

# Smart Farming System pada Tanaman Bawang Merah berbasis Internet of Things

## *Smart Farming System on Red Onion Plants based on the Internet of Things*

<sup>1</sup>Sirojul Hadi\*, <sup>2</sup>Anzali Ika Cahyati, <sup>3</sup>Kurniadin Abd. Latif, <sup>4</sup>Tomi Tri Sujaka, <sup>5</sup>Muhammad Zulfikri

<sup>1</sup>Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora

<sup>2,4,5</sup>Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora

<sup>3</sup>Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora  
Jalan Ismail Marzuki No. 22, Cakranegara, Kota Mataram, Indonesia

\*e-mail: [sirojulhadi@universitasbumigora.ac.id](mailto:sirojulhadi@universitasbumigora.ac.id)

(received: 3 Mei 2023, revised: 21 Mei 2023, accepted: 22 Mei 2023)

### Abstrak

Bawang merah merupakan komoditas pertanian yang menjadi sumber pendapatan bagi petani dan dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap pembangunan ekonomi Indonesia. Karakteristik dari tanaman bawang merah yaitu membutuhkan banyak sinar matahari. Sinar matahari yang dibutuhkan untuk berfotosintesis yaitu 70% dengan rentang suhu lingkungan 25°C-32°C dan kelembaban tanah berada pada rentang 50%-70%. Meskipun bawang merah membutuhkan banyak air tetapi tumbuhan tersebut sensitif terhadap curah hujan dengan intensitas yang tinggi. Periode kritis dari tanaman bawang merah yaitu berada pada fase pembentukan umbi sehingga perlu dilakukan pengontrolan untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal. Metode pembuatan sistem *smart farming* menggunakan metode *Research and Development* (R&D) sedangkan pengiriman data secara *online* ke web menggunakan metode *Internet of Things* (IoT). Hasil dari penelitian tersebut yaitu telah berhasil dibangun sistem monitoring dan kontrol suhu dan kelembaban pada tanaman bawang merah. Sistem yang dibangun mampu mengukur suhu dengan tingkat akurasi mencapai 95,33% dan kelembaban lingkungan pada tanaman mencapai 92,07% sedangkan pengujian keseluruhan sistem mencapai 93,33%. Alat tersebut telah mampu melakukan pengairan dan pemberian pupuk secara otomatis. Kontrol pengairan dan pemberian pupuk oleh sistem berimplikasi terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah yang lebih baik dan menciptakan pertanian modern.

**Kata kunci:** *Smart farming system*, tanaman bawang merah, soil moisture, DHT11, *internet of things*

### Abstract

Red Onions are agricultural commodities that are a source of income for farmers and can make a major contribution to Indonesia's economic development. The characteristic of the onion plant is that it requires a lot of sunlight. The sunlight needed for photosynthesis is 70% with an ambient temperature range of 25°C-32°C and soil moisture in the range of 50%-70%. Although red onions require a lot of water, these plants are sensitive to high-intensity rainfall. The critical period of the red onion plants is in the tuber formation phase so it is necessary to control it to get maximum production results. The method of making the smart farming system uses the *Research and Development* (R&D) method while sending data online to the web uses the *Internet of Things* (IoT) method. The result of this research is that a monitoring and control system for temperature and humidity has been successfully built on red onion plants. The system built is capable of measuring temperature with an accuracy rate of 95.33% and environmental humidity in plants reaching 92.07% while the accuracy of testing the entire system reaches 93.33%. The smart farming system has been able to automatically irrigate and apply fertilizer. Control of irrigation and application of fertilizers by the system has implications for better shallot growth and creates modern agriculture.

**Keywords:** *Smart farming system*, red onion plants, soil moisture, DHT11, *internet of things*

## 1 Pendahuluan

Bawang merah merupakan sumber pendapatan bagi petani dan memiliki kontribusi yang baik terhadap pertumbuhan ekonomi daerah. Secara umum, bawang merah ditanam pada bulan Mei-Agustus pada saat musim kemarau[1]. Pertumbuhan bawang merah sangat dipengaruhi oleh seberapa banyak tanaman tersebut terpapar cahaya matahari. Kebutuhan minimal paparan intensitas cahaya pada tanaman tersebut yaitu 70% dengan suhu berkisar antara 25-32°C dan kelembaban berkisar antara 50-70%. Meskipun bawang merah membutuhkan banyak air akan tetapi tumbuhan tersebut sangat sensitif terhadap curah hujan dengan intensitas yang tinggi.

Menurut data dari Direktorat Jenderal Hortikultura jumlah produksi bawang merah pada tahun 2016 mencapai sebesar 1.446.860 ton meski mengalami penurunan pada tahun sebelumnya di tahun 2015 hingga 0,39% dan tahun 2017 meningkat hingga 4,43% dari 1.510.961 ton[2]. Menurunnya produktivitas bawang merah nasional tidak terlepas dari hama (pengganggu tanaman)[3]. Resiko produksi dapat diakibatkan oleh serangan hama dan penyakit, kemarau, musim penghujan, iklim dan cuaca yang tidak dapat diperkirakan mengakibatkan gagal produksi (panen)[4].

Ada banyak jenis hama dan penyakit yang dapat menyerang tanaman bawang merah salah satunya adalah penyakit layu fusarium, penyakit ini dapat ditangani dengan cara melakukan penyiangan gulma secara rutin agar tanah tidak terlalu lembab, melakukan penyiraman dipagi hari agar sebelum malam hari tanaman telah mengering, menggunakan plastik mulsa untuk menjaga kelembaban tanah pada waktu musim hujan[5].

