

Design of A Soil Moisture and pH Monitoring System for Tomato Plants

Yori Saepul Barki¹, Teguh Ikhlas Ramadhan², Agus Supriatman³

¹ Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

² Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

³ Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

Corresponding author email: yorisaepulb@gmail.com

Abstract— In this era of globalization, many farmers are still less intensive in monitoring the growth period of their plants because tomato plants require an adaptation process to the environment and are very sensitive to soil moisture and soil pH. One of them is a Soil Humidity and pH Monitoring System to help farmers increase the harvest success rate of tomato plants. This monitoring system can provide quick information regarding soil moisture and pH conditions which can be monitored via gadget using the Telegram Bot. This soil control must have a pH of around 5-7 and humidity of around 60-80%. Detection of pH and humidity in soil using Soil Moisture and Soil pH sensors. This monitoring system is designed using Arduino Uno and NodeMCU as microcontrollers. With this pH and soil moisture monitoring system for tomato plants, soil conditions can be maintained and controlled easily because it can be done via Telegram Bot.

Keywords: Arduino Uno¹, Humidity², NodeMCU³, pH⁴, Tomato⁵.

Abstrak— Pada era globalisasi ini masih banyak petani kurang intensif dalam hal mengawasi masa pertumbuhan terhadap tanaman karena tanaman tomat memerlukan proses adaptasi terhadap lingkungan serta sangat sensitif terhadap kelembapan tanah dan pH tanah. Salah satunya adalah Sistem Monitoring Kelembapan dan pH Tanah untuk membantu petani agar meningkatkan angka keberhasilan panen pada tanaman pada tomat. Sistem monitoring ini dapat memberikan informasi dengan cepat terkait kondisi kelembapan dan pH tanah yang dapat dimonitoring lewat *gadget* menggunakan Telegram Bot. Pengontrolan tanah ini harus memiliki pH berkisar 5-7 dan kelembapan bekisar 60-80%. Pendeteksian pH dan kelembapan pada tanah menggunakan sensor Soil Moisture dan pH Tanah. Sistem monitoring ini dirancang menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU sebagai mikrokontroler. Dengan sistem monitoring pH dan kelembapan tanah untuk tanaman tomat ini maka kondisi tanah dapat terjaga dan terkontrol dengan mudah karena bisa dilakukan via Telegram Bot.

Kata Kunci: Arduino Uno¹, Kelembapan², NodeMCU³, pH⁴, Tomat⁵

1. PENDAHULUAN

Di zaman sekarang, masih ada sebagian petani yang kurang baik dalam melakukan monitoring atau pengontrolan terhadap tanah karena letak antara perkebunan dan rumahnya yang jauh (Mualfah, Sandi, and Fuad 2023). Dalam budidaya tomat, masih banyak timbulnya permasalahan di lapangan terkait dengan kurangnya pengawasan yang intensif terhadap tanaman pada masa pertumbuhannya karena karena tanaman tomat memerlukan proses adaptasi terhadap lingkungan. Hal ini penting karena tanaman tomat sangat sensitif terhadap kelembapan tanah dan pH tanah. Proses

pemantauan ini penting untuk memastikan tanaman tomat dapat beradaptasi dengan baik dan menghasilkan buah berkualitas baik yang layak dikonsumsi (Rohman 2021).

Dengan menghubungkan sistem monitoring, penyiraman, dan pengontrolan pH dan kelembapan tanah yang terhubung dengan jaringan internet diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dilingkungan para petani dan meningkatkan kualitas dalam produksi yang lebih baik. Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam teknologi pertanian merupakan langkah yang tepat untuk mengendalikan kondisi tanaman



guna meningkatkan hasil produksi tomat yang lebih baik dan dapat mengurangi angka kegagalan panen pada tomat. Dengan adanya sistem ini, semoga memberikan manfaat untuk para petani dan memberikan dampak positif pada hasil panennya dan menghindari atau mengurangi dari kegagalan panen yang dapat merugikan para petani dan menurunkan angka produksi tomat (Anggreyani 2023).

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1. Tanaman Tomat

Gambar 2.1. Tomat



(Sumber: Kompas.com)

Tanaman tomat ini dapat ditanam di tanah yang memiliki 5,5-7 pH dan kelembaban tanah untuk dikisaran 60 – 80%. (Afifah et al. 2020).

