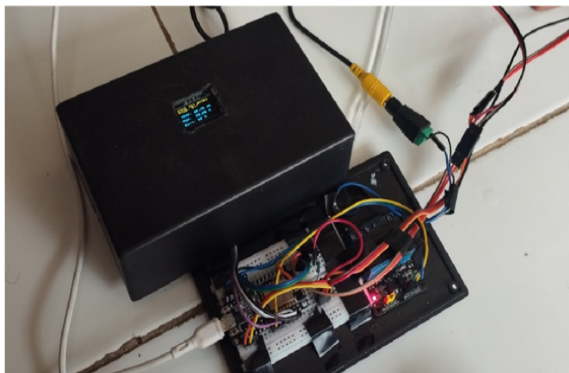
Penggunaan *sprinkle* pada penyiraman tanaman bawang dapat ditunjukkan pada gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sprinkler pada budidaya tanaman bawang merah memiliki beberapa manfaat, antara lain: penyiraman merata, efisiensi penggunaan air yang lebih baik, pengendalian suhu dan kelembaban udara yang optimal, serta distribusi pupuk yang efektif. Penggunaan sprinkler membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman bawang merah serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya.



Gambar 3. *Sprinkle* untuk penyiraman bawang merah

2. Penggunaan NodeMCU 8266

NodeMCU 8266 digunakan sebagai mikrokontroler dan dirangkai dengan komponen lainnya sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4. Hasil dari penggunaan NodeMCU sebagai perangkat penyiraman otomatis memberikan hasil yang positif. NodeMCU dapat terhubung dengan sensor kelembaban tanah dan mengontrol sistem penyiraman dengan baik. Penelitian ini menunjukkan efisiensi dalam penggunaan air, pengaturan penyiraman yang akurat, dan kemudahan integrasi dengan komponen lain dalam sistem penyiraman otomatis. NodeMCU membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyiraman tanaman.



Gambar 4. Wiring IoT NodeMCU 8266

3. Hasil Penanaman Bawang Merah

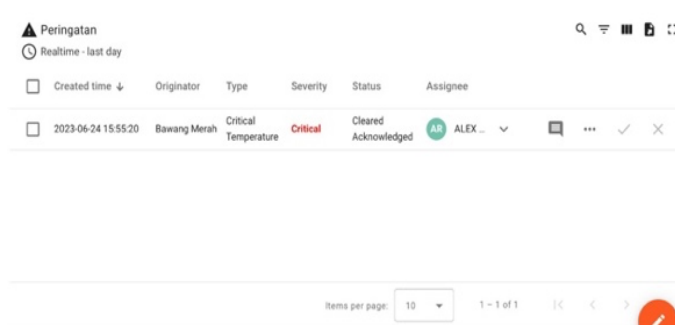
Penelitian menunjukkan bahwa penyiraman bawang merah dengan menggunakan *sprinkle* (sistem penyiraman otomatis) dan sistem pakar memberikan hasil positif. Tanaman tumbuh baik seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Kombinasi keduanya memastikan penyiraman yang merata dan tepat waktu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sistem pakar memberikan panduan yang akurat dalam mengatur pola penyiraman. Dengan demikian, penyiraman bawang merah menjadi lebih efisien dan membantu meningkatkan pertumbuhan.



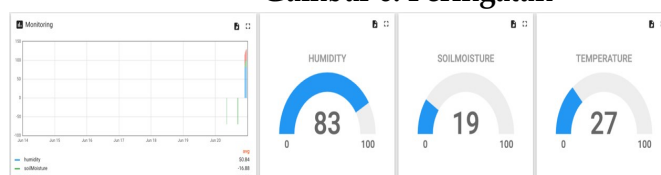
Gambar 5. Hasil dari penyiraman bawang merah

4. Memberikan Peringatan & Dashboard Monitoring

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang menggunakan Thingsboard memberikan peringatan jika terdapat masalah pada suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah dalam budidaya bawang merah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6. Sistem ini memonitor parameter-parameter tersebut secara real-time, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7, dan jika ada perubahan yang signifikan di luar batas yang ditentukan, sistem akan mengirimkan notifikasi atau peringatan kepada pengguna melalui platform Thingsboard.