Penelitian serupa pada tahun 2021, dilakukan oleh Ahmad Roihan[6] dan timnya mengenai simulasi pendeteksi kelembaban pada tanah menggunakan sensor DHT22 dengan Proteus. Hasil penelitian tersebut yaitu sistem dapat melakukan pengairan otomatis dan dapat membaca suhu dan kelembaban. Pada penelitian tersebut tidak dijelaskan secara terperinci skenario pengambilan data dari sensor dan tidak terdapat riwayat penyimpanan data. Penelitian selanjutnya pada tahun 2020 yang dilakukan oleh Asih Rohmani[5] dan timnya mengenai *prototype* sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman bawang merah di kabupaten brebes dengan metode fuzzy Tsukamoto. Hasil dari penelitian tersebut yaitu dapat menghasilkan aplikasi berupa sistem diagnosa hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan hasil diagnosa mencapai 11 penyakit tanaman. Penelitian selanjutnya pada tahun 2019 yang dilakukan oleh A. Sumarudin [7] dan timnya mengenai sistem monitoring tanaman hortikultura pertanian. Monitoring tanaman pada sistem tersebut menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor suhu, sensor PH dan sensor level ketinggian air. Hasil dari penelitian tersebut yaitu sistem monitoring tanaman cabai dan bawang telah berhasil dibangun dengan antarmuka menggunakan web dan jaringan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) yang digunakan yaitu *ThingSpeak*. Pada penelitian tersebut belum terdapat akurasi pengukuran sensor dan persentase keberhasilan sistem ketika diimplementasikan pada tanaman. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Shania Octari[8] dan timnya mengenai sistem monitoring dan kontrol kelembaban tanah berbasis IoT dengan objek tanaman bawang. Hasil dari penelitian tersebut yaitu rata-rata kesalahan pembacaan sensor kelembaban yaitu 5,16% dan jarak maksimal sistem dapat terhubung ke jaringan hotspot internet yaitu 20 meter. Pada penelitian tersebut tidak ditampilkan hasil perancangan hardware dan software, dan tidak ditampilkan akurasi sistem ketika diimplementasikan. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, permasalahan yang ingin diselesaikan pada penelitian ini yaitu bagaimana mengontrol dan memonitoring pengairan dan pemupukan tanaman bawang merah. Bawang merah akan memiliki pertumbuhan yang baik apabila tumbuh pada lingkungan dengan suhu berkisar 25°C-36°C dengan iklim kering. Sedangkan untuk pertumbuhan umbi membutuhkan suhu berkisar antara 25°C-30°C. Sedangkan untuk nutrisi tumbuhan perlu dilakukan pemupukan secara berkala. Metode pengontrolan pengairan dan pemupukan yaitu dengan metode pengontrolan secara terprogram dengan memberikan rentang suhu dan kelembaban tanah yang diperbolehkan dan pemberian pupuk menggunakan pewaktuan oleh sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dirancang sistem *smart farming* untuk tanaman bawang merah dengan memanfaatkan jaringan IoT sebagai antarmuka *monitoring* tanaman. Perancangan sistem menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Metode tersebut baik digunakan untuk mengembangkan sistem berbasis IoT karena metode ini banyak digunakan untuk mengembangkan sebuah produk teknologi untuk menguji kehandalan produk dengan melakukan pengujian berbasis eksperimen. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu

pada penelitian ini, tanaman bawang dibagi menjadi dua objek yaitu tanaman bawang yang telah dikontrol pengairan dan pemupukannya secara otomatis melalui sistem *smart farming* dan tanaman bawang yang tidak dikontrol oleh sistem. Selain itu, dilakukan pengujian kesalahan pengukuran dari masing-masing sensor dan akurasi tingkat keberhasilan sistem ketika diimplementasikan pada tanaman. Sedangkan untuk *monitoring* sensor pada tanaman dilakukan dengan menggunakan web. Tujuan dari penelitian ini yaitu menjaga kelembaban tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman bawang merah dengan mengontrol pengairan dan pemberian pupuk pada tanaman tersebut.

## 2 Tinjauan Literatur

### 2.1. Penelitian Terdahulu

Teknologi dalam bidang pertanian semakin berkembang pesat. Perkembangan tersebut sejalan dengan perkembangan teknologi. Teknologi yang berkembang dalam bidang pertanian yaitu *smart farming system* [9][10], *monitoring* pertumbuhan tanaman berbasis IoT[11][12] dan *Wireless Sensor Network* (WSN)[6], [13], kontrol irigasi pertanian[14], [15], dan teknologi pascapanen[16], [17]. Salah satu tumbuhan yang memerlukan pengkondisian lingkungan dan media tanam yaitu tanaman bawang merah. Tanaman bawang merah merupakan tanaman yang digunakan sebagai bahan makanan dan bumbu untuk menambah cita rasa. Banyak penelitian yang telah dilakukan agar tanaman bawang dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan umbi yang lebih besar. Seperti penelitian yang dilakukan oleh A. Sumarudin [7] dan timnya pada tahun 2019 mengenai sistem monitoring tanaman hortikultura pertanian. Monitoring tanaman pada sistem tersebut menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor suhu, sensor PH dan sensor level ketinggian air. Hasil dari penelitian tersebut yaitu sistem monitoring tanaman cabai dan bawang telah berhasil dibangun dengan antarmuka menggunakan web dan jaringan protokol MQTT yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu *ThingSpeak*. Pada penelitian tersebut belum terdapat akurasi pengukuran sensor dan persentase keberhasilan sistem ketika diimplementasikan pada tanaman. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Asih Rohmani[5] dan timnya pada tahun 2020 mengenai *prototype* sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman bawang merah di kabupaten brebes dengan metode fuzzy Tsukamoto. Hasil dari penelitian tersebut yaitu dapat menghasilkan aplikasi berupa sistem diagnosa hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan hasil diagnosa mencapai 11 penyakit tanaman. Pada penelitian tersebut hanya berupa aplikasi yang digunakan sebagai media untuk melakukan konsultasi sehingga tidak dapat digunakan untuk mengontrol pertumbuhan tanaman. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Ahmad Roihan[6] dan timnya pada tahun 2021 mengenai simulasi pendeteksi kelembaban pada tanah menggunakan sensor DHT22 dengan Proteus. Hasil penelitian tersebut yaitu sistem dapat melakukan pengairan otomatis dan dapat membaca suhu dan kelembaban. Pada penelitian tersebut tidak dijelaskan secara terperinci skenario pengambilan data dari sensor dan tidak terdapat riwayat penyimpanan data. Dan penelitian yang dilakukan oleh Gardenia Marheta Putra[18] dan timnya pada tahun 2022 mengenai pengendalian suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya pada greenhouse untuk tanaman bawang merah menggunakan IoT. Hasil dari penelitian tersebut yaitu telah berhasil dirancang sistem greenhouse untuk tanaman bawang berbasis IoT. Pada penelitian tersebut hanya melakukan perancangan dan belum melakukan uji coba untuk mengetahui seberapa handal sistem yang telah dibangun.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti tersebut, penelitian ini berfokus pada pengontrolan dan monitoring pengairan dan pemberian pupuk pada tanaman bawang merah berbasis IoT. Sistem yang dibangun telah diimplementasikan pada saat melakukan penanaman tanaman bawang merah. Penelitian ini dapat melengkapi penelitian terdahulu dengan melakukan prosedur pengujian sensor dan pengujian keseluruhan sistem sehingga didapatkan akurasi sensor dan persentase keberhasilan sistem dalam mengontrol dan memonitoring pertumbuhan bawang merah. Sistem IoT berfungsi untuk melakukan monitoring sensor secara jarak jauh sehingga tidak membatasi petani untuk memantau tanaman bawang merah setiap saat dengan syarat sistem tersebut tetap terhubung ke jaringan internet.

