

SISTEM MONITORING DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN CABAI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Renata Eka Budiani, Joseph Dedy Irawan , Deddy Rudhistiar

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1818053@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman yang cocok dibudidayakan dalam lahan yang sempit seperti di daerah perkotaan dan dapat ditanam pada pot atau polybag. Kebutuhan cabai rawit di Indonesia cukup tinggi yaitu sekitar 4 kg/kapita/tahun. Dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi pertanian, maka dibuat sebuah sistem yang dapat memonitoring kadar kelembaban dan pH secara jarak jauh melalui *website* berbasis IOT (*Internet Of Things*) sehingga dapat dipantau di mana saja dan kapan saja asalkan pengguna memiliki koneksi internet. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada tanaman cabai berbasis *internet of things (iot)*. Metodologi penelitian meliputi studi literatur untuk mengumpulkan referensi mengenai IoT, Tanaman Cabai, Sistem Monitoring, dan Penyiraman Otomatis, pengumpulan data, perancangan sistem melalui blok diagram, flowchart sistem, dan struktur menu *website* monitoring, implementasi *user interface* pada pembuatan sistem monitoring kualitas tanah tanaman cabai berbasis IoT yang terintegrasi dengan *website*, dan pengujian sistem termasuk pengujian fungsional, performa aplikasi, dan keakuratan sensor yang menunjukkan kadar rata-rata error sebesar 3,51% untuk sensor dht11, 5,14% untuk sensor soil moisture, dan 2,95% untuk sensor pH.

Kata kunci : Cabai, Monitoring, Penyiraman Otomatis, Sensor pH tanah, Soil Moisture, dht11

1. PENDAHULUAN

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman yang cocok dibudidayakan dalam lahan yang sempit seperti di daerah perkotaan dan dapat ditanam pada pot atau polybag. Kebutuhan cabai rawit di Indonesia cukup tinggi yaitu sekitar 4 kg/kapita/tahun [1],

Pertumbuhan dan hasil optimal tanaman cabai rawit sangat tergantung pada kualitas tanah yang memadai dan pengelolaan penyiraman yang tepat. Pengecekan kondisi tanah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman cabai rawit yang memiliki kelembaban optimal 50%-70% agar tidak terlalu kering maupun basah dengan pH tanah 6-7 dan suhu 24-28 derajat *celcius* [2]

Internet Of Things adalah segala sesuatu atau perangkat elektronik yang dapat berinteraksi langsung secara langsung dengan pengguna yang digunakan untuk kebutuhan monitoring ataupun control pada perangkat tersebut melalui *Internet*. *Internet of things* menggambarkan arsitektur sistem yang terintegrasi antar sensor, *software*, jaringan, dan *interface* yang sesuai yang akan memberikan kesadaran *real-time* dan mengintegrasikan orang, proses, dan pengetahuan untuk mengumpulkan intelegen untuk dapat mengambil keputusan yang baik [3].

Dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi pertanian, maka dibuat sebuah sistem yang dapat memonitoring kadar kelembaban dan pH secara jarak jauh melalui *website* berbasis IOT (*Internet Of Things*) sehingga dapat dipantau di mana saja dan kapan saja asalkan pengguna memiliki koneksi internet. Sistem ini menggunakan arduino uno, ESP8266, sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah, sensor suhu dan pompa air. Sensor kelembaban tanah

berfungsi mengidentifikasi jumlah air yang ada pada tanah, sensor pH berfungsi untuk mengetahui tingkat keasaman tanah, sensor suhu berfungsi untuk mengatuhui suhu ruang pada tanaman cabai, Arduino uno berfungsi sebagai pengolah data, ESP8266 berfungsi untuk penghubung antara perangkat sistem ke *handphone* Android. Selain itu ada pompa air berfungsi untuk menambahkan kadar air pada tanah sehingga kadar kelembaban tanah dapat terkontrol dengan baik. peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis *Internet of Things*".

