

Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet of Things*

(Design of an Automatic Monitoring and Watering System for Shallot Plant Based on The Internet of Things)

Ayu Rezki^[1], I Gde Putu Wirarama Wedashwara Wirawan^[1], Ariyan Zubaidi^[1]

^[1] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: ayurezkyky@gmail.com, wirarama@unram.ac.id, zubaidi13@unram.ac.id

Abstract Red onion is a vegetable commodity that has high economic value. The maintenance of shallot plants is currently still manual, using human power for the process of plowing, applying fertilizer and irrigating the fields, monitoring the water level in the plants and maintaining soil fertility. This land management activity has the potential to lose its work standards because it is carried out repeatedly by humans, besides that humans will definitely make mistakes so that land management becomes ineffective and efficient. The use of appropriate irrigation technology in the process of cultivating plants is one way to save water in agriculture. One example of irrigation that can be applied to agricultural land is drip irrigation. To increase optimal crop yields, plants must grow well, therefore monitoring of plants needs to be done and one way is to monitor soil moisture, air humidity, air temperature and light intensity. One of the information and communication technology innovations in agriculture is the use of the Internet of Things. By using the Internet of Things, this can be done to monitor soil moisture which is the planting medium for horticultural crops. Therefore, this research will design an IoT-based shallot plant monitoring system that can do watering automatically. In this study, Wemos D1 mini was used as a microcontroller, relay, DHT11 sensor, soil moisture sensor, and BH1750 light intensity sensor. This shallot plant monitoring system has created a simple website and implements the MQTT protocol.

Keywords: , *Internet of Things*, *Red Onion*, *DHT11 Sensor*, *BH1750 Sensor*, *Soil Moisture Sensor*, *Wemos D1 Mini*, *MQTT*, *Website*.

I. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang mempunyai arti penting bagi masyarakat, baik dilihat dari nilai ekonomisnya yang tinggi maupun dari kandungan gizinya, serta mempunyai peluang pasar untuk dikembangkan sebagai usaha agribisnis dengan prospek yang cukup menjanjikan. Bawang merah dihasilkan hampir diseluruh wilayah Indonesia [1]. Nusa tenggara barat merupakan penghasil bawang merah terbesar nomor empat di Indonesia dengan produksi

bawang merah rata-rata 10.22 ton/hektar. Hal ini dikarenakan Provinsi Nusa Tenggara Barat memberikan kontribusi yang cukup tinggi bagi Indonesia. Berdasarkan data statistik tanaman hortikultura 2019 estimasi jumlah produksi yang dihasilkan yaitu sebanyak 236.249,89 ton/tahun atau rata-rata 19.687,49 ton/bulan [2].

Pemeliharaan tanaman bawang merah saat ini masih manual menggunakan tenaga manusia untuk proses membajak, memberi pupuk dan mengairi sawah, menghalau hama, melihat level air pada tanaman serta menjaga tingkat kesuburan tanah. Kegiatan pengelolaan tanah ini berpotensi untuk kehilangan standar kerjanya karena dilakukan secara berulang oleh manusia, selain itu manusia pasti akan melakukan kesalahan sehingga pengolahan tanah menjadi tidak efektif dan efisien. Selain itu penggunaan teknologi irigasi yang tepat dalam proses budi daya tanaman merupakan salah satu cara untuk melakukan penghematan air di bidang pertanian.

Penggunaan teknologi irigasi yang tepat bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air agar tidak terjadi pemborosan dalam pemakaian air irigasi. Salah satu contoh irigasi yang dapat diaplikasikan terhadap lahan pertanian adalah irigasi tetes. Irigasi tetes adalah metode irigasi yang digunakan untuk menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes secara pelan-pelan ke akar tanaman, baik melalui permukaan tanah atau langsung ke akar melalui jaringan katup, pipa dan emitor. Sistem irigasi ini cocok diterapkan pada lahan kering dengan topografi yang relatif landai. Cara kerja dari irigasi tetes ini adalah dengan menampung air dalam wadah dan mengalirkannya ke tanaman menggunakan tekanan gaya gravitasi melalui lubang yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan tanaman. [3].

Sistem Irigasi lain menerapkan prinsip air bertekanan tinggi, tidak demikian halnya dengan sistem irigasi tetes. Air dibuang secara lambat, mulai dari tetes, namun menyebar akurat sampai ke bagian akar tanaman. Sistem irigasi ini memiliki berbagai macam bentuk merek dan berkualitas maka implementasinya diarahkan kepada tanaman bernilai ekonomi tinggi salah satunya yaitu tanaman bawang merah [4].

Proses perawatan pada tanaman bawang merah dilakukan dengan memperhatikan kelembaban air yang terkandung di dalam tanah. Penyiraman tanaman bawang merah dilakukan sesuai dengan umur tanaman, umur 0-10 hari dilakukan penyiraman 2 x/hari (pagi dan sore hari), umur 11-35 hari dilakukan penyiraman 1 x/hari (pagi hari), umur 36-50 hari dilakukan penyiraman 1 x/hari (pagi atau sore hari). Kelembaban tanah dan ketinggian air pada tanaman bawang merah harus benar-benar diperhatikan, apabila kelembaban tanah dan ketinggian air kurang akan menghambat pertumbuhan tanaman bawang, sebaliknya jika kelembaban dan ketinggian lebih akan mengurangi kualitas umbi pada tanaman bawang merah terutama pada musim hujan ketinggian air sering menggenangi lahan dan berdampak pada hasil panen [5].

Melihat perkembangan teknologi saat ini, dapat dimanfaatkan untuk membantu petani untuk mengontrol lahan pertanian dan perkebunan secara otomatis. Tingkat kelembaban tanah, intensitas cahaya serta suhu udara dapat dikontrol dengan alat *monitoring* yang dilakukan secara otomatis atau sering disebut dengan IoT [6]. IoT memungkinkan sebuah benda dapat berkomunikasi satu sama lain melalui internet [7]. Penggunaan IoT diperlukan untuk membantu pekerjaan manusia dengan bantuan teknologi karena beberapa tahun terakhir penggunaan IoT untuk membantu pekerjaan manusia sudah mulai populer terutama dalam bidang pertanian [8].

Berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan di atas, maka dibuat penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet of Things* (IoT)” yang dapat melakukan kontrol atau *monitoring* secara otomatis terhadap kelembaban udara, intensitas cahaya, suhu udara serta melakukan irigasi atau penyiraman otomatis, dimana komponen-komponen yang dibutuhkan untuk merakit alat ini ialah wemos D1 mini sebagai mikrokontroler dengan koneksi *WiFi*, *relay* untuk membuka atau menonaktifkan alat *monitoring*, sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) untuk mendeteksi kekeringan tanah sebagai pemicu pengairan pada tanaman, sensor intensitas cahaya BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, dan DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara yang menunjang pengambilan keputusan penyiraman. Sistem ini juga akan dibuatkan *website* dan menerapkan *protocol* MQTT, dimana MQTT merupakan sebuah *protocol* komunikasi yang bersifat *client-server*, agar terciptanya komunikasi data secara dua arah dengan cepat antara perangkat dan sistem *web* [9].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian [10] tentang aplikasi sistem *monitoring* tanaman berbasis *android* dirancang sebuah aplikasi yang terdiri dari *wemos*, *arduino uno* sebagai pengendali, *wifi module* ESP8266, sensor DHT11 dan pompa air. Cara kerja aplikasi ini adalah pengguna (petani) akan masuk ke dalam tampilan menu utama

aplikasi tanpa melakukan proses *login*, dan *smartphone* pengguna harus terhubung dengan internet. Selanjutnya, pengguna akan masuk ke menu pilihan tanaman, lalu ketika tanaman sudah dipilih, pengguna akan masuk ke informasi kebutuhan perawatan tanaman. Selanjutnya, aplikasi akan mengambil data informasi kebutuhan tanaman dari *firebase* melalui internet untuk ditampilkan di halaman tersebut. Sebagai contoh, mengkondisikan kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu, dan melakukan penyiraman tanaman yang sesuai dengan pengaturan merawat tanaman pada aplikasi. Begitu pula pada penelitian yang diusulkan suatu *website* untuk mengontrol kelembaban tanah, udara, suhu dan melakukan penyiraman. Bedanya *platform* yang diusulkan yaitu *website* bukan *android*.

Penelitian terkait dengan *monitoring* kelembaban tanah yaitu pada penelitian sistem kontrol dan *monitoring* kondisi tanah dan ketinggian air pada tanaman bawang merah berbasis *web* dengan menggunakan *wireless sensor network*. Sistem kontrol dan *monitoring* kondisi tanah dan ketinggian air pada tanaman bawang merah berbasis *web* ini terdiri dari mikrokontroler *arduino nano*, modul *wifi* nodeMCU ESP8266, *soil moisture sensor*, *solenoid valve*, *motor servo*, *tranceiver* nRF24L01 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Cara kerja sistem ini adalah sensor *soil moisture* membaca nilai kelembaban pada *node* 1 dan 2 kemudian dikirim ke *node server* melalui nRF24L01 dan apabila nilai kelembaban kurang dari *set* yang telah ditentukan maka otomatis akan menghidupkan *solenoid valve* dan sebaliknya apabila nilai kelembaban lebih maka *solenoid valve* otomatis akan mati. Begitu juga pada sensor ultrasonik apabila mendeteksi ketinggian air melebihi batas yang ditentukan maka *motor servo* akan membuka pintu irigasi dan setelah ketinggian air berada pada batas yang ditentukan *motor servo* akan menutup pintu irigasi. Pada setiap pembacaan sensor *node server* akan mengirimkan data ke *website* melalui nodeMCU ESP8266. Dalam *web* tersebut juga bisa sebagai pengontrol nilai kelembaban tanah dan ketinggian air sesuai yang diinginkan [11]. Begitu pula pada penelitian yang diusulkan, akan dirancang sebuah *web* untuk mengontrol kelembaban tanah pada tanaman bawang merah menggunakan *soil moisture sensor*. Namun alat ini tidak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

Pada penelitian [12] dilakukan pembuatan sistem *monitoring* tanaman hortikultura pertanian di kabupaten Indramayu berbasis IoT. Sistem dibuat dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak berbasis *mobile application*. Dalam sistem ini menggunakan *thingspeak* melalui *gateway lorawan*, untuk dapat mengirimkan data dari *end device* ke *middleware* ini membutuhkan *write API* dan dari *thingspeak* yang telah dibuat pada *channels*. Untuk setiap satu area pertanian menggunakan satu *channel* dari *thingspeak*. Dari *gateway lorawan* ini menggunakan MQTT protokol untuk dapat mengirimkan ke *thingspeak*.

Dengan menggunakan MQTT ini data yang dikirim ke internet dapat diamankan. *End device* ini terdiri dari mcu *arduino* sebagai pengontrol utama *end device*, sensor yang dipasang terdiri sensor *moisture*, DHT11, PH meter, dan level air. Untuk komunikasi dengan *gateway* menggunakan *lora* modul frekuensi 431 Mhz. Dari *middleware* sistem akan di *get* menggunakan *Read API* yang kemudian di *parsing* dan disimpan ke dalam *database server* monitoring yang dikembangkan. Dari *gateway* ini, data yang dikirimkan dari *end device* yang sudah diinisialisasi dengan menggunakan *thingspeak library* di *arduino board* akan dikirimkan ke internet. Untuk desain aplikasi *mobile*, tampilan dari aplikasi memberikan informasi sedetail mungkin kepada pengguna aplikasi sehingga manfaat dari aplikasi dapat terpenuhi. Sama halnya dengan penelitian ini, akan dirancang sistem *monitoring* tanaman menggunakan protokol MQTT serta sensor *moisture*, dan DHT11. Perbedaannya penelitian yang diusulkan menggunakan *website* bukan *android*.

Pada penelitian [13] juga dilakukan penelitian mengenai sistem *monitoring* kelembaban tanah dan suhu pada tanaman hias berbasis IoT menggunakan *raspberry pi*. Sistem ini terdiri dari *raspberry pi*, mikrokontroler, sensor suhu LM35, sensor kelembaban *soil moisture*. Pada saat *monitoring* digunakan sensor LM35 untuk mendeteksi suhu dan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kelembaban tanah yang kemudian data dari sensor dikirim oleh mikrokontroler ke *raspberry pi* menggunakan komunikasi data serial dan ditampilkan di halaman *web*. Data *monitoring* dapat disimpan dalam format *.txt*, kemudian dilengkapi *buzzer* sebagai indikator dan *water sprayer* akan menyala apabila tingkat kelembaban tanah dibawah 60% RH. Tingkat keakuratan sensor LM35 yaitu 98,658% dan sensor *soil moisture* 99,447%. Begitu pula pada penelitian yang diusulkan, akan dirancang alat *monitoring* kelembaban tanah dan suhu pada tanaman menggunakan *soil moisture sensor*, namun alat ini menggunakan tambahan sensor intensitas cahaya BH1750 dan tidak menggunakan *Raspberry Pi*.