### 2.2. Tanaman Bawang Merah

Bawang merah dengan bahasa latin *Allium ascalonicum*, shallot merupakan tumbuhan yang umumnya digunakan sebagai bahan makanan, bumbu untuk menambah cita rasa, dan sebagai obat

tradisional. Bawang merah memiliki kandungan gizi yang dapat melengkapi kandungan gizi dari bahan utama. Bawang merah memiliki kandungan mineral kalium yang tinggi yang dapat berperan penting dalam proses metabolisme dalam tubuh manusia, mencegah pengerasan pembuluh darah, membersihkan pembuluh darah dari endapan kolesterol, dan mengatur kontraksi otot rangka dan otot halus. Selain itu terdapat mineral kalsium untuk menjaga kesehatan gigi dan tulang[19]. Bawang merah merupakan salah satu produk hortikultura yang menjadi unggulan nasional dan termasuk ke dalam kelompok sayuran rempah tidak bersubstitusi[20].

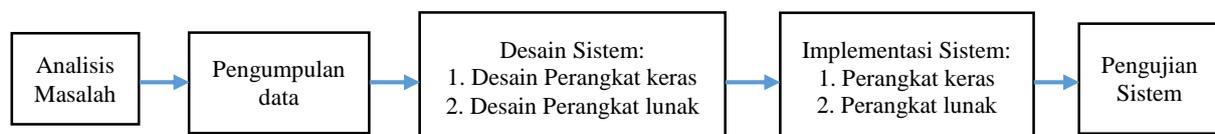
Tanaman bawang akan memiliki pertumbuhan yang baik apabila tumbuh pada lingkungan dengan suhu berkisar 25°C-36°C dengan iklim kering. Sedangkan untuk pertumbuhan umbi membutuhkan suhu berkisar antara 25°C-30°C. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman bawang selain suhu yaitu ketinggian tempat bawang merah tumbuh, pengaruh angin dan pengaruh dataran dan lautan[21]. Selain itu, rendahnya produktivitas tanaman bawang juga dipengaruhi oleh rendahnya tingkat kesuburan tanah, peningkatan serangan oleh organisme pengganggu tanaman, adanya perubahan iklim, dan bibit yang digunakan memiliki mutu yang rendah[20].

### 2.3. Smart Farming System

Perkembangan teknologi semakin pesat yang membuat berbagai sektor menggunakan teknologi untuk meningkatkan jumlah produksi seperti pada bidang pertanian. Salah satu perkembangan teknologi pada bidang pertanian yaitu *smart farming*[22]–[25]. *Smart farming system* dapat dibangun menggunakan jaringan IoT. *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan sensor pintar yang dapat mengontrol dan memantau berbagai hal dari mana saja melalui Internet. Sistem pintar ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas pertanian modern. IoT merupakan sebuah sistem dengan komunikasi *machine to machine* yang memungkinkan setiap benda fisik dapat melakukan komunikasi dan bertukar data melalui jaringan internet[26], [27]. Cara kerja dari sistem IoT yaitu objek yang akan di kontrol dan dimonitoring akan di integrasikan dengan sensor-sensor yang berfungsi untuk mengumpulkan data tentang lingkungan sekitar kemudian data tersebut akan di publish melalui jaringan internet sehingga dapat dimanfaatkan sebagai data pengontrolan atau monitoring data oleh sistem yang lainnya[26].

## 3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, pembuatan sistem perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tahapan perancangan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode perancangan *Research and Development*

### 3.1. Pengumpulan Data

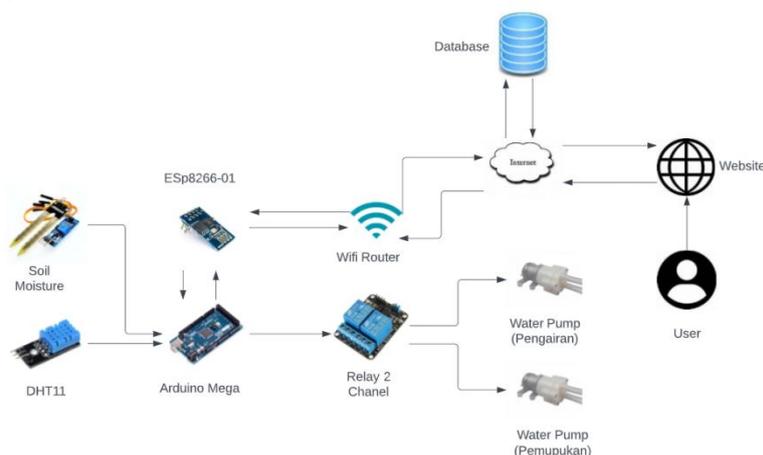
Pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan melakukan studi literatur, observasi dan wawancara. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dari sumber artikel ilmiah yang terkait. Selanjutnya observasi dan wawancara dilakukan dengan mendatangi petani bawang merah dan mengajukan pertanyaan terkait masalah yang dialami ketika menanam bawang merah.

### 3.2. Analisis Kebutuhan

Pada penelitian ini, analisis kebutuhan dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan dalam proses perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut merupakan rincian kebutuhan perangkat keras yaitu Personal Computer (PC), *Microcontroller* Arduino Mega, modul WiFi ESP8266-01, kabel jumper, *PCB*, *Water pump DC*, Sensor suhu DHT11, sensor kelembaban tanah soil moisture, *regulator step down* LM7805, *Realy 2 channel* 5v, *Adaptor DC* 12v. Sedangkan kebutuhan perangkat lunak yaitu menggunakan bahasa pemrograman PHP dan HTML yang dituliskan dengan menggunakan Visual Studio Code untuk tampilan Website, ArduinoIDE digunakan untuk memprogram Arduino Mega, dan pembuatan *database* menggunakan MySQL.

### 3.3. Desain Sistem *Smart Farming*

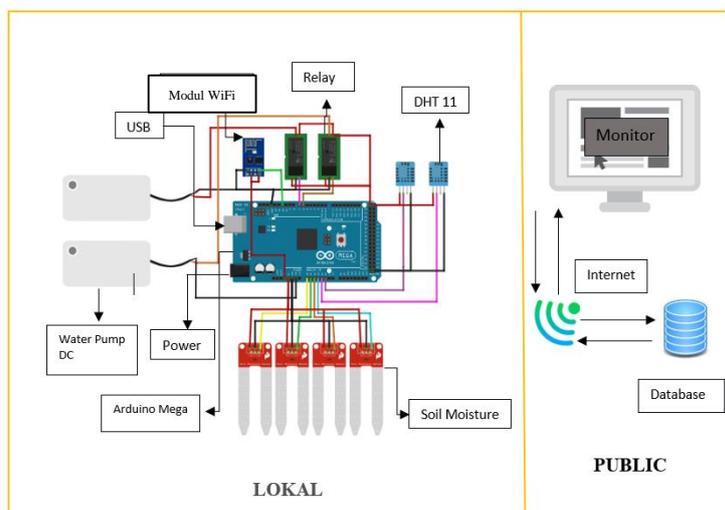
Sistem monitoring dan kontrol untuk pengairan dan pemupukan tanaman bawang merah menggunakan beberapa sensor seperti sensor *soil moisture* yang digunakan untuk mengetahui kelembaban tanah disekitar tanaman bawang merah dan sensor suhu DHT11 yang digunakan untuk mengetahui suhu lingkungan disekitar tanaman. Data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Mega sebagai pusat kendali dari sistem *smart farming*. Arduino mega telah terintegrasi dengan modul WiFi ESP8266-01 yang berfungsi menghubungkan sistem dengan internet. Sistem *smart farming* terhubung ke Relay dua *channel* yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan pompa DC untuk pengairan dan pemupukan. Data dari sensor akan dikirim ke *website* yang berfungsi sebagai antarmuka *monitoring* dan kontrol tanaman bawang merah sehingga *user* dapat dengan mudah memantau dan mengontrol sistem *smart farming* dimana saja dan kapan saja dengan syarat memiliki jaringan internet untuk terhubung ke sistem tersebut. Sistem *smart farming* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perancangan sistem smart farming