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman yang cocok dibudidayakan dalam lahan yang sempit seperti di daerah perkotaan dan dapat ditanam pada pot atau polybag. Kebutuhan cabai rawit di Indonesia cukup tinggi yaitu sekitar 4 kg/kapita/tahun [1], Diketahui bahwa suhu yang direkomendasikan adalah 24°C-28°C dan nilai kelembapan tanah berkisar 50% - 70%. Dalam monitoring suhu dan kelembapan sangat tidak efektif jika dilakukan secara manual, oleh karena itu dibuatlah sistem yang dapat digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembapan pada jarak jauh dan secara langsung berbasis *website* menggunakan fasilitas *Internet of Things* [2].

Pengertian *Internet Of Things* adalah segala sesuatu atau perangkat elektronik yang dapat berinteraksi langsung secara langsung dengan pengguna yang digunakan untuk kebutuhan monitoring ataupun control pada perangkat tersebut melalui *Internet*. *Internet of things* menggambarkan arsitektur sistem yang terintegrasi antar sensor, *software*, jaringan, dan *interface*

yang sesuai yang akan memberikan kesadaran *real-time* dan mengintegrasikan orang, proses, dan pengetahuan untuk mengumpulkan intelegen untuk dapat mengambil keputusan yang baik [3].

Selain itu cabai juga merupakan Salah satu komoditi pangan utama nasional [4], Penanaman cabai membutuhkan perhatian khusus agar memperoleh hasil yang baik, Untuk memperoleh hasil yang baik ada beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya seperti ketinggian tempat, iklim, air, tanah, dan kelembapan [5].

Pada Penelitian dengan judul “Penerapan Teknologi *Automatic Drip Irrigation System* (Adis) Untuk Meningkatkan Produktivitas Cabai Di Banyuwangi” bahwa Tanaman cabai membutuhkan kebutuhan air dalam jumlah yang cukup dan tepat waktu Kondisi seperti itu dapat dicapai melalui penggunaan sistem irigasi tetes (*drip irrigation*) Sistem irigasi tetes dapat menyesuaikan jumlah dan waktu pengaplikasian sesuai dengan kebutuhan air untuk tanaman cabai [6].

“Prototipe Aplikasi Penyiraman Tanaman Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Micro Controller Atmega 328” adapun dalam jurnal ini merupakan alat yang menerapkan prototype sebagai metode sederhana yang apabila alat akan bekerja ketika kelembapan tanah mencapai batas prosentase tertentu 56% maka system penyiraman akan aktif menyala, namun jika di bawah batas 56% system tidak bekerja karena kelembapan tanah masih dianggap cukup untuk kebutuhan tanaman tertentu [7].

2.1. Smart Farming

Tujuan dari smart farming, sebuah sistem pertanian canggih yang didukung oleh teknologi modern, adalah untuk meningkatkan produksi barang pertanian dengan mengelola dan meramalkan hasil panen dan masalah-masalah yang berhubungan dengan petani [8].

2.2. Cabai (*Capsicum spp*)

Tanaman dan buah yang dikenal sebagai cabai rawit (*Capsicum frutescens*) termasuk dalam genus *Capsicum* dan tumbuh ke atas. Ketika buahnya masih muda, warnanya sedikit hijau; ketika matang, warnanya menjadi merah tua. Karena bijinya sangat banyak, buahnya terasa keras saat ditekan. Sulit untuk membedakan cabai ini dengan masakan jalanan, khususnya masakan goreng yang biasanya menggunakan cabai muda yang masih mentah.[9]

2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things, atau IoT, adalah jaringan benda-benda fisik yang saling terhubung yang dapat berbicara satu sama lain tanpa memerlukan manusia.[10]

2.3 Sensor Ph Tanah

Alat untuk menentukan kebasahan atau keasaman tanah adalah detektor pH tanah. Sensor ini dapat mendeteksi pH dalam kisaran 3,5 hingga 15. Sensor ini memiliki rentang pengukuran sekitar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah dan bekerja dengan suplai DC 5 volt. Dua kabel yang membentuk sensor pH adalah kabel output putih dan kabel output arde hitam. Modul penguat tambahan tidak diperlukan jika koneksi dibuat langsung ke pin analog mikrokontroler [11].