Pada penelitian [14] juga dilakukan penelitian mengenai desain dan implementasi *internet of things* untuk *smart agriculture irrigation*. Penelitian ini dirancang untuk mengendalikan dan memantau kelembaban tanah pada sistem irigasi berbasis *Wireless Sensor Network* dengan dua buah sensor *node*. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban tanah *hygrometer YL69*. Kalibrasi sensor kelembaban tanah menggunakan metode *GrafiMetric Water Content* dengan membandingkan berat air dan tanah. Hasil pengukuran sensor ditampilkan pada *smartphone* menggunakan *interface* aplikasi Blynk sebagai sistem *monitoring*. Penelitian ini juga melakukan perhitungan kalibrasi pada sensor kelembaban tanah YL69 yang digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan nilai kelembaban tanah yang diimplementasikan pada purwarupa sistem irigasi cerdas. Berdasarkan hasil kalibrasi tersebut tanah dalam kondisi

kering pada kelembaban 18,93% dan kondisi jenuh terhadap air pada kelembaban 61,91%. Penelitian yang diusulkan juga dirancang untuk mengendalikan dan memantau kelembaban tanah, tapi tidak menggunakan sensor kelembaban tanah *hygrometer YL69* melainkan *soil moisture sensor*.

Pada penelitian tentang sistem *monitoring* kelembaban tanah dan suhu *greenhouse* tanaman bawang merah berbasis IoT. Rangkaian keseluruhan sistem kontrol merupakan rangkaian elemen *hardware* *nodeMCU*, DHT11 sensor, *soil moisture sensor* dan *relay*, dimana rangkaian ini merupakan rangkaian sistem kontrol dari sistem *monitoring* kelembaban tanah dan suhu *greenhouse* tanaman bawang merah berbasis IoT. Cara kerja sistem ini adalah sistem akan memberikan data informasi yang dikirim dari pembacaan sensor kelembaban tanah yang ditanamkan di tempat penanaman bibit dan sensor DHT11 untuk mendeteksi besar suhu di ruangan *greenhouse* untuk pengiriman data pada rangkaian elektronik ke *database* menggunakan modul *nodeMCU*, lalu *smartphone* yang terhubung ke internet akan mengambil data dari *database* tersebut sebagai penerima informasi yang di kirim oleh rangkaian elektronik. Setiap perubahan kelembaban tanah mencapai kelembaban minimal maka *arduino* akan otomatis mengaktifkan *relay* dan menghidupkan penyiram tanaman, menyiram tanaman sampai kelembaban maksimal. Jika kelembaban telah mencapai maksimal maka *relay* akan mati [15]. Sama halnya dengan penelitian yang diusulkan, melakukan *monitoring* kelembaban tanah dan suhu pada tanaman bawang merah menggunakan DHT11 sensor, *soil moisture sensor* dan *relay*. Namun bedanya pada penelitian yang diusulkan tidak menggunakan *nodeMCU*, akan tetapi menggunakan *wemos D1* sebagai mikrokontroler.

Pada penelitian sistem penyiraman cerdas menggunakan selang dengan pengontrol waktu pada tanaman bawang merah, dimana sistem ini terdiri dari beberapa komponen yaitu *nodeMCU ESP8266*, *soil moisture sensor*, *solenoid valve* dan *relay*. Proses pengujian sistem penyiraman cerdas dilakukan pada media tanam (*prototype*) dengan parameter, jika tanah mencapai kelembaban hingga 50% maka air akan mengalir hingga kelembaban mencapai 70%, dimana kelembaban tanah tersebut akan dideteksi melalui sensor kelembaban yang ditanamkan pada masing-masing bedengan. Sensor akan mengirim data untuk menggerakkan *relay*. *Relay* tersebut akan membuka *solenoid* dan pompa, sehingga air akan mengalir menuju daerah dimana sensor tersebut berada [16]. Begitu pula pada penelitian yang diusulkan juga menggunakan *soil moisture sensor*, dan *relay* untuk melakukan penyiraman cerdas menggunakan selang. Pada penelitian yang diusulkan tidak hanya dapat mengontrol kelembaban tanah saja tetapi juga dapat mengontrol kelembaban suhu udara dan intensitas cahaya.

Berdasarkan penelitian terkait diatas tentang sistem *monitoring* tanaman, bahwa pada penelitian-penelitian terkait tersebut masih banyak yang belum mengukur atau membaca intensitas cahaya pada tanaman, intensitas cahaya merupakan faktor esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Adapun penelitian sebelumnya juga belum menggunakan sistem *website* sebagai monitoring tanaman. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk membuat penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler yang berbeda dengan penelitian sebelumnya dan menggunakan objek secara *real* serta menggunakan *website* untuk memantau kelembaban tanah, suhu udara, intensitas cahaya pada bawang merah. Adapun komponen yang akan digunakan untuk membuat alat ini yaitu wemos D1 sebagai *microcontroller* dengan koneksi WiFi, *relay* untuk membuka atau menonaktifkan alat *monitoring*, sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) untuk mendeteksi kekeringan tanah sebagai pemicu pengairan pada tanaman, sensor intensitas cahaya BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, *sprinkler* irigasi yang digunakan untuk melakukan pengairan atau penyiraman tanaman secara otomatis, dan DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara yang menunjang pengambilan keputusan penyiraman. Sistem ini juga akan dibuatkan *website* dan menerapkan *protocol* MQTT untuk memantau tanaman bawang merah tersebut.

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan pada Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet of Things* ini terdiri dari analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi dan laporan.

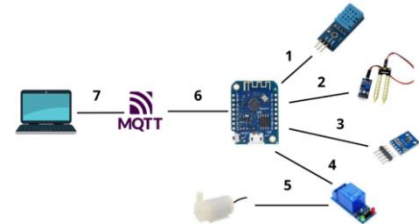
A. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem, persyaratan pengembangan akan dianalisis sistem. Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan, adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) adalah sebagai berikut:

1. Laptop digunakan sebagai media pengembangan dan alat pengujian sistem.
2. Sistem Operasi yang digunakan adalah *Windows 10*.
3. Aplikasi pendukung dalam pembuatan sistem adalah Visual Studio Code untuk pembuatan *website* sederhana.
4. Sistem *Monitoring* sederhana berbasis *web* yang digunakan untuk *monitoring* data yang masuk pada saat pengambilan data dan pengujian.