2.2. Tanah

Gambar 2.2. Tanah



(Sumber: Kompas.com)

Tanah terbentuk dari campuran batuan yang sudah lapuk dan sisa-sisa bahan organik serta makhluk hidup (tumbuhan/hewan) yang hidup diatas permukaan atau didalam permukaan.

2.3. Arduino Uno

Gambar 2.3. Arduino Uno



(sumber: firlgelliauto.com)

Arduino Uno merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai otak dari sebuah rancangan. (Molen 2020).

2.4. NodeMCU

Gambar 2.4. NodeMCU ESP8266

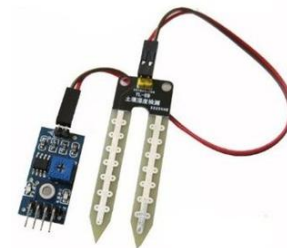


(Sumber: include.co.id)

NodeMCU adalah platform berbasis IoT yang bersifat *Open Source*. Sistem ini terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip ESP8266* (Manullang, Saragih, and Hidayat 2021).

2.5. Sensor Soil Moisture

Gambar 2.5. Sensor Soil Moisture



(Sumber: aksesoriskomputerlampung.com)

Sensor Soil Moisture adalah alat yang mampu mengukur kelembapan suatu tanah (Tullah, Sutarman, and Setyawan 2019).

2.6. Sensor pH Tanah

Gambar 2.6. Sensor pH Meter

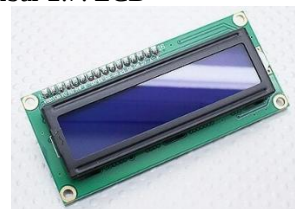


(Sumber: laci-lokpetersen.blogspot.com)

Sensor pH meter berfungsi untuk mendeteksi nilai dari pH tanah yang akan diuji (Vera, Ekawita, and Yuliza 2021).

2.7. LCD (Liquid Crystal Display)

Gambar 2.7. LCD



(Sumber: jualarduinojogja.com)

LCD adalah alat untuk menampilkan hasil dari program atau alat dalam bentuk teks (Fadhilah, Santoso, and Astuti 2021).

2.8. Relay

Gambar 2.8. Relay



(Sumber: id.szks-kuongshun.com)

Relay adalah suatu alat yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan rangkaian kontak saklar (Mohammad Noviansyah 2019).

2.9. Pompa Air

Gambar 2.9. Pompa Air



(Sumber: digiwarestore.com)

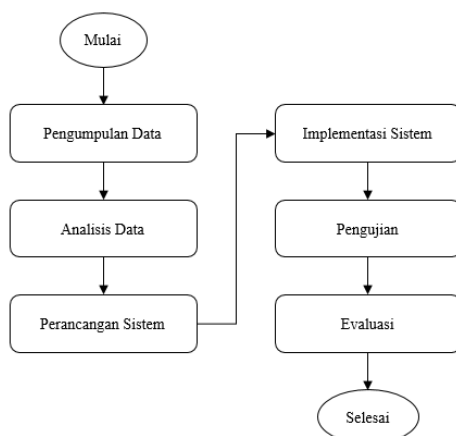
Pompa air adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk memindahkan zat cair atau fluida dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan energi listrik (Yani 2022).

3. METODE

3.1. Metode Penelitian

Mencari data dan informasi yang relatif lengkap sebagai bahan yang dapat mendukung. Metode penelitian ini metode yang digunakan penulis mencakup :

Gambar 3.1. Alur Prosedur Penelitian



3.2. Pengumpulan Data

Teknik pada pengumpulan data ini mencakup observasi, wawancara, dan studi literatur.

3.3. Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai adalah menggunakan analisis data kuantitatif dengan statistik deskriptif digunakan pada penelitian ini

untuk memperoleh data dan kemudian diuji kinerja alat serta keberhasilan fungsi dari alat. Ada 3 hal yang harus dialisis yaitu, sistem monitoring, penyiraman via telegram bot, dan penyiraman otomatis.