2.4 Sensor Soil Moisture

Instrumen yang mengukur kelembapan dan kadar air substrat penanaman disebut sensor kelembapan tanah. Secara umum, sensor ini beroperasi dengan memberikan daya ke kedua pelat. Elektron meninggalkan kedua pelat ketika bersentuhan dengan bahan konduktif. Perbedaan potensial adalah hasil dari arus yang mengalir dari anoda ke katoda. Ada atau tidaknya air dalam substrat tanaman ditentukan oleh aliran elektron ini. Mikrokontroler Arduino diperlukan untuk menerjemahkan data analog dari sensor kelembapan tanah menjadi data digital [12].

2.5 Sensor DHT11

Salah satu sensor digital yang dapat menentukan suhu dan kelembapan udara di sekitar kita adalah sensor DHT11. Kualitas superior sensor ini, bersama dengan respons pembacaannya yang cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat, karakteristik kalibrasi yang tepat, dan tingkat stabilitas yang tinggi, adalah keunggulan utamanya. Sensor ini memiliki jangkauan transmisi sinyal hingga 20 meter meskipun ukuran fisiknya sederhana. Selain itu, sensor DHT11 bekerja dengan sangat baik dengan Arduino dan mikrokontroler lainnya [13].

2.6 Relay

Relai adalah sakelar mekanis yang dapat dioperasikan secara elektrik atau magnetis. Sakelar relai akan berpindah dari mati ke hidup sebagai respons terhadap energi elektromagnetik. Pada dasarnya, relai terdiri dari dua komponen utama: sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi) dan sakelar mekanis. Tuas sakelar atau kontaktor relai ditarik oleh tegangan listrik yang diterapkan ke induktor penghasil magnet [14].

2.7 Pompa air

Salah satu jenis peralatan fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain adalah pompa. Pompa melakukan tugas ini dengan mengubah tekanan fluida dan energi kinetik dari energi mekanis poros, yang menggerakkan baling-baling pompa.

2.8 Kipas

Kipas berfungsi sebagai kipas pendingin untuk komponen komputer, memastikan pengoperasian komputer yang stabil dan pendinginan komponen

yang tepat. Komponen bertegangan lebih tinggi pada komputer dapat mendingin lebih cepat apabila tegangan kipas antara 5 hingga 12 atau 15 volt. Oleh karena itu, meskipun proses pendinginan membutuhkan waktu yang lama, kipas pendingin CPU dirancang dan telah terbukti mampu meminimalkan panas pada CPU. [15].

2.9 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat yang biasanya dapat dimasukkan ke dalam program dan berfungsi sebagai pengatur rangkaian elektronik. Menurut uraian ini, mikrokontroler adalah sirkuit terpadu dengan kepadatan tinggi yang terdiri dari CPU (central processing unit), RAM (random access memory), sirkuit paralel dan serial, EEPROM, EEPROM, PROM, ROM, pengatur waktu, dan pengontrol interupsi, yang mengatur sirkuit elektronik [16].

2.10 NodeMCU ESP8266

Berdasarkan chip ESP8266, NodeMCU adalah papan elektronik yang dapat berfungsi sebagai mikrokontroler dan membuat koneksi internet nirkabel. Aplikasi untuk memantau dan mengendalikan proyek Internet of Things dapat dibangun dengan menggunakan beberapa pin input/output. Kompiler Arduino dapat digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP8266. Pemrograman akan menjadi lebih sederhana dengan bentuk fisik NodeMCU ESP 8266 yang memiliki port USB yang kecil. [17].

2.11 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan yang berjalan di cloud dan mengutamakan keamanan dan kecepatan. Tujuan dari aplikasi ini adalah untuk memfasilitasi pengiriman pesan teks, suara, video, gambar, dan stiker dengan keamanan tinggi di antara para pengguna [18] Fitur lain dari Telegram adalah kemampuannya untuk bot, yang merupakan program komputer yang berkomunikasi dengan pengguna melalui pesan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kebutuhan Fungsional

Setelah analisis sistem selesai, analisis kebutuhan fungsional akan dimulai. Pada sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada tanaman cabai berbasis *internet of things* setidaknya memiliki analisis fungsional