5. 1 buah wemos D1 Mini digunakan sebagai mikrokontroler.
6. Protokol MQTT digunakan sebagai protokol komunikasi antara mesin dengan mesin.
7. 1 buah sensor DHT11 yang digunakan untuk mengetahui suhu dan kelembaban.
8. 1 buah *soil moisture sensor* yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
9. 1 buah sensor BH1750 yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya.
10. 1 buah pompa air DC.
11. 1 buah *relay module* sebagai *switch on/off*.
12. 1 selang irigasi tetes.

B. Rancangan Arsitektur Sistem



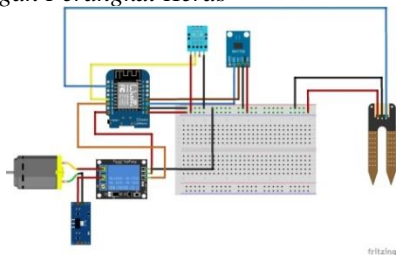
Gambar 1. Rancangan Arsitektur Sistem

Berikut penjelasan dari masing-masing proses serta hubungan antar proses yang terdapat pada Gambar 3.2:

1. Sensor suhu dan kelembaban DHT11 pada rangkaian elektronika, digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan suhu dan kelembaban udara di sekitar untuk mengambil keputusan dalam melakukan penyiraman pada tanaman bawang merah. Hasil pembacaan data kelembaban suhu akan dikirimkan ke mikrokontroler wemos D1 mini.
2. *Soil moisture sensor* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah yang akan digunakan untuk menunjang pengambilan keputusan apakah perlu dilakukan penyiraman atau tidak pada tanaman bawang merah. Hasil pembacaan data kelembaban tanah akan dikirimkan ke mikrokontroler wemos D1 mini.
3. Sensor intensitas cahaya BH1750 digunakan untuk mengukur perubahan intensitas cahaya di sekitar bawang merah dan juga hasil pembacaan data akan dikirimkan ke mikrokontroler wemos D1 mini.
4. Mikrokontroler wemos D1 mini digunakan untuk mengambil data dari sensor DHT11, *soil moisture sensor* serta sensor intensitas cahaya BH1750 dan melakukan perintah ke *relay* serta mengirim data dengan protokol MQTT ke *web* sistem. Mikrokontroler ini memiliki *library* ESP8266Wifi untuk dapat terkoneksi ke internet, *library* *PubSubClient* yang digunakan untuk dapat terhubung dengan server *broker* sebagai *client*. Mikrokontroler mengirim nilai sensor yang didapat menuju server *broker*.

5. Proses selanjutnya yaitu *relay* pada rangkaian elektronika, digunakan untuk melakukan pengontrolan yaitu menyalakan atau mematikan pompa air. Pompa air akan menyala dan mati secara otomatis yang dikendalikan oleh *relay* sesuai dengan perintah dari mikrokontroler.
6. Proses terakhir yaitu menerima dan mengirim data ke *database* dan di tampilkan di sistem *web* yang dibuat. Sebelum data masuk ke *database* data yang di terima dari mikrokontroler akan menuju MQTT. Kemudian MQTT *client* yang berperan sebagai *subscriber* akan menerima data dan menyimpannya ke *database* dan selanjutnya akan ditampilkan ke sistem *web*.

C. Rancangan Perangkat Keras



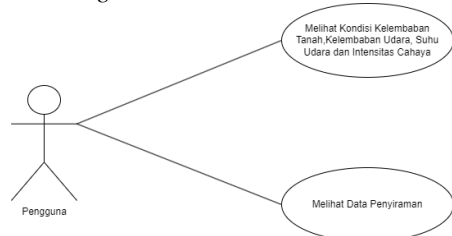
Gambar 2. Rancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras untuk sistem yang dibuat, terdapat mikrokontroler wemos D1 mini yang terhubung dengan sensor DHT11, *soil moisture sensor*, sensor intensitas cahaya BH1750, *relay*, pompa air sebagai aktuatornya dan adaptor sebagai sumber tegangannya, melalui media *breadboard* sehingga menjadi satu perangkat. sensor DHT11, *soil moisture sensor*, *relay* dan sensor intensitas cahaya BH1750 yang terhubung ke wemos D1 mini akan mengirimkan informasi mengenai kelembaban dan suhu di sekitar tanaman, mengirimkan data kelembaban tanah serta perubahan intensitas cahaya pada sekitar tanaman bawang merah. Kemudian mikrokontroler akan mengambil keputusan penyiraman pada bawang merah, dengan melakukan perintah pada *relay* agar menyalakan atau membuka pompa air.

D. Rancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, dilakukan perancangan *web* sistem budi daya tanaman bawang merah. Selain merancang *web*, pada tahap ini juga akan dilakukan pemrograman untuk komunikasi data antara *web* dan perangkat IoT dengan protokol MQTT

D.1 Use Case Diagram



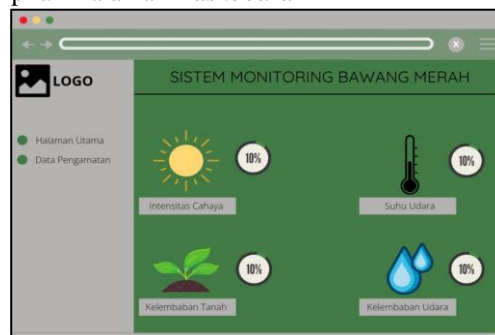
Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 menunjukkan *use case diagram* dengan dua aktivitas dan satu aktor yang menggunakan sistem yaitu *user* atau pengguna pada sistem *monitoring* dan penyiraman otomatis tanaman bawang merah berbasis IoT yang dibangun. Pengguna dapat melakukan aktivitas melihat kondisi kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu udara, dan intensitas cahaya, serta dapat melihat data pengamatan, dimana pada data pengamatan ini pengguna bisa melihat tanggal penyiraman, waktu penyiraman serta melihat kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu udara, dan intensitas cahaya pada waktu dan tanggal penyiraman tersebut.