3.4. Perancangan Sistem

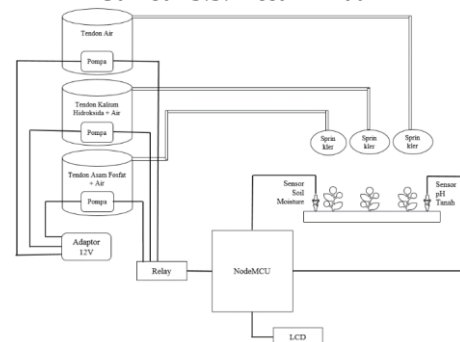
3.4.1. Pemodelan

Pada fase pemodelan, pembuatan desain untuk beberapa perangkat yang ingin digunakan. Berikut adalah alat-alat yang akan digunakan :

- NodeMCU ESP8266
- Arduino Uno R3
- Sensor pH.
- Sensor Soil Moisture
- Relay
- Pompa Air
- LCD

3.3.2. Desain Alat

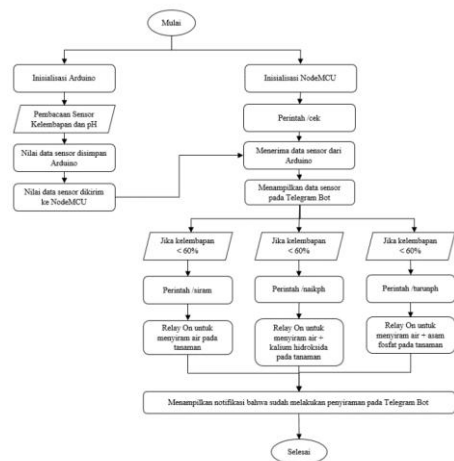
Gambar 3.3. Desain Alat



Gambar 3.3 diatas merupakan sebuah rangkaian alat yang dibuat diawali dengan pendeteksian dari sensor, setelah sensor mendeteksi kelembapan dan pH tanah maka data tersebut ditampilkan ke LCD dan ke Telegram Bot. Dan apabila Kelembapan kurang dari 60% maka penyiraman dilakukan secara otomatis.

3.3.3. Flowchart

Gambar 3.4. Flowchart



Pada gambar 3.4 terdapat *flowchart* sistem untuk menggambarkan rincian aliran proses antara satu proses dengan proses yang lain.

3.5. Implementasi Sistem

Implementasi adalah tahap dimana menjalankan perencanaan yang telah dibuat. Langkah kritis setelah perencanaan, dimana ide yang telah dirancang mulai diwujudkan dengan membangun alat yang sudah direncanakan.

3.6. Pengujian

Pengujian merupakan suatu proses aktivitas untuk mengevaluasi kinerja alat yang sudah dibuat.

3.7. Evaluasi

Tahap evaluasi ini menguji fungsionalitas dan efektivitas sistem dalam mengidentifikasi kekurangan dan kelemahan sistem, kemudian meninjau dan memperbaiki sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

4.1.1. Implementasi Perangkat Keras

Pertama yang dilakukan dalam rancang bangun sistem monitoring ini adalah memasang pin Arduino pada alat yang lainnya, berikut adalah tabelnya :

Tabel 4.1. Pemasangan Pin Arduino

Arduino	Breadboard	NodeMCU	Soil Moisture	Ph Tanah	LCD
5V	(+)		VCC		VCC
GND	(-)	GND	GND	GND	GND
A0			AO		
A3				OUTPUT	
A4					SDA
A5					SCL
0 (TX)		D5			
1 (RX)		D6			
2			DO		

Selanjutnya adalah memasang pin NodeMCU pada alat yang lainnya. Berikut adalah Tabel 3. Pemasangan Pin NodeMCU :

Tabel 4.2. Pemasangan Pin NodeMCU

NodeMCU	Relay	Breadboard	Arduino Uno
D1	IN1		
D2	IN2		
D3	IN3		
GND		(-)	
D5			0 (TX)
D6			1 (RX)

4.1.2. Implementasi Perangkat Lunak (Software)

Software yang digunakan dalam rancang bangun sistem monitoring dalam menampilkan informasi pH dan kelembapan tanaman tomat menggunakan Telegram Bot.

Gambar 4.1. Telegram Bot



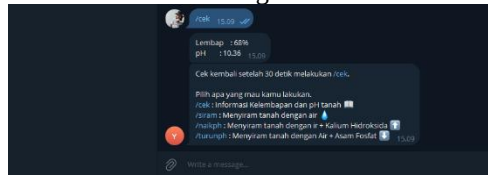
Telegram Bot memberi pesan untuk memulai chat Telegram Bot dengan mengetik atau klik “/start” untuk masuk ke bagian menu.