1. Website

Tabel 1 Analisis fungsional website

No.	Halaman Menu	Fungsional
1.	Dashboard	Menampilkan data dari output sensor yang diterima halaman web dari Esp8266.
2.	Soil	Menampilkan output sensor kelembaban tanah dengan waktu nyata dalam sebuah

		tabel.
3.	Ph	Menampilkan output sensor ph tanah dengan waktu nyata dalam sebuah tabel
4.	Dht	Menampilkan output sensor dht11 dengan waktu nyata dalam sebuah tabel.
5.	Aktuator	Menampilkan tombol untuk menyalakan lampu, kipas dan <i>waterpump</i>

2. Alat

Tabel 2 Analisis fungsional alat

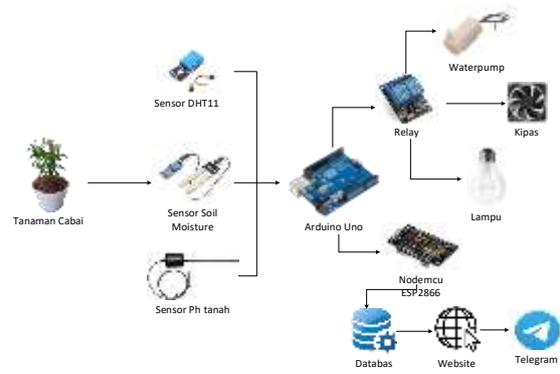
No.	Halaman Menu	Fungsional
1.	Nodemcu ESP8266	Mengirimkan semua output dari sensor ke website
2.	Sensor DHT11	Mengukur besarnya suhu dalam derajat celcius
3.	Sensor <i>Soil Moisture</i>	Mengukur besarnya kelembapan tanah
4.	Sensor Ph Tanah	Mengukur besarnya derajat keasaman tanah
5.	Waterpump	Mengeluarkan air dari penampungan air
6.	Lampu	Menghangatkan suhu ruang
7.	Kipas	Mendinginkan suhu ruang

3.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan sistem ditentukan melalui analisis, yang dikenal sebagai analisis kebutuhan non-fungsional. Analisis pengguna, persyaratan perangkat lunak, dan persyaratan perangkat keras membentuk analisis persyaratan non-fungsional. Analisis ini diperlukan untuk memastikan input yang dibutuhkan sistem, output, volume data yang akan ditangani, jumlah pengguna, dan tingkat kontrol. Analisis ini juga membantu untuk mendefinisikan ruang lingkup proses yang digunakan untuk mengubah input menjadi output.

3.3 Blok Diagram Sistem Monitoring

Blok diagram sistem monitoring ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Monitoring

kelembaban tanah, dan sensor Ph, yang mengukur keasaman tanah, adalah contoh sensor yang membaca data sebagai input. Mikrokontroler akan menginterpretasikan input dan memanfaatkan informasi tersebut untuk menjalankan kipas angin melalui driver motor L298N dan pompa air melalui relay.

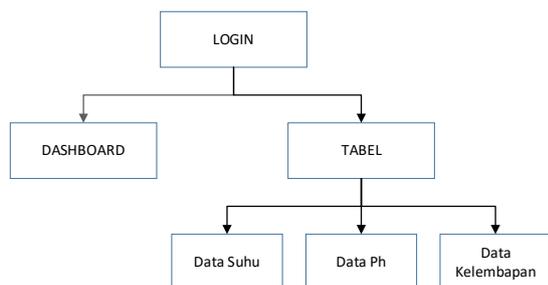
Tabel wiring rangkaian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Wiring Rangkaian

No.	Nama Komponen	Pin
1	Sensor DHT11	VCC: 5V
		GND: ground
		Data: A0
2	Sensor Soil Moisture	VCC: 5V
		GND: ground
		Data: A1
3	Sensor Ph	VCC: 5V
		GND: ground
		Data: D2
4	Driver Motor L2986	VCC: 5V
		GND: ground
		EnableA: D3
		In1: D4
		In2: TX
		EnableB: D8
		In3: D6
In4: D7		
5	Waterpump	VCC: 5V
		GND: ground
6	Kipas	VCC: 5V
		GND: ground
7	Relay	VCC: 5V
		GND: ground
		In1: D0

3.6 Struktur Menu Website

Struktur menu website ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5 Struktur Menu Website

Struktur menu website, dimulai dengan login dan langsung menuju ke menu dasbor, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Pada menu dashboard, akan ditampilkan grafik dari data input dari sensor ph, kelembaban tanah, dan DHT11. Kemudian, ada menu tabel dengan tiga tabel yang menunjukkan data pengukuran suhu, pH, dan kelembaban.