D.2 Desain Interface

Gambar dibawah ini merupakan desain rancangan *interface* yang akan dibuat. Terdapat dua halaman pada sistem yang akan dibuat, diantaranya Halaman *Dashboard* Listrik, dan Halaman Data Pengamatan.

1) Tampilan Halaman *Dashboard*



Gambar 4. Tampilan Halaman *Dashboard*

Gambar 4 merupakan halaman *dashboard* yang akan tampil ketika sudah melakukan *login*. Pada halaman ini akan ditampilkan 4 *card* yang menampilkan nilai terkini dari intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban tanah, dan kelembaban udara.

2) Tampilan Halaman Data Pengamatan

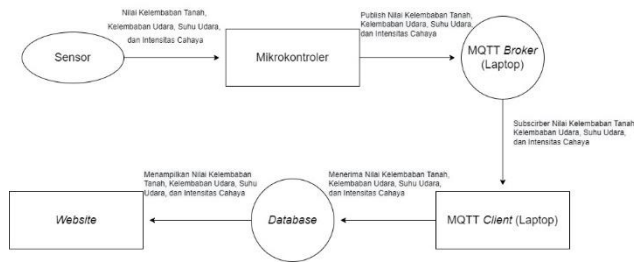


Gambar 5. Tampilan Halaman Data Pengamatan

Gambar 5 merupakan halaman data pengamatan yang akan menampilkan data yang sudah didapatkan dari sensor yang dikirimkan oleh wemos D1 mini dan di terima oleh MQTT serta di simpan ke *database* untuk di tampilkan ke *website*. Pada halaman ini akan menampilkan beberapa data berupa data tanggal

penyiraman, waktu penyiraman, suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya.

D.3 Rancangan Komunikasi MQTT



Gambar 6. Rancangan Komunikasi MQTT

Pada Gambar 6 merupakan komunikasi MQTT sistem pada sistem budi daya tanaman bawang merah berbasis IoT. Proses komunikasi dimulai dari mikrokontroler yang melakukan pembacaan data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya dan kelembapan tanah dari sensor. Kemudian mikrokontroler mem-publish pada data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya dan kelembapan tanah ke MQTT broker (Laptop). Pada MQTT broker (Laptop) akan melakukan proses publish data ke database melalui MQTT client (Laptop) yang berperan sebagai subscriber pada topik data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya dan kelembapan tanah. Data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya dan kelembapan tanah yang tersimpan pada database akan ditampilkan pada website.

E. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada pengujian sistem akan dilakukan pengujian guna mengetahui apakah sistem yang telah dirancang telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya. Pada pengujian sistem akan dilakukan 2 tahapan pengujian, di mana pada pengujian pertama dilakukan pengujian perangkat yang menguji sistem dari segi fungsionalitas, apakah fungsi dari alat sistem monitoring tanaman yang telah dibuat sudah sesuai atau tidak. Pengujian tahap selanjutnya dengan melakukan pengujian keseluruhan sistem, di mana akan dilakukan beberapa skenario untuk mengamati reaksi sistem terhadap skenario yang telah dilakukan apakah telah sesuai dengan reaksi sistem yang diinginkan.

E.1 Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan melakukan pengamatan apakah sensor telah berjalan membaca kondisi lingkungan di sekitar tanaman bawang merah. Hal ini dilakukan untuk memastikan semua sensor mampu bekerja, sehingga dapat ditampilkan melalui website. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sensor telah berfungsi dengan baik dalam membaca perubahan yang terjadi di sekitar tanaman bawang merah.

E.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan membuat beberapa skenario pengujian di antaranya skenario pengujian penyiraman, skenario menurunkan intensitas cahaya yang diterima tanaman bawang merah yang dilakukan ketika waktu mendung, dan skenario

melihat suhu dan kelembapan pada sekitar tanaman bawang merah di kondisi cerah dan mendung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Sistem

Pada bab ini akan membahas hasil dari penelitian yang telah dirancang yaitu “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet of Things*”.

A.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

Pada sub bab ini merupakan tahap realisasi penyusunan perangkat keras dari Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah berdasarkan rancangan perangkat keras pada bab sebelumnya. Implementasi perangkat keras yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:



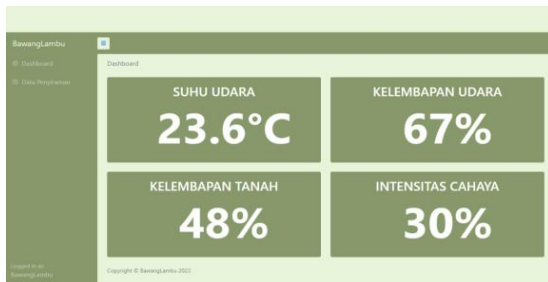
Gambar 7. Realisasi Perangkat Keras

Pada Gambar 7 terlihat rangkaian perangkat keras yang dirancang menjadi sebuah rangkaian sistem monitoring pada tanaman bawang merah, di mana fungsi dari masing-masing alat tersebut sebagai berikut:

1. Mikrokontroler wemos D1 mini, merupakan sebuah mikrokontroler yang berfungsi untuk mengambil data dari sensor DHT11, soil moisture sensor serta sensor intensitas cahaya BH1750. Sehingga data tersebut dapat kirim ke broker menggunakan protokol MQTT.
2. Sensor DHT11, merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya perubahan suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman.
3. Sensor BH1750, merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur perubahan intensitas cahaya di sekitar tanaman bawang merah.
4. Soil moisture sensor, merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur perubahan kelembapan media tanam pada tanaman bawang merah.
5. Relay, merupakan sebuah perangkat yang digunakan sebagai saklar yang mengatur aliran listrik pada water pump dc.
6. Water pump DC, merupakan perangkat yang digunakan sebagai penyalur air pada wadah penampungan ke tanaman.

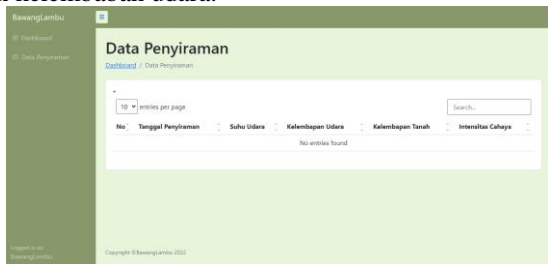
A.2 Realisasi Interface Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sebuah website menggunakan bahasa pemrograman PHP dari Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis *Internet Of Things*. Tampilan website dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Halaman Dashboard

Pada Gambar 8 merupakan realisasi tampilan dari dashboard yang di mana pada halaman ini terdapat informasi mengenai kondisi lingkungan di sekitar tanaman bawang merah secara *realtime* seperti kelembaban media tanam, intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembaban udara.