### 3.4. Desain Perangkat Keras

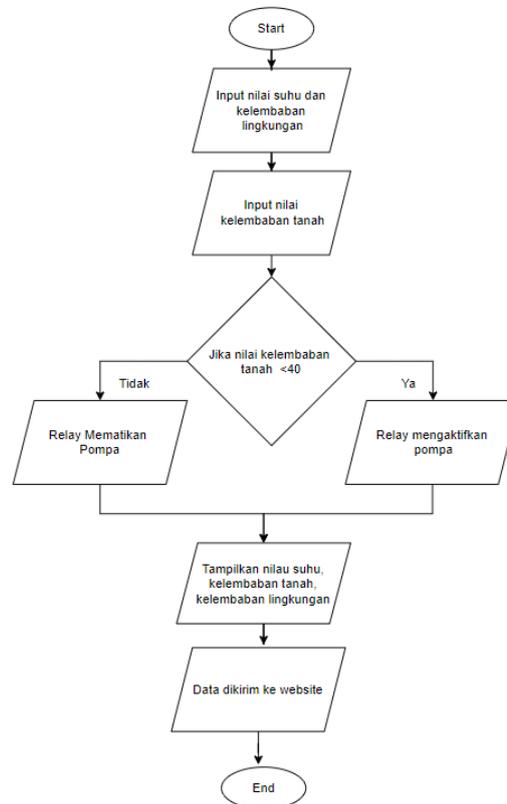
Perancangan perangkat keras dari sistem *smart farming* bertujuan untuk menghubungkan setiap komponen sensor, mikrokontroler, dan aktuator sehingga mendapatkan data suhu dan kelembaban tanah dari tanaman, kemudian data tersebut diolah agar dapat digunakan untuk mengontrol pengairan dan pemupukan. Data tersebut juga dikirim melalui internet ke *web monitoring*. Rangkaian perangkat keras dari sistem smart farming seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan perangkat keras sistem *smart farming*

### 3.5. Desain Perangkat Lunak

Penyiraman dilakukan apabila nilai kelembaban tanah kurang dari 40%, jika nilai kelembaban tanah lebih dari 40% maka relay akan mematikan pompa atau berhenti melakukan pengairan. Pengairan dilakukan sampai nilai kelembaban tanah mencapai nilai 40%-70%. Sensor akan mengirimkan dua jenis data tersebut ke Arduino. Proses pengiriman data dari Arduino ke *database* dilakukan setiap jam 7:30, 12:30 dan 15:30. Data akan ditampilkan pada *web monitoring* dalam bentuk Tabel dan Grafik. Alur kerja dari perangkat lunak pada sistem tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

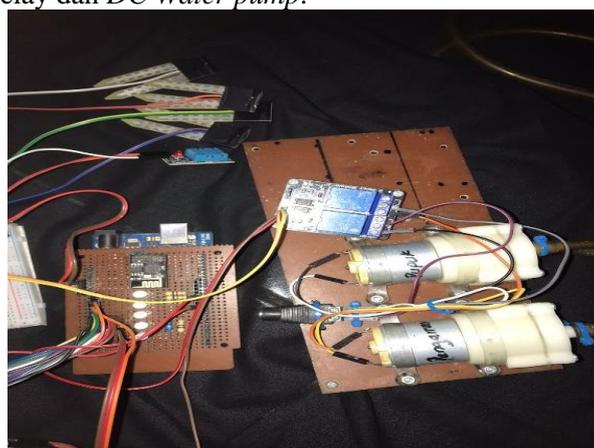


Gambar 4. Flowchart cara kerja sistem

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibangun merupakan hasil perancangan perangkat keras yang telah dilakukan terlebih dahulu. Beberapa komponen telah terhubung dengan Arduino Mega menggunakan kabel jumper sebagai penghubung antara *microcontroller* dengan komponen lainnya seperti sensor DHT11, *Soil Moisture*, Relay dan *DC Water pump*.



Gambar 5. Hasil perancangan perangkat keras

Pada Gambar 5 menunjukkan terdapat beberapa sensor aktuator dan mikrokontroler yang digunakan. Sensor soil moisture terdiri dari dua *elektrode* yang nantinya akan membaca kelembaban tanah, sehingga arus melewati dari kaki *elektrode* ke kaki *elektrode* yang lain. Besar nilai arus dipengaruhi oleh besar kecilnya resistansi akibat kelembaban yang berada disekitar *elektrode*. Sensor DHT11 memiliki 3-pin yaitu VCC, data, GND. Arduino Mega Sebagai *microcontoller* akan mengontrol sensor suhu dan kelembaban dan akan mengolah nilai tersebut. Relay yang berperan sebagai saklar elektronik yang dikendalikan dengan cara menghubungkan dan memutuskan arus listrik sehingga saklar terbuka dan tertutup secara otomatis. *DC water pump* yang memiliki tegangan kerja dari 3-12 volt dan dapat memompa air hingga sejauh 3 meter. *DC water pump* tersebut akan dipasang sebagai pemompa pupuk cair dan air.

#### 4.2. Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Tampilan *web monitoring* suhu dan kelembaban pada tanaman bawang merah memiliki 4 menu utama yaitu tampilan *home*, menu suhu lingkungan, kelembaban lingkungan, dan kelembaban tanah.

##### 4.2.1. Menu Login

Antarmuka *web* akan muncul apabila mengakses halaman *website*: <https://smartfarming.site/>, halaman *website* ini dapat diakses sampai 1 tahun. Saat mengakses halaman *website* user akan diminta untuk melakukan login terlebih dahulu dengan menginput alamat email dan juga password. Tampilan menu login dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Menu login

##### 4.2.2. Menu Utama

Pada halaman utama pada antarmuka *web* memiliki 4 (tiga) menu yaitu menu Suhu, Kelembaban Lingkungan, Kelembaban Tanah dan Logout. Masing-masing menu memiliki sub menu yaitu tabel detail dan grafik *chart* untuk menampilkan data kecuali pada menu Logout. Tampilan menu utama dapat ditunjukkan pada Gambar 7.