Gambar 6. Peringatan



Gambar 7. Dashboard Monitoring

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian sebagaimana diuraikan pada bagian sebelumnya, dengan mengintegrasikan teknologi IoT, sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau penyiraman tanaman bawang merah secara jarak jauh melalui koneksi internet. Sensor kelembaban tanah dan sensor cuaca akan digunakan untuk mengukur kondisi lingkungan dan kelembaban tanah di sekitar tanaman. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini akan dikirim ke sistem pakar yang telah diprogram dengan pengetahuan dan aturan yang relevan. Sistem pakar akan menganalisis data yang diterima dan memberikan rekomendasi penyiraman berdasarkan kondisi tanaman dan lingkungan. Berdasarkan informasi yang diperoleh, sistem akan mengatur penyiraman otomatis dengan mengontrol pompa air sesuai dengan jadwal dan jumlah air yang diperlukan. Selain itu, sistem juga dapat memberikan notifikasi atau peringatan kepada pengguna jika terjadi situasi darurat atau ketidaknormalan yang perlu diatasi. Dengan demikian, menggunakan kombinasi teknologi IoT dan sistem pakar, sistem penyiraman otomatis pada bawang merah dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dengan memberikan kondisi lingkungan dan penyiraman yang tepat.

Beberapa hal yang masih menjadi catatan pada desain awal ini menjadi masukan bagi purwarupa berikutnya antara lain, koneksi dengan internet masih perlu ditambahkan dengan modul gsm, pengaturan penjadwalan yang *customable*,

perubahan rule yang dapat dilakukan secara *customable* berdasarkan tambahan *knowledge* bagi sistem pakarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Sarkar, A. H. M. Solaiman, M. S. Jahan, R. N. Rojoni, K. Kabir and M. Hasanuzzaman, "Soil parameters, onion growth, physiology, biochemical and mineral nutrient composition in response to colored polythene film mulches," *Annals of Agricultural Sciences*, vol. 64, no. 1, pp. 63-70, 2019.
- [2] N. Anis and A. S. Budi, "Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JPTTIK)*, vol. 7, no. 4, pp. 1810-1816, 2023.
- [3] T. Wartiningsih, D. Wahyudi and K. , "Pengendalian Waktu Penyiraman pada Tanaman Hidroponik Menggunakan IC555," in *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers UNISBANK*, Semarang, 2015.
- [4] R. Tullah, Sutarman and A. H. Setyawan, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi," *JURNAL SISFOTEK GLOBAL*, vol. 9, no. 1, pp. 100-105, 2019.
- [5] N. N. Thilakarathne, M. S. A. Bakar, P. E. Abas and H. Yassin, "A Cloud Enabled Crop Recommendation Platform for Machine Learning-Driven Precision Farming," *Sensors*, vol. 22, no. 16, 2022.
- [6] K. Jha, A. Doshi, P. Patel and M. Shah, "A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 2, pp. 1-12, 2019.
- [7] A. Rohmani and D. Untung, "Prototype Sistem Pendiagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Bawang Merah di Kabupaten Brebes dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Journal of Information System*, vol. 5, no. 1, pp. 102-114, 2020.
- [8] Tuswanto and A. Fadlil, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Certainty Factor," *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 21-31, 2013.
- [9] M. F. Rosi and B. H. Prakoso, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Certainty Factor," *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 20-27, 2020.
- [10] M. Nurkamid and B. Gunawan, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Bawang Merah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah," in *Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, Kudus, 2019.
- [11] M. Rustan, M. F. Mansyur and Basrum, "Implementasi Penyiraman Otomatis Tanaman Bawang Merah Berbasis Mikrokontroler," *JCIS (Journal of Computer and Information System)*, vol. 1, no. 2, pp. 37-44, 2019.
- [12] S. Muharom, H. Suseno and S. A. Setyawan, "Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, Surabaya, 2019.

- [13] N. Azizah and Thamrin, "Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis Pada Greenhouse Menggunakan Internet of Things (IoT)," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 9, no. 4, pp. 75-84, 2021.
- [14] R. S. Presman and B. R. Maxim, *Software Engineering A Practitioner's Approach Ninth Edition*, New York: McGraw Hill Education, 2020.
- [15] Suyanto, *Buku Artificial Intelligence Edisi 3*, Bandung: Penerbit Informatika, 2021.
- [16] R. K. Ghito and N. Nurdiana, "Rancang Bangun Smart Garden System Menggunakan Sensor Soil Moisture Dan Arduino Berbasis Android (Studi Kasus : Di Gerai Bibit Narnea Cikijing)," in *9th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2018.