Gambar 9. Halaman Data Pengamatan

Pada Gambar 9 merupakan realisasi tampilan dari menu data penyiraman yang di mana pada halaman ini terdapat informasi mengenai *history* penyiraman yang dilakukan oleh sistem pada tanaman dengan detail informasi tanggal dan waktu penyiraman, suhu udara, intensitas cahaya serta kelembaban media tanam saat melakukan penyiraman.

B. Pengujian Sistem

Pada sub bab ini merupakan pengujian sistem yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun meliputi perangkat keras dan perangkat lunak dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

B.1 Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan melakukan pengamatan apakah sensor telah berjalan membaca kondisi lingkungan di sekitar tanaman bawang merah. Hal ini dilakukan untuk memastikan semua sensor mampu bekerja, sehingga dapat ditampilkan melalui website. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sensor telah berfungsi dengan baik dalam membaca perubahan yang terjadi di sekitar tanaman bawang merah yang dapat dilihat pada Gambar 10 di atas dan Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Pengujian Perangkat

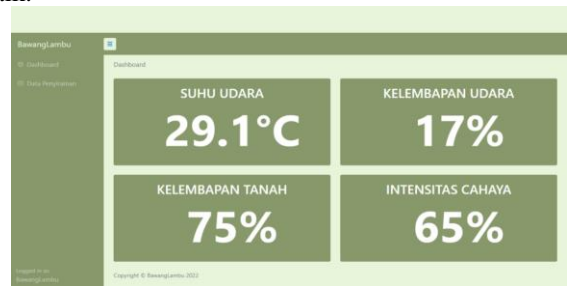
Data Sampel	Suhu Udara (DHT11)	Kelembaban Udara (DHT11)	Intensitas Cahaya (BH1750)	Soil Moisture Sensor
1	29.1°C	17%	65%	75%
2	29.3°C	17%	65%	75%
3	29.3°C	17%	65%	75%

Dilakukan 3 kali percobaan dengan rentang waktu 2 menit untuk mengamati apakah sensor DHT11, *soil moisture sensor*, dan sensor intensitas cahaya BH1750 dapat membaca kondisi sekitaran tanaman bawang merah seperti kelembaban media tanam, intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban udara. Percobaan ini dilakukan di luar ruangan pada pagi hari jam 09:25 Wita dengan menggunakan tanah di depan rumah untuk menguji coba sensor kelembaban tanah. Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa semua sensor telah berjalan sesuai dengan fungsinya. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa semua sensor telah bekerja dengan baik membaca kondisi di sekitar tanaman bawang merah.

Tabel 2 Pengujian Relay

Input	Kondisi Relay	Kondisi Pompa
High	Off	Pompa Mati
Low	On	Pompa Nyala

Pada Tabel 2 dilakukan pengujian *relay* untuk mengetahui apakah *relay* dapat berjalan sesuai dengan rencangan atau tidak. Pada percobaan dilakukan *input* bernilai *high* maka kondisi *relay* akan menjadi *off* sehingga pompa dalam kondisi mati. Dan sebaliknya dilakukan *input* bernilai *low* maka kondisi *relay* akan menjadi *on* sehingga pompa dalam kondisi menyala. Maka dari segi fungsionalitas *relay* telah berjalan dengan baik.



Gambar 10. Halaman Utama Website

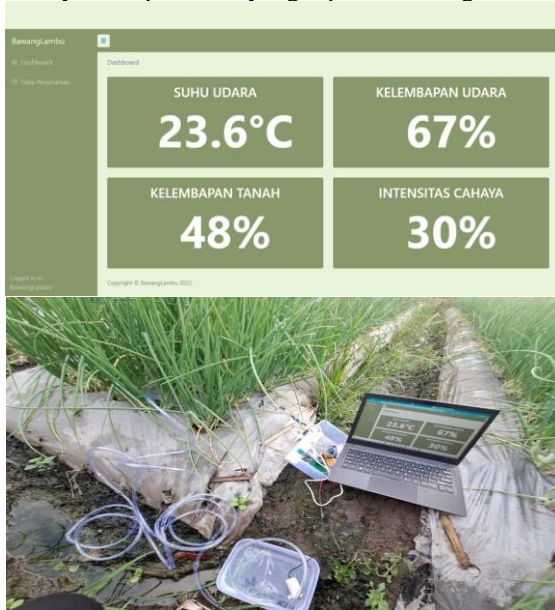
Dilakukan pengamatan tampilan dari website yang di mana pada Gambar 10 website dapat menampilkan hasil pembacaan dari sensor sebelumnya secara *realtime*, sehingga dari segi fungsionalitas sistem telah berjalan dan bekerja dengan baik. Pengamatan tampilan website ini didapatkan dari pengujian sensor sebelumnya yang dilakukan di luar ruangan pada pagi hari jam 09:25 Wita dengan menggunakan tanah di depan rumah. Dan untuk mengetahui reaksi sistem terhadap kemungkinan kondisi yang terjadi di lapangan akan dilakukan pada tahap pengujian berikutnya.

B.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan membuat beberapa skenario pengujian di antaranya skenario pengujian penyiraman, skenario menurunkan intensitas cahaya yang diterima tanaman bawang merah yang dilakukan ketika waktu mendung, dan skenario melihat suhu dan kelembaban pada sekitar tanaman bawang merah di kondisi cerah dan mendung. Adapun hasil pengujian keseluruhan sistem sebagai berikut:

1. Skenario Pengujian Pertama

Akan dibuat skenario dengan menurunkan kelembaban media tanam pada tanaman bawang merah yang digunakan untuk melihat reaksi sistem jika terjadi kelembaban media tanam yang rendah pada tanaman bawang merah. Skenario pengujian ini dilakukan dengan mengeringkan media tanam pada tanaman bawang merah di bawah 60% dengan mencari kondisi media tanaman yang kering, sehingga hasil yang diharapkan sistem akan melakukan penyiraman. Setelah itu pada *website* akan tercatat sebagai *history* penyiraman pada menu data penyiraman dan jika kondisi kelembaban media tanam pada tanaman bawang merah di atas 60% maka sebaliknya. Adapun hasil yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 10. Skenario Penyiraman