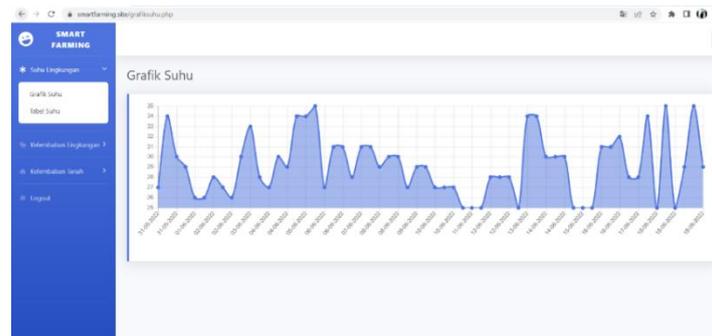


Gambar 7. Menu utama

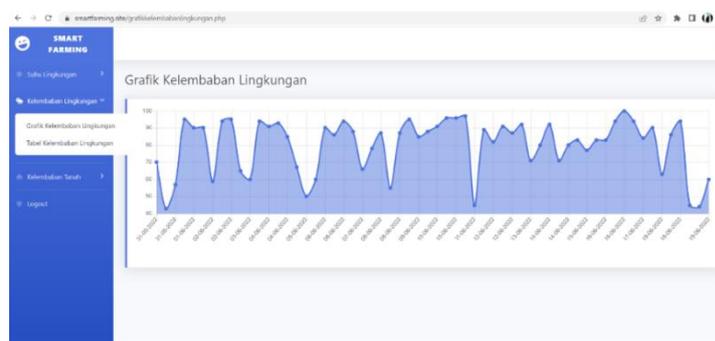
##### 4.2.3. Menu Suhu dan Kelembaban Lingkungan

Pada menu suhu lingkungan terdapat dua sub menu yaitu sub-menu grafik suhu dan sub-menu tabel suhu. Tampilan menu suhu lingkungan dapat ditunjukkan pada Gambar 8. Pada menu kelembaban lingkungan terdapat dua sub-menu yaitu sub-menu grafik kelembaban lingkungan dan

sub menu tabel kelembaban. Tampilan menu kelembaban lingkungan dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Menu Suhu Lingkungan



Gambar 9. Menu Kelembaban Lingkungan

#### 4.2.4. Menu Kelembaban Tanah

Pada menu kelembaban tanah terdapat dua sub-menu yaitu sub-menu grafik kelembaban tanah dan sub menu tabel kelembaban tanah. Tampilan menu kelembaban tanah dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Menu Kelembaban Tanah

### 4.3. Pengujian Sensor DHT11

Tujuan pengujian sensor DHT11 adalah mendapatkan nilai akurasi sensor DHT11 dengan cara melakukan perbandingan antara nilai suhu dan kelembaban lingkungan pada sensor DHT11 dengan thermometer digital. Pengujian dilakukan pada pukul 08.00-16.00 dengan pengambilan data dilakukan setiap kelipatan dua jam selama empat hari. Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian suhu pada sensor DHT11. Terdapat 20 data suhu lingkungan dan kelembaban lingkungan yang dibandingkan dengan termometer digital. Pengukuran kesalahan dan akurasi menggunakan persamaan 1 dan 2.

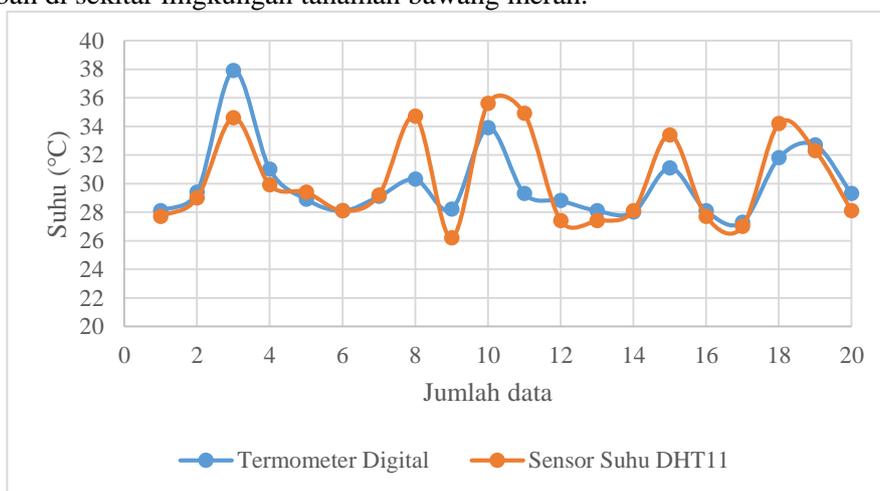
$$Kesalahan(\%) = \frac{\text{Selisih Suhu atau kelembaban}}{\text{Suhu atau kelembaban termo. digital}} \times 100 \quad (1)$$

$$Akurasi Sensor (\%) = 100 - Kesalahan \quad (2)$$

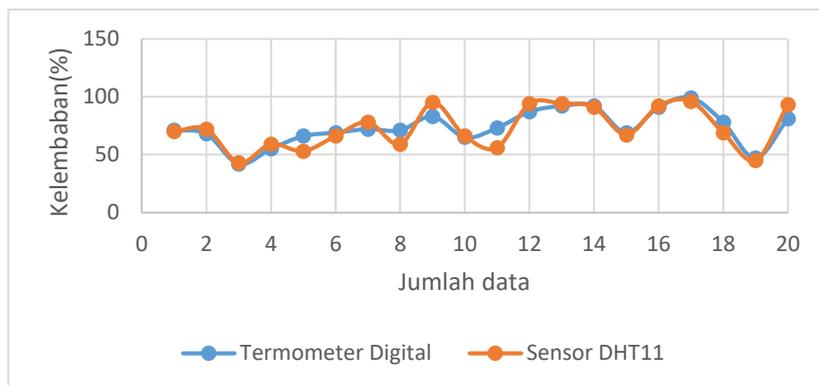
**Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor DHT11**