3.7 Perancangan Telegram

Server telegram akan menerima permintaan dari server pemantau, setelah itu akan melakukan polling pada server menggunakan protokol HTTPS. Server bot kemudian akan mengirimkan pembaruan berdasarkan respons terhadap permintaan server pemantau..

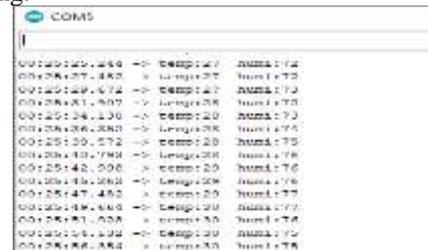
Beberapa perintah dapat dikirim ke bot, yang dapat digunakan oleh penggunanya. Di antaranya adalah:

1. /start : Untuk menjalankan bot Telegram.
2. /lihatph : Untuk mengetahui kadar ph tanah
3. /lihatsoil : Untuk mengetahui kadar kelembapan tanah
4. /lihotsuhu : Untuk mengetahui suhu ruang

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor DHT11

Tujuan dari pengujian sensor DHT11 ini adalah untuk memastikan bagaimana suhu dalam ruangan tanaman cabai bervariasi. Sensor DHT11 akan mengukur variasi resistensi yang disebabkan oleh perubahan kelembaban dan suhu. Data sensor kemudian akan direkam dalam database dan ditampilkan secara real time di situs web untuk sistem monitoring.



Gambar 6 Data Sensor dht11

Dari data yang dihasilkan pada gambar 6 menunjukkan bahwa sensor dapat membaca suhu dan kelembaban dengan selang waktu 2 detik, data yang diperoleh akan dibandingkan dengan thermometer ruangan yang ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7 Thermometer ruangan

Pada tabel pengujian 4 terdapat selisih menggunakan sensor suhu DHT11 dengan thermometer dapat dilihat pada tabel .

Tabel 4 Pengujian nilai sensor dht11 dengan thermometer

No.	Data Dht 11	Data Dht11 pada Thermometer	Selisih	Error
1.	27,1	27,6	0,5	6,67 %
2.	27,0	27,3	0,3	3,77%
3.	28,4	28,5	0,1	1,61%
4.	28,5	29,0	0,5	6,67%
5.	29,2	29,4	0,2	3,85%
Rata-rata error				4,52%

Pada tabel 4 merupakan pengujian nilai sensor dht11 dengan thermometer. Dari hasil pengujian ini didapatkan kadar rata rata eror sensor sebesar 4,52%.

4.2 Pengujian Sensor Soil Moisture

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sensor kelembaban tanah dapat mendeteksi kelembaban tanah pada tanaman cabai. Sensor kelembaban tanah akan mengukur kadar air tanah, menyimpan data sensor dalam database, dan kemudian menampilkan data tersebut secara real time di website untuk program monitoring.



Gambar 8 Data Sensor soil moisture

Dari data yang dihasilkan pada gambar 8 menunjukkan bahwa sensor dapat membaca kelembaban tanah dengan selang waktu 1 detik, data yang diperoleh akan dibandingkan dengan alat ukur yang ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 Alat ukur soil moisture

Pada tabel pengujian dibawah ini terdapat selisih menggunakan sensor soil moisture dengan alat ukur dapat dilihat pada tabel 5

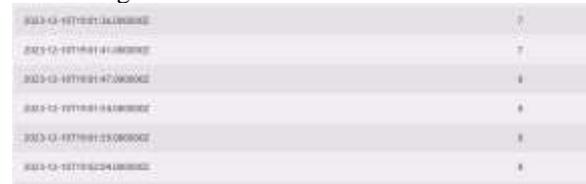
Tabel 5 Pengujian nilai sensor soil moisture dengan alat ukur

No.	Data Soil Moisture	Data Soil Moisture pada Alat ukur	Selisih	Eror
1.	88	89	1	1,2
2.	75	76	1	1,2
3.	81	83	2	2,7
4.	74	75	1	1,2
5.	90	91	1	1,2
Rata-rata eror				1,5

Pada tabel 5 merupakan pengujian nilai sensor soil moisture dengan thermometer. Dari hasil pengujian ini didapatkan kadar rata rata eror sensor sebesar 1,2.