Tabel 3 Hasil Pengujian Skenario Penyiraman

Data Sampel	Kelembaban Tanah	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Yang Terjadi
1	48%	Sistem akan melakukan penyiraman dan melakukan pencatatan <i>menu data penyiraman</i>	Sistem melakukan penyiraman dan mencatatnya pada <i>menu data penyiraman</i>
2	67%	Sistem tidak akan melakukan penyiraman	Sistem tidak melakukan penyiraman

Pada Tabel 3 dilakukan pengujian pada hari Kamis Tanggal 6 Juli 2023 jam 3 sore di Perampuan, Kec. Labuapi, Kab. Lombok Barat, dan diambil beberapa sampel data yang di mana sistem dapat melakukan penyiraman jika kondisi media tanam tanaman di bawah 60%. Setelah sistem melakukan penyiraman sistem akan mencatatnya pada menu data penyiraman dan sebaliknya jika kondisi kelembaban media tanam pada tanaman bawang merah di atas 60% maka sistem tidak melakukan

penyiraman, sehingga dapat disimpulkan skenario pengujian pertama berjalan dengan baik.

2. Skenario Pengujian Kedua

Akan dibuat skenario dengan melakukan pengujian intensitas cahaya yang diterima tanaman bawang merah pada waktu mendung. Skenario pengujian ini dilakukan dengan memaparkan tanaman bawang merah pada kondisi cuaca yang mendung, sehingga hasil yang diharapkan sistem tidak akan melakukan penyiraman ketika intensitas cahaya kurang 70%. Tetapi jika kondisi intensitas cahaya pada tanaman bawang merah melebihi 70% maka sebaliknya. Adapun hasil yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 11. Skenario Tampilan Intensitas Cahaya

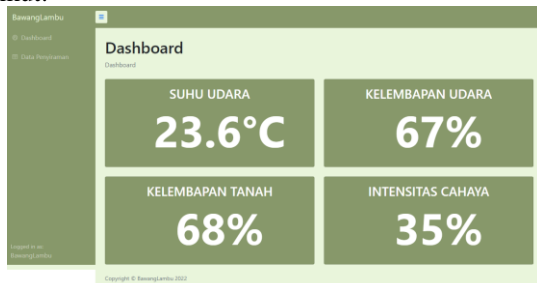
Tabel 4 Hasil Pengujian Skenario Intensitas Cahaya

Data Sampel	Intensitas Cahaya	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Yang Terjadi
1	20%	Sistem tidak akan melakukan penyiraman	Sistem tidak melakukan penyiraman dan tidak akan melakukan pencatatan pada <i>menu data penyiraman</i>
2	71%	Sistem akan melakukan penyiraman dan melakukan pencatatan <i>menu data penyiraman</i>	Sistem melakukan penyiraman dan mencatatnya pada <i>menu data penyiraman</i>

Pada Tabel 4 dilakukan pengujian pada hari Kamis Tanggal 6 Juli 2023 jam 3 sore di Perampuan, Kec. Labuapi, Kab. Lombok Barat, dan diambil beberapa sampel data yang di mana sistem akan melakukan penyiraman jika kondisi intensitas cahaya yang diterima tanaman melebihi 70%, dan tidak akan melakukan penyiraman jika kondisi intensitas cahaya di bawah 70%, sehingga dapat disimpulkan skenario pengujian kedua berjalan dengan baik.

3. Skenario Pengujian Ketiga

Akan dibuat skenario dengan melakukan pengujian tanaman bawang merah pada kondisi cerah dan kondisi mendung. Skenario pengujian ini diharapkan sistem akan melakukan penyiraman ketika suhu di atas 32°C dan kelembaban udara di bawah 60%. Tetapi jika kondisi suhu di bawah 32°C serta kelembaban di atas 60% maka sebaliknya dengan cara menguji ketika kondisi mendung. Adapun hasil yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 12. Skenario Tampilan Suhu dan Kelembaban Udara

Tabel 5 Hasil Pengujian Skenario Tampilan Suhu dan Kelembaban Udara

Data Sampel	Suhu Udara	Kelembaban Udara	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Yang Terjadi
1	23.6°C	67%	Sistem tidak akan melakukan penyiraman	Sistem tidak melakukan penyiraman
2	32.3°C	40%	Sistem akan melakukan penyiraman dan melakukan pencatatan menu data penyiraman	Sistem melakukan penyiraman dan mencatatnya pada menu data penyiraman

Pada Tabel 5 dilakukan pengujian pada hari Kamis Tanggal 6 Juli 2023 jam 3 sore di Perampuan, Kec. Labuapi, Kab. Lombok Barat, dan diambil beberapa sampel data yang di mana sistem akan melakukan penyiraman ketika suhu di atas 32°C dan kelembaban udara di bawah 60%. Tetapi jika kondisi suhu di bawah 32°C serta kelembaban di atas 60% maka sebaliknya sistem tidak akan melakukan penyiraman sehingga dapat disimpulkan skenario pengujian ketiga berjalan dengan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan dari pengujian perangkat yang dilakukan untuk seluruh komponen perangkat mampu berjalan dengan baik, sensor telah berjalan dengan baik dalam membaca perubahan yang terjadi di sekitar tanaman bawang merah.
- 2) Berdasarkan dari pengujian menggunakan skenario, diperoleh bahwa sistem dapat melakukan penyiraman, ketika nilai kelembaban media tanam di bawah 60%, nilai intensitas cahaya di atas 70%, suhu di atas 32°C dan kelembaban udara di bawah 60%.
- 3) Berdasarkan pengujian fungsi sistem *web* yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua fungsi telah berjalan sebagaimana mestinya dan sistem dapat melakukan *monitoring* dengan baik.

B. Saran

- 1) Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan tidak hanya untuk tanaman bawang merah namun juga berbagai jenis tanaman lainnya.
- 2) Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan dengan menambahkan beberapa fitur seperti fitur untuk mengkondisikan tingkat nutrisi dan pH air untuk tanaman.
- 3) Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan dengan berbasis android yang bisa diakses secara mudah menggunakan handphone dan mampu memperlihatkan data secara *realtime*.