Hari ke-	Waktu	Termometer Digital		Sensor DHT11		Selisih		Kesalahan (%)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu	Kelembaban
1	08.00	28,1	71	27,7	70	0,4	1	1,42	1,40
	10.00	29,4	68	29	72	0,4	4	1,36	9,52
	12.00	37,9	42	34,6	43	3,3	1	8,70	2,38
	14.00	31	55	29,9	59	1,1	4	3,54	7,27
	16.00	28,9	66	29,4	53	0,5	13	1,73	19,69
2	08.00	28,1	69	28,1	66	0	3	0	4,34
	10.00	29,1	72	29,2	78	0,1	6	0,34	8,33
	12.00	30,3	71	34,7	59	4,4	12	14,52	16,90
	14.00	28,2	83	26,2	95	2	12	7,09	14,45
	16.00	33,9	65	35,6	66	1,7	1	5,01	1,53
3	08.00	29,3	73	34,9	56	5,6	17	19,11	23,28
	10.00	28,8	87	27,4	94	1,4	7	4,86	8,04
	12.00	28,1	92	27,4	94	0,7	2	2,49	2,17
	14.00	28	92	28,1	91	0,1	1	0,35	1,08
	16.00	31,1	69	33,4	67	2,3	2	7,39	2,89
4	08.00	28,1	91	27,7	92	0,4	1	1,42	1,09
	10.00	27,3	99	27	96	0,3	3	1,09	3,03
	12.00	31,8	78	34,2	69	2,4	9	7,54	11,53
	14.00	32,7	47	32,3	45	0,4	2	1,22	4,25
	16.00	29,3	81	28,1	93	1,2	12	4,09	14,81
Rata-rata								4,67	7,93

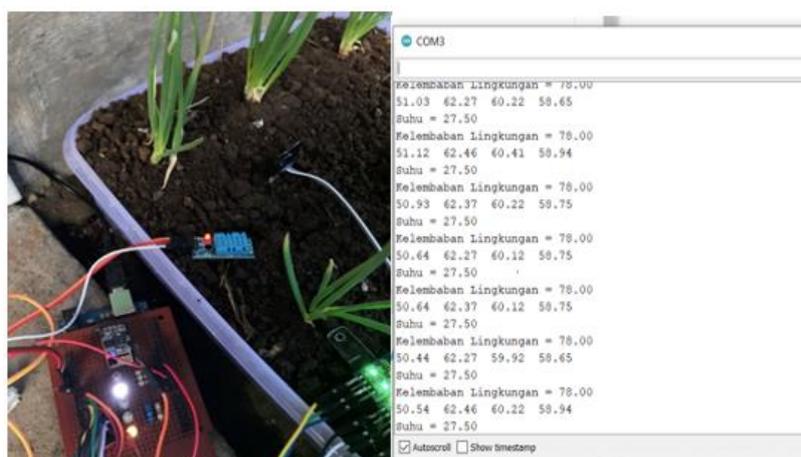
Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki akurasi yang baik untuk digunakan dalam sistem *monitoring* dan kontrol irigasi dan pemupukan tanaman bawang merah. Rata-rata kesalahan pengukuran suhu pada sensor DHT11 yaitu 4,67% dengan nilai kesalahan tertinggi yaitu 19,11%. Rata-rata kesalahan pengukuran kelembaban pada sensor DHT11 yaitu 7,93% dengan nilai kesalahan tertinggi 23,28%. Akurasi pengukuran suhu menggunakan sensor DHT11 yaitu 95,33% sedangkan akurasi pengukuran kelembaban menggunakan sensor DHT11 yaitu 92,07%. Berdasarkan Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan sensor DHT11 sudah dapat mengikuti perubahan suhu dan kelembaban pada *thermometer* digital. Pada Gambar 13 menunjukkan proses pengambilan data suhu dan kelembaban di sekitar lingkungan tanaman bawang merah.



**Gambar 11. Grafik Pengujian Suhu Sensor DHT11**



Gambar 12. Grafik Pengujian Kelembaban Sensor DHT11



Gambar 13. Pengambilan Data Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor DHT11

#### 4.4. Pengujian Sensor Soil Moisture

Pada pengujian sensor Soil Moisture dilakukan pengamatan nilai kelembaban tanah pada tanaman bawan merah. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah pada media tumbuh tanaman bawang. Terdapat 4 sensor *soil moisture* yang digunakan dalam penelitian ini, untuk mendapatkan data dapat dilakukan dengan menancapkan sensor *soil moisture* pada permukaan tanah pada tanaman bawang merah, sehingga akan didapatkan data tersebut dalam kondisi kering atau basah. Selanjutnya data akan ditampilkan pada serial monitor pada ArduinoIDE. Peletakan sensor dapat ditunjukkan pada Gambar 14. Sedangkan hasil pengujian sensor *soil moisture* dapat ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, terdapat 20 data kelembaban tanah yang di ambil selama 4 hari. Rata-rata nilai kelembaban tertinggi yaitu 67,08% dan rata-rata nilai kelembaban terendah yaitu 31,20%.

Tabel 2. Pengujian Sensor Soil Moisture

No.	Sensor Soil Moisture				Rata-Rata
	1	2	3	4	
1	73,41	65,30	64,21	41,06	60,99
2	65,20	68,52	69,89	64,71	67,08
3	54,06	66,18	54,35	69,01	60,9
4	51,45	51,81	54,25	59,53	54,26
5	36,66	39,10	46,82	45,55	42,03
6	38,61	39,39	48,58	47,70	43,57
7	21,80	21,99	55,72	45,75	36,31
8	53,37	20,43	51,61	36,85	40,56
9	62,95	55,52	39,30	39,39	49,29

10	49,66	58,16	46,82	61,09	53,93
11	40,27	41,84	41,54	50,34	43,49
12	60,41	54,94	41,15	45,94	50,58
13	59,53	52,88	34,70	39,20	46,57
14	60,70	53,37	32,94	37,93	46,23
15	42,33	62,56	55,52	43,99	41,1
16	58,06	52,10	51,68	41,25	50,77
17	56,40	50,15	33,04	39,49	44,77
18	30,50	35,09	44,20	32,06	35,46
19	31,09	30,50	34,60	28,64	31,20
20	54,64	47,70	34,60	27,47	41,40



Gambar 14. Pengambilan Data Soil Moisture pada Tanaman Bawang Merah

#### 4.5. Pengujian Sistem Smart Farming

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu dengan cara menghubungkan perangkat Arduino Mega dengan Relay. Dalam penelitian ini penggunaan relay bertujuan sebagai saklar elektronik yang digunakan untuk mengontrol pompa air (*Water Pump DC*). Jika nilai rata-rata kelembaban tanah kurang dari 40% dengan kondisi tanah kering maka pompa akan dilakukan penyiraman dan jika kelembaban tanah sama dengan 40%-70% maka tidak akan dilakukan penyiraman. Hasil pengujian untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pompa untuk aktif ketika melakukan penyiraman tanaman yaitu seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

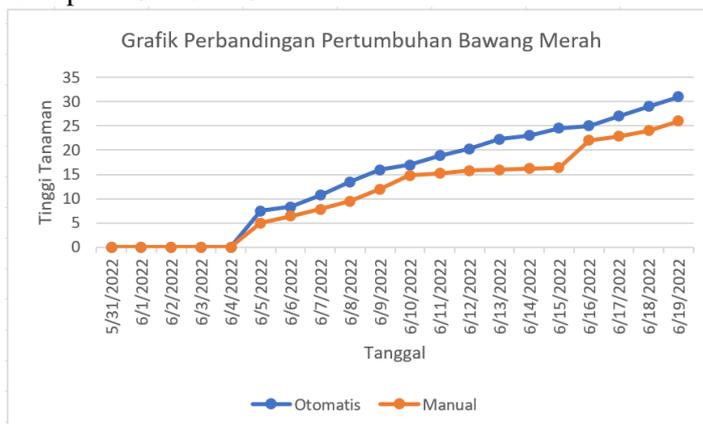
Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Yang Dibutuhkan untuk Proses Pengairan