4.3 Pengujian Sensor Ph Tanah

Tujuan dari pengujian sensor pH tanah ini adalah untuk mengetahui seberapa baik sensor dapat membaca tanah pada tanaman cabai. Sensor pH tanah akan mengukur tingkat keasaman. Pada tabel pengujian dibawah ini terdapat data sensor di database, dan kemudian menampilkan data secara real time di website untuk program monitoring.



Gambar 10 Data Sensor soil moisture

Dari data yang dihasilkan pada gambar 10 menunjukkan bahwa sensor dapat membaca pH tanah dengan selang waktu 5 detik, data yang diperoleh akan dibandingkan dengan alat ukur pH meter yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Alat ukur pH tanah

Pada tabel pengujian dibawah ini terdapat selisih menggunakan sensor soil moisture dengan alat ukur dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 Pengujian nilai sensor ph dengan alat ukur

No.	Data Ph	Data Ph pada Alat ukur	Selisih	Eror
1.	7,1	7,0	0,1	1,61 %
2.	7,3	7,1	0,2	3,85%
3.	8,3	8,4	0,1	1,61%
4.	8,1	8,3	0,2	3,85%
5.	7,5	7,7	0,2	3,85%
Rata-rata eror				2,95%

Pada tabel 6 merupakan pengujian nilai sensor pH dengan alat ukur. Dari hasil pengujian ini didapatkan kadar rata rata eror sensor sebesar 2,95%.

4.4 Pengujian Fitur Telegram

Pengguna akan menerima notifikasi kapan pun kondisi yang tidak biasa-seperti tanah yang terlalu basah, suhu yang sangat dingin, atau tingkat pH di bawah ambang batas-terjadi dan tidak didukung oleh sistem. Aplikasi telegram akan digunakan untuk mengirim pemberitahuan ke smartphone pengguna. Tampilan notifikasi dapat dilihat pada table 7 yang berupa skenario kondisi beserta notifikasi yang akan dikirim.

Tabel 7 Pengujian Notifikasi

No	Skenario	Hasil
1	Kelembapan tanah sebesar 83% yang merupakan melebihi batas normal 70%	
2	Suhu ruang sebesar 17 derajat yang merupakan kurang dari suhu optimal sebesar 22 derajat	
3	Kelembapan tanah sebesar 77% yang melebihi batas normal 70%	
4	Ph tanah sebesar 5,4 yang merupakan kurang dari ph optimal sebesar 6.0 – 7.0	

Dari table skenario pengujian notifikasi mendapatkan kesimpulan apabila kelembapan tanah melebihi batas optimal, suhu ruang terlalu rendah, dan ph tanah kurang dari batas optimal maka akan dikirimkan notifikasi telegram.



Gambar 12 Tampilan pengujian perintah telegram

Pada gambar 12 merupakan tampilan perintah telegram yang digunakan untuk mengetahui kondisi tanah dan suhu ruang saat ini, Input data terbaru pada situs web adalah data yang diperoleh. Data sensor akan muncul setiap kali salah satu pilihan dipilih.

Tabel 7 Pengujian respon time

Perintah	Send	Reciver	Results
/start	11:41:20	11:41:22	2 detik
/lihatph	11:41:23	11:41:25	2 detik
/lihatsoil	11:41:26	11:41:28	2 detik
/lihotsuhu	11:41:29	11:41:31	2 detik