REFERENCES

- [1] Y. Syawal, D. Fakultas, P. Universitas, I. Pendahuluan, and L. Belakang, "Budidaya Tanaman Bawang Merah (*Allium Cepa* L .) Dalam Polybag Dengan Memanfaatkan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Tanaman Bawang Merah," Pp. 671–677, 2007.
- [2] Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, "Produksi Bawang Merah Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019," *Data Lima Tahun Terakhir Kementerian. Pertan. Republik Indones.*, vol. 2019, p. 1, 2019, [Online]. Available: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>
- [3] A. Tusi and B. Lanya, "Rancangan Irigasi Sprinkler Portable Tanaman Pakchoy Design Of Portable Sprinkler For Pakchoy Plant Oleh ;," *J. Irig.*, vol. 11, no. 1, pp. 43–54, 2016.
- [4] Direktorat Pengelolaan Air, "Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Bertekanan", Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian, Jakarta, 2010.

- [5] Kemendag RI, "Profil Komoditas Bawang Merah," pp. 1–38, 2020, [Online]. Available: https://ews.kemendag.go.id/sp2kplandindg/assets/pdf/131212_ANL_UPK_BawangMerah.pdf
- [6] A. K. Nalendra and M. Mujiono, "Perancangan PERANCANGAN IoT (INTERNET OF THINGS) PADA SISTEM IRIGASI TANAMAN CABAI," *Gener. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–68, 2020, doi: 10.29407/gj.v4i2.14187.
- [7] Junaidi April, "Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. IV, no. 3, pp. 62–66, 2015.
- [8] F. Nasrulloh, G. W. Wicaksono, and Z. Sari, "Remote Control Monitoring Simtem Irigasi Sprinkler Berbasis IoT Pada Tanaman Hortikultura," *J. Repos.*, vol. 2, no. 10, pp. 1349–1358, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i10.1035.
- [9] A. A. Angga Dwipa, I. G. P. W. Wedashwara W, and A. Zubaidi, "Rancang Bangun Sistem Conditioning Udara Berbasis IoT pada Studi Kasus Tanaman Selada Hidroponik," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–25, 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i1.297.
- [10] T. Jauhary and S. I. Lestarningati, "Aplikasi Sistem Monitoring Tanaman Berbasis Android," *J. Tek. Komput. Unikom*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [11] F. Y. L. Moh Masyudi, Sotyohadi, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Air Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Web Dengan Menggunakan Wireless Sensor Network (Wsn)," *Inst. Teknol. Nasional, Malang, Indones.*, pp. 1–11, 2020.
- [12] W. P. Putra, E. Ismantohadi, M. Qomarrudin, T. Informatika, P. Negeri, and I. Pendahuluan, "Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian," *J. Teknol. dan Inf. UNIKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2019.
- [13] Daifiria, E. Domloboy, and D. Heryawan, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Pada Tanaman Hias Berbasis Iot (Internet of Things) Menggunakan Raspberry Pi," *It (Informatic Tech. J.*, vol. 7, no. 2, pp. 107–116, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.potensiutama.ac.id/ojs/index.php/ITJournal/article/view/823/1449>
- [14] Setyowati, I., Novianto, D., Pamungkas, J., "Desain dan Implementasi Internet of Things untuk Smart Agriculture Irrigation," *Sumber Daya Alam*, pp. 5–8, 2020.
- [15] S. Rahmat, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Greenhouse Tanaman Bawang Merah Berbasis Iot," *J. Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 981–990, 2021.
- [16] A. Dharmawan and S. Soekarno, "Uji Distribusi Semprotan Sprayer Pesticida Dengan Patternator Berbasis Water Level Detector," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 9, no. 2, p. 85, 2020, doi: 10.23960/jtep-1.v9i2.85-95.
- [17] R. Mahendra, A. M. Thantawi, and U. P. I. Y. A. I, "Rancang Bangun Smart Watering System For Plant Menggunakan Raspberry Pi," vol. 5, no. 74, pp. 17–22, 2021.
- [18] H. A. Rochman, R. Primananda, and H. Nurwasito, "Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada Smarthome," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 6, pp. 445–455, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [19] W. Suryono, A. Setiyo Prabowo, Suhanto, and A. Mu'Ti Sazali, "Monitoring and controlling electricity consumption using Wemos D1 Mini and smartphone," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 909, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/909/1/012014.
- [20] L. D. M. G. A. Putri, M. Sarosa, "Implementasi Internet of Things Untuk Sistem Telecontrol Pada Oven Pengereng Bahan Makanan Menggunakan Aplikasi Android," *Jartel*, vol. 9, no. 1, pp. 532–538, 2019, [Online]. Available: <http://jtdjurnal.polinema.ac.id/index.php/jtd/article/view/219>
- [21] W. Adhiwibowo, A. F. Daru, and A. M. Hirzan, "Temperature and Humidity Monitoring Using DHT22 Sensor and Cayenne API," *J. Transform.*, vol. 17, no. 2, p. 209, 2020, doi: 10.26623/transformatika.v17i2.1820.
- [22] A. Najmurrokhman, Kusnandar, and Amrulloh, "Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Dan Sensor Dht11," *J. Teknol. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 10, no. 1, pp. 73–82, 2018, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.10.1.73-82>
- [23] V. R. Juniardy, "Prototipe alat penyemprot air otomatis pada kebun pembibitan sawit berbasis sensor kelembaban dan mikrokontroler AVR ATMEGA8," *Coding Sist. Komput.*, vol. 02, no. 3, pp. 1–10, 2014.
- [24] H. Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 2, pp. 237–243, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243.
- [25] M. Rianti, "Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Cahaya Dengan Menggunakan Sensor Bh1750 Berbasis Arduino," *Tugas Akhir. Dep. Fis. Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam.*, p. Universitas Sumatera Utara. Medan, 2017.
- [26] Taryana Suryana, "Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor," *Komputa Unikom 2021*, pp. 1–16, 2021.

- [27] M. Ismail, A. D. Prasetyowati, and J. P. Hapsari, "Desain dan Implementasi Akuisisi Data Suhu Murid Sekolah Berbasis Arduino Untuk Monitoring Kesehatan Komunal," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 58, 2019, doi: 10.25077/jnte.v8n2.640.2019.
- [28] R. Hidayat, "Pengertian dan Fungsi Baterai," 2013.
- [29] K. L. Yana, K. R. Dantes, and N. A. Wigraha, "Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.23887/jjtm.v5i2.10872.
- [30] Z. Abidin and T. Tijaniyah, "Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog Smartphone Berbasis mikrokontroler," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.33650/jeeecom.v1i1.887.