No.	Nilai Kelembaban (%)				Rata-rata(%)	Waktu	Keterangan
	A	B	C	D			
1.	11,34	9,19	2,44	6,35	7,33	17:15:05	POMPA ON
2.	13,78	11,05	11,44	8,31	11,145	17:15:23	POMPA ON
3.	17,01	12,02	12,71	8,80	12,635	17:15:40	POMPA ON
4.	41,35	35,48	28,15	62,66	41,91	17:15:58	POMPA OFF
5.	43,50	65,49	31,67	65,20	51,465	17:16:16	POMPA OFF

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyiraman pada tanaman bawang merah dengan wadah penyimpanan berukuran 37x30 centimeter. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kelembaban ideal untuk tanaman bawang merah ketika pompa aktif yaitu 53 detik.

Kemudian proses penanaman bibit dilakukan pada tanggal 31 Mei 2022 dan penelitian dilakukan selama 20 hari untuk melihat perkembangan bawang merah dari media tanam manual dan otomatis. Pada hari pertama sampai hari ke 3 setelah tanam masih berbentuk bibit, hari ke 4 pada tanggal 3 Juni 2022 terlihat pertumbuhan akar pada tanaman. Pada hari ke 5 setelah tanam terdapat pertumbuhan

beberapa tunas baru pada tanaman. Pada hari ke 7 tanggal 6 Juni 2022 pengukuran tanaman bawang merah dimulai. Hasil pertumbuhan bawang merah yang telah dikontrol oleh sistem dan yang tidak di kontrol dapat ditunjukkan pada Gambar 15.

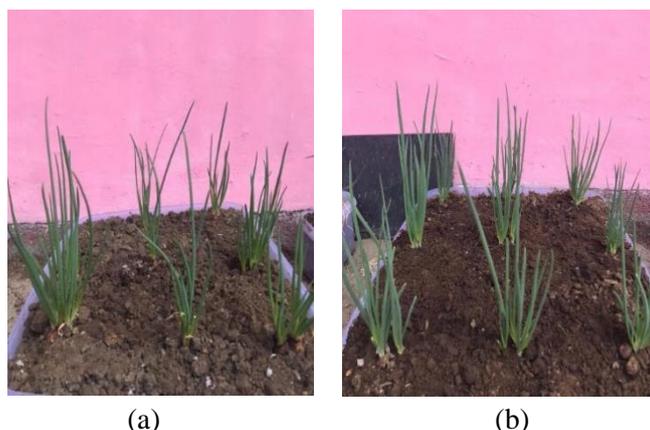


**Gambar 15. Grafik Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah**

Pada Gambar 15 menunjukkan grafik pertumbuhan tanaman bawang merah dengan perlakuan yang berbeda. Dari data tersebut menunjukkan bahwa tanaman bawang merah yang pengairan dan pemupukannya dikontrol oleh sistem memiliki tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak dikontrol oleh sistem. Selain tinggi tanaman, terdapat perbedaan pada jumlah batang yang dihasilkan oleh tanaman bawang. Jumlah batang pada tanaman bawang yang dikontrol memiliki jumlah batang yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman bawang merah yang tidak dikontrol oleh sistem. Perbedaan pertumbuhan jumlah batang pada tanaman bawang merah dapat ditunjukkan pada Tabel 4 sedangkan hasil pertumbuhan tanaman bawang merah dapat ditunjukkan pada Gambar 16.

**Tabel 4. Perbandingan Jumlah Batang pada Tanaman Bawang Merah**

No Tanaman	Jumlah Batang		Keterangan
	Otomatis	Manual	
1	16	14	
2	8	9	
3	8	11	
4	17	7	
5	19	9	
6	9	-	Layu fusarium
7	13	-	Layu fusarium
8	16	9	
9	12	6	



**Gambar 16. (a) Hasil Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah yang Tidak Dikontrol Oleh Sistem (b) Hasil Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah yang Dikontrol oleh Sistem**

Pengujian selanjutnya yaitu menguji kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem menerima data dari sensor kemudian mengirimkan data tersebut ke Web agar bisa dipantau oleh pengguna. Hasil pengujian dapat ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Tabel 5 merupakan hasil pengujian yang dilakukan ketika hasil pembacaan sensor dapat terkirim ke database web dan sistem dapat melakukan monitoring pembacaan sensor.

**Tabel 5. Pengujian Keseluruhan Sistem *Smart Farming***

No	Suhu (°C)	Kelembaban Tanah (%)	Waktu	Data Terkirim ke Web
1	27	68	5/31/2022 7:30	Berhasil
2	34	61	5/31/2022 12:30	Berhasil
3	30	54	5/31/2022 15:30	Berhasil
4	29	54	6/1/2022 7:30	Berhasil
5	26	52	6/1/2022 12:30	Berhasil
6	26	50	6/1/2022 15:30	Berhasil
7	28	53	6/2/2022 7:30	Berhasil
8	27	49	6/2/2022 12:30	Gagal
9	26	45	6/2/2022 15:30	Berhasil
10	30	33	6/3/2022 7:30	Berhasil
11	33	32	6/3/2022 12:30	Berhasil
12	28	40	6/3/2022 15:30	Berhasil
13	27	43	6/4/2022 7:30	Berhasil
14	30	39	6/4/2022 12:30	Berhasil
15	29	31	6/4/2022 15:30	Berhasil

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pengambilan data dilakukan sebanyak 15 data dengan 1 data dinyatakan gagal karena tidak dapat mengirimkan data suhu dan kelembaban tanah ke *database* dan web *monitoring*. Kegagalan pengiriman data disebabkan karena koneksi jaringan internet yang kurang stabil. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tingkat keberhasilan sistem *smart farming* untuk tanaman bawang merah mencapai 93,33% dengan tingkat kesalahan 6,66%.