Dari table pengujian *respon time* mendapatkan kesimpulan bahwa *respon time* dari perintah telegram memiliki delay selama 2 detik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dari Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai, dapat disimpulkan bahwa sensor DHT11, sensor kelembapan tanah, dan sensor pH memberikan rata-rata error yang masing-masing sebesar 4,52%, 1,2%, dan 2,95%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan sensor DHT11 dan sensor pH. Selain itu, dari tabel skenario, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi kondisi tanaman cabai, seperti kelembapan tanah yang melebihi batas optimal, suhu ruang terlalu rendah, dan pH tanah kurang dari batas optimal, yang kemudian mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan pengembangan sistem monitoring menjadi aplikasi berbasis Android untuk meningkatkan kemudahan akses, dan penggunaan sensor yang lebih akurat, seperti DHT22, guna meminimalkan tingkat error dalam pembacaan kondisi lingkungan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farhan, Z., Notarianto, R., & Kromowartomo, M. (2018). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Organik Ampas Kelapa Terhadap Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescent* L). *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 12(1), 770–776
- [2] Anto, S. and Arie Atwa Magriyanti (2022) ‘Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Tanah Sawah Dengan Parameter Suhu Dan Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things (Iot)’, *Elkom : Jurnal Elektronika dan Komputer*, 15(2), pp. 234–241. Available at: <https://doi.org/10.51903/elkom.v15i2.896>.
- [3] Sumarudin, A., Putra, W. P., Ismantohadi, E., Supardi, S., & Qomarrudin, M. (2019). Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian Di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 9(1), 45–54
- [4] Minariyanto, A., Mardiono, M., & Lestari, S. W. (2020). Perancangan Prototype Sistem Pengendali Otomatis Pada Greenhouse Untuk Tanaman Cabai Berbasis Arduino Dan Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknologi*, 7(2), 120–134.
- [5] Nalendra, A. K., & Mujiono, M. (2020). Perancangan PERANCANGAN IoT (INTERNET OF THINGS) PADA SISTEM IRIGASI TANAMAN CABAI. *Generation Journal*, 4(2), 61–68
- [6] Nur, K. M., Haq, E. S., & Suwardiyanto, D. (2020). PENERAPAN TEKNOLOGI AUTOMATIC DRIP IRRIGATION SYSTEM

- (ADIS) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS CABAI DI BANYUWANGI. Serangan untuk Keperluan Forensik Jaringan', *Jurnal Sistem Informasi*, 5341(6), p. 2.
- [7] Jumiyatun, Ardi Amir, Rachmiati Ndobe, Supriyadi, (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PENANAMAN TUMBUHAN HORTIKULTURA DI DALAM RUANGAN). *Jurnal ECOTIPE Vol. 6 No. 2, Oktober 2019*
- [8] H. S. Lestari, "Pertanian Cerdas Sebagai Upaya Indonesia Mandiri Pangan," *AGRITA (AGri)*, vol. 2, no. 1, p. 55, 2020, doi: 10.35194/agri.v2i1.983.
- [9] I. N. Tjahjadi, Bertanam Cabai - Ir. Nur Tjahjadi - *Google Buku*
- [10] M. N. A. M. David Setiadi, "Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi) | Setiadi | *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*," vol. 3, no. 2, 2018
- [11] Rufchotuz Zuhrotul Wardah, Farida Arinie S, W. (2019) 'Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman Kembali Secara Telemonitoring', *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 9, pp. 488–493. Available at: <https://jartel.polinema.ac.id/index.php/jartel/article/view/155%0Ahttps://jartel.polinema.ac.id/index.php/jartel/article/download/155/55>.
- [12] Fahrurrozi, M. and Nurraharjo, E. (2020) 'AUTOMONITORING KELEMBABAN MEDIA TANAM', *Jurnal Dinamika Informatika*, 12(2), pp. 60–67. Available at: <https://doi.org/10.35315/informatika.v12i2.8273>
- [13] Adiptya, M. and Wibawanto, H. (2013) 'Sistem Pengamatan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8', *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(1), pp. 15–17
- [14] M. Saleh and M. Haryanti, Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay, Jakarta: Universitas Suryadarma, 2017.
- [15] "Pompa Air Mini Tenaga USB Brushless Water Pump Submersible 5V," *SERBAKUIS Media Buzz*, 2019. <https://www.serbakuis.com/blogpost/pompa-air-mini-tenaga-usb-brushlesswater-pump-submersible-5v/>
- [16] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI)," *Jurnal Infotronik* Vol.3, No. 2, 2018.
- [17] Kadarsih, K. and Andrianto, S. (2022) '*JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*', *JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 03(2), pp. 37– 44.
- [18] Fahana, J., Umar, R. and Ridho, F. (2017) 'Pemanfaatan Telegram Sebagai Notifikasi