Gambar 4.2. Telegram Bot “/start”



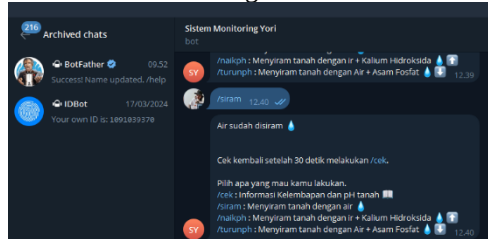
Ada 4 perintah yang bisa dilakukan di Telegram bot yaitu “/cek”, “/siram”, “/naikph”, dan “/turunph”.

Gambar 4.3. Telegram Bot “/cek”



Telegram Bot menampilkan informasi kelembapan dan pH tanah pada saat pesan “/cek” dikirim.

Gambar 4.4. Telegram Bot “/siram”

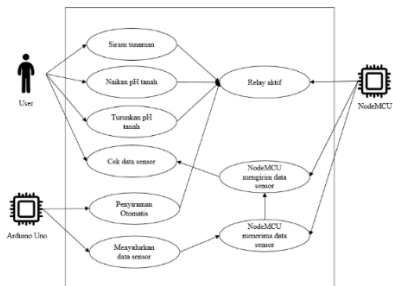


Dengan mengetik atau mengklik “/siram” pada Telegram Bot maka Pompa dengan akan menyiram dengan air ke tanaman tomat dengan durasi 10 Detik.

4.2. Diagram Activity

4.2.1. Usecase Diagram

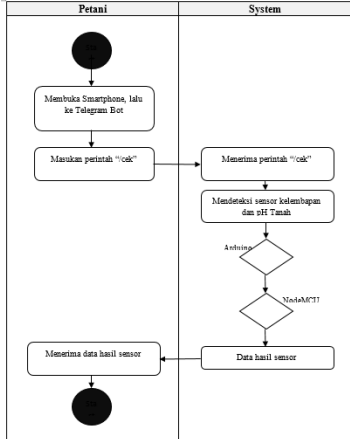
Gambar 4.7. Usecase Diagram



Perancangan diagram Use Case digunakan untuk memodelkan alur interaksi pengguna pada sistem yang diimplementasikan.

4.2.2. Diagram Activity Monitoring

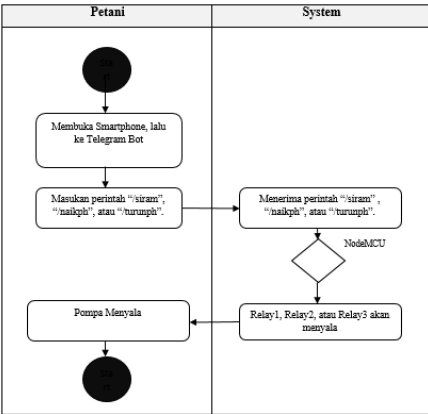
Tabel 4.3. Diagram Activity Monitoring



Untuk mengetahui kadar kelembapan dan pH pada tanah dengan mengetik“cek” pada telegram bot yang nantinya akan diolah apakah perlu melakukan penyiraman atau hanya sekedar memantau kondisi tanaman tomat pada saat itu.

4.2.3. Diagram Activity Penyiraman Via Telegram Bot

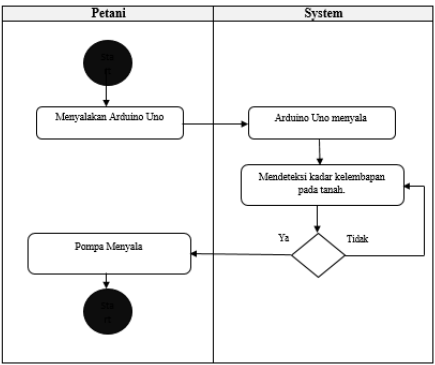
Tabel 4.4 Diagram Activity Penyiraman Via Telegram Bot



Dengan mengetik “/cek”, “/naikph”, atau “/turunph” pada Telegram Bot maka pompa akan menyala.

4.2.4. Diagram Activity Penyiraman Otomatis

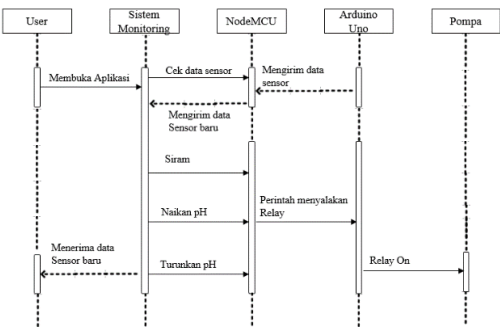
Tabel 4.5. Diagram Activity Penyiraman Otomatis



Apabila kadar kelembapan pada tanah kurang dari 60% maka pompa akan menyala secara otomatis.

4.2.5. Sequence Diagram

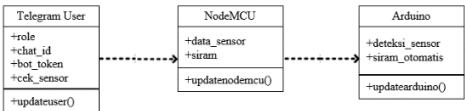
Gambar 4.8. Sequence Diagram



Gambar 4.8 diatas merupakan Sequence Diagram yang digunakan untuk menggambarkan suatu objek yang saling berinteraksi dengan saling mengirimkan pesan untuk mengubah tindakan atau perilaku suatu sistem.

4.2.6. Class Diagram

Gambar 4.9. Class Diagram



Gambar 4.9 diatas adalah Class Diagram yang digunakan untuk menggambarkan struktur (atribut dan operasi), interface, dan hubungan antar class.

4.3. Pengujian Sistem

4.3.1. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian sensor Soil Moisture akan dilakukan pada 2 Sampel tanah, dan dilakukan percobaan penyiraman secara berkala sampai pada tingkat kelembapan 60-80% yang sesuai untuk tanaman tomat. Hasil Output dari sensor Soil Moisture ini diubah nilainya dari nilai ADC (0-1023) ke bentuk persentase(%) menggunakan rumus berikut :

Gambar 4.5. Rumus Hasil Sensor Soil Moisture

$$\text{moisturePercentage} = \text{map}(\text{sensorVal}, 1023, 0, 0, 100)$$

keterangan :

$\text{moisturePercentage}$ = persentase kelembapan

sensorVal = nilai ADC

Berikut adalah tabel pengujiannya pada sampel tanah 1 dan 2 :

Tabel 4.6. Pengujian Sensor Soil Moisture Sampel 1

Sampel Tanah 1					
No	Jam	Waktu Penyiraman	(%) Kelembapan	Persentase Kenaikan (%)	Keterangan
1	07.25 WIB	0x = 0 Detik	17%	-	Kering
2	11.22 WIB	1x = 10 Detik	40%	23%	Kering
3	13.55 WIB	2x = 20 Detik	62%	22%	Lembap
Rata-rata kenaikan				15%	

Pada tanah Sampel 1 ini, tanah berada dalam pot yang memiliki ukuran tinggi 20cm, lebar 12cm, dan panjang 14cm yang memiliki volume 3.360cm². Tanah yang memiliki kelembapan awal 17% lalu di uji coba penyiraman untuk 1 kali sama dengan 10 detik dan mengeluarkan air 140 ml. Tunggu dulu sekitar 10-15 menit untuk melakukan pengecekan kembali agar air dalam tanah dapat menyebar dan menyerap. Untuk rata-rata kenaikan pada sampel tanah 1 yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = \frac{\sum \text{Persentase Kenaikan}}{\sum \text{Berapa kali waktu penyiraman}}$$

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = 45\% / 3$$

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = 15\%$$

Tabel 4.7. Pengujian Sensor Soil Moisture Sampel 2

Sampel Tanah 2					
No	Jam	Waktu Penyiraman	(%) Kelembapan	Persentase Kenaikan (%)	Keterangan
1	08.10 WIB	0x = 0 Detik	30%	-	Kering
2	12.11 WIB	1x = 10 Detik	45%	15%	Kering
3	14.00 WIB	2x = 20 Detik	56%	11%	Kering
4	16.05 WIB	3x = 30 Detik	68%	12%	Lembap
Rara-rata kenaikan				6,3%	

Untuk rata-rata kenaikan pada sampel tanah 2 yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = \frac{\sum \text{Persentase Kenaikan}}{\sum \text{Berapa kali waktu penyiraman}}$$

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = 38\% / 6$$

$$\text{Rata-rata Kenaikan}(\%) = 6,3\%$$

Rata-rata Kenaikan pada sampel tanah 2 ini lebih kecil dibanding dengan sampel tanah 1 karena memiliki volume po yang lebih besar dari pot pada sampel 1.

4.3.2. Pengujian Sensor pH Tanah

Pada pengujian sensor pH, cara pengkalibrasiannya menggunakan 4 Sampel tanah yang 2 Sampel tanah tersebut dimasukan larutan pH UP 1 dan 2 tutup botol serta 2 Sampelnya lagi masukan larutan pH DOWN 1 dan 2 tutup botol. Berikut adalah data uji sensor

pH tanah yang telah diberi pH UP dan DOWN :

Tabel 4.8. Uji Data Sensor pH Tanah

Sampel	Larutan pH UP	Larutan pH DOWN	Nilai ADC Sensor	pH Meter
1	1 tutup botol	-	185	6.4
2	2 tutup botol	-	240	7.5
3	-	1 tutup botol	172	5.6
4	-	2 tutup botol	165	5.0

Setelah melakukan data uji coba, didapatkan persamaan :

Gambar 4.6. Rumus Hasil Persamaan Sensor pH Tanah

$$\text{nilaipH} = 0.333 * \text{sensorpH} - 0.49$$

keterangan :

sensorpH = nilai ADC

nilaipH = pH

Hasil dari operasi ini akan memberikan nilai pH tanah yang lebih dekat dengan nilai sebenarnya, dengan asumsi bahwa sensor pH dan kalibrasinya sudah sesuai. Berikut adalah tabel pengujian sensornya :

Tabel 4.9. Pengujian Sensor pH Tanah

Sampel	Nilai ADC Sensor	Nilai Sensor pH Tanah	Nilai pH Meter	Error
1	200	6.2	6.4	3,1
2	245	7.4	7.5	1,3
3	175	5.3	5.6	5,3
4	160	4.8	5.0	4,0
Rata-rata Error				3,4 %
Keakuratan				96,6%

Tabel 4.9 dibuat berdasarkan data pada Tabel 4.8 yang dilakukan pada 4 sampel tanah dengan nilai pH yang berbeda. Sensor ini masih memiliki error jika dibandingkan dengan alat ukur pH meter. Cara untuk menghitung persentase error pada sensor pH tanah sebagai berikut:

$$\text{Error}(\%) = ((\text{Nilai sensor pH Tanah} - \text{Nilai pH Meter}) / \text{Nilai pH Meter}) \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = ((6.2 - 6.4) / 6.4) \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = (-2 / 6.4) \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = 0.03125 \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = 3.1$$

Untuk penghitungan nilai error diatas diambil contoh pada sampel tanah 1, dan pada sampel 2,3, dan 4 juga dilakukan penghitungan dengan rumus yang sama, Selanjutnya, untuk penghitungan rata-rata error pada saat melakukan uji coba sensor pH tanah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Error}(\%) = \sum \text{error} / \sum \text{sampel tanah}$$

$$\text{Rata-rata Error}(\%) = 13,7 / 4$$

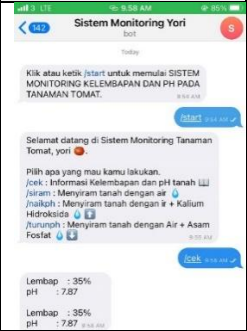
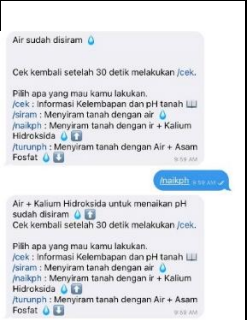
$$\text{Rata-rata Error}(\%) = 3,4$$

Dari data error pada tabel diketahui bahwa rata-rata error pendeteksian pada sensor pH dan pH meter sebesar 3,4% dengan akurasi 96,6%

4.3.3. Pengujian Telegram Bot

Penerapan telegram bot disini sebagai user, bertujuan untuk memberi perintah pada NodeMCU (yang sudah diberi sintaks untuk menjalankan perintah), untuk memberikan informasi data hasil sensor dan menggerakkan Relay untuk bekerja.

Tabel 4.10. Pengujian Telegram Bot

No	Bukti Pengujian	Ket	Bukti Gambar
1	Cek data sensor	Berhasil	
	Melakukan Siram	Berhasil	
	Melakukan Siram untuk menaikkan pH	Berhasil	
	Melakukan Siram untuk menurunkan pH	Berhasil	