## 5 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem *smart farming* untuk tanaman bawang berbasis *internet of things* telah berhasil dibangun. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan temuan baru yaitu tanaman bawang merah yang dikontrol pengairan dan pemupukannya menggunakan sistem memiliki tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak dikontrol oleh sistem. Selain tinggi tanaman, terdapat perbedaan pada jumlah batang yang dihasilkan oleh tanaman bawang. Jumlah batang pada tanaman bawang yang dikontrol memiliki jumlah batang yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman bawang merah yang tidak dikontrol oleh sistem. Akurasi pengukuran suhu menggunakan sensor DHT11 yaitu 95,33% sedangkan akurasi pengukuran kelembaban menggunakan sensor DHT11 yaitu 92,07%. Rata-rata nilai kelembaban tertinggi yang diukur menggunakan sensor soil moisture yaitu 67,08% dan rata-rata nilai kelembaban terendah yaitu 31,20%. Tingkat keberhasilan sistem *smart farming* untuk tanaman bawang merah mencapai 93,33% dengan tingkat kesalahan 6,66%. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sistem *smart farming* dapat dikontrol menggunakan *Fuzzy Logic* dan area tanam dari tanaman bawang dapat diperluas.

## Referensi

- [1] S. AB and Hasrida, "Pemberdayaan Petani Bawang Merah Terhadap Kesejahteraan Keluarga Kolai Kabupaten Enrekang," *Jurnal Mimbar Kesejahteraan Sosial*, vol. 2, pp. 1–12, 2019.
- [2] BPS Statistics of West Java, "Produksi Hortikultura Tanaman Biofarmaka Provinsi Jawa Barat," *BPS Provinsi Jawa Barat*, pp. 1–65, 2018.
- [3] H. Triwidodo and M. H. Tanjung, "Hama Penyakit Utama Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) dan Tindakan Pengendalian di Brebes, Jawa Tengah," *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 13, no. 2, pp. 149–154, 2020, doi: 10.21107/agrovigor.v13i2.7131.
- [4] I. Anggraini, M. Fauzi, and Rifiana, "Analisis Risiko Produksi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) di Desa Suato Lama Kecamatan Salam Babaris Kabupaten Tapin," *Frontier Agribisnis*, vol. 5, no. 2, pp. 118–124, 2021.
- [5] A. Rohmani and D. Untung, "Prototype Sistem Pendiagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Bawang Merah di Kabupaten Brebes dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 5, no. 1, pp. 102–114, 2020, doi: 10.33633/joins.v5i1.3511.
- [6] A. Roihan, A. Mardiansyah, A. Pratama, and A. A. Pangestu, "Simulasi Pendeteksi Kelembaban Pada Tanah Menggunakan Sensor Dht22 Dengan Proteus," *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 25–30, 2021, doi: 10.46880/mtk.v7i1.260.
- [7] A. Sumarudin, W. P. Putra, E. Ismantohadi, and M. Qomarrudin, "Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI) UNIKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2019.
- [8] S. Octari, K. R. Pasaribu, and M. Pardede, "Kelembaban Tanah Berbasis IoT dengan Menggunakan Jaringan Lora Multi-Hop," *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, vol. 3, no. 1, pp. 889–897, 2022.
- [9] A. Triantafyllou, D. C. Tsouros, P. Sarigiannidis, and S. Bibi, "An architecture model for smart farming," *Proceedings - 15th Annual International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems, DCOSS 2019*, pp. 385–392, 2019, doi: 10.1109/DCOSS.2019.00081.
- [10] V. Jithin Das, S. Sharma, and A. Kaushik, "Views of Irish Farmers on Smart Farming Technologies: An Observational Study," *AgriEngineering*, vol. 1, no. 2, pp. 164–187, 2019, doi: 10.3390/agriengineering1020013.
- [11] S. Wahyu, M. Syafaat, and A. Yuliana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan Arduino Bertenaga Surya Terintegrasi Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi*, vol. 8, no. 1, pp. 22–23, 2020, doi: 10.31479/jtek.v1i8.63.
- [12] A. Heryanto, J. Budiarto, and S. Hadi, "Sistem Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 1, pp. 31–39, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i1.805.
- [13] H. T. Setiawan and W. Cristianto, "Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembaban pada Lahan Pertanian Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan NRF24L01," *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 75–78, 2021, doi: 10.30871/jaee.v5i2.3210.
- [14] M. Rivai, Suwito, M. Ashari, and M. A. Mustaghfirin, "Drip Irrigation System using BLDC Motor-driven Direct Pumping and Soil Moisture Sensor," *Proceedings - 2019 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering, ICOMITEE 2019*, vol. 1, no. January 2020, pp. 221–226, 2019, doi: 10.1109/ICOMITEE.2019.8921024.
- [15] P. A. Wulandari, P. Rahima, and S. Hadi, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things Pada Tanaman Hias Sirih Gading," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.886.
- [16] M. S. Nasution and N. Fadillah, "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 3, no. 2, pp. 147–150, 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v3i2.1059.
- [17] A. Patriot, S. Pamungkas, N. Nafi'iyah, and N. Q. Nawafilah, "K-NN Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Manalagi Menggunakan L \* A \* B dan Fitur Statistik," *Jurnal Ilmu Komputer*

- dan *Desain Komunikasi Visual*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [18] G. M. Putra and D. Faiza, “Pengendalian Suhu, Kelembaban Udara dan Intensitas Cahaya Pada Greenhouse Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Internet of Things ( Iot ),” *pendidikan Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 11404–11419, 2022.
- [19] I. W. R. Aryanta, “Bawang Merah Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan,” *Widya Kesehatan*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2019, doi: 10.32795/widyakesehatan.v1i1.280.
- [20] A. Kurnianingsih, Susilawati, and M. Sefrila, “Karakter Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Komposisi Media Tanam,” *Jurnal Hortikultura Indonesia*, vol. 9, no. 3, pp. 167–173, 2019, doi: 10.29244/jhi.9.3.167-173.
- [21] W. Fauzi, M. Ansar, and Bahrudin, “Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah Varietas Lembah Palu Dengan Berbagai Kombinasi Jenis Pupuk Organik,” *Jurnal Agroteknologi Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 92–96, 2021.
- [22] P. Serikul, N. Nakpong, and N. Nakjuatong, “Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform,” *Sixteenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering*, pp. 70–75, 2018.
- [23] P. P. Ray, “Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction,” *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, vol. 9, no. 4, pp. 395–420, 2017, doi: 10.3233/AIS-170440.
- [24] Novta Dany’el Irawan, Shafiq Nurdin, Muhammad Athoillah, and Riski Nur Istiqomah Dinnullah, “Desain Alat Smart Farming Penyiram Bawang Merah Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android,” *Infotekmesin*, vol. 13, no. 2, pp. 272–277, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i2.1539.
- [25] M. Nurkamid and B. Gunawan, “Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Bawang Merah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah,” *Prosiding SNATIF ke-6 Tahun 2019*, pp. 96–101, 2019.
- [26] S. Hadi, R. P. M. D. Labib, and P. D. Widayaka, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Sensor LM35 dan Sensor DHT11 untuk Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things,” *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 6, no. 3, p. 269, 2022, doi: 10.30998/string.v6i3.11534.
- [27] S. Hadi and K. A. Pangestu, “Sistem Kantor Pintar Berbasis Internet of Things,” *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 11, no. 2, pp. 2540–9719, 2022, [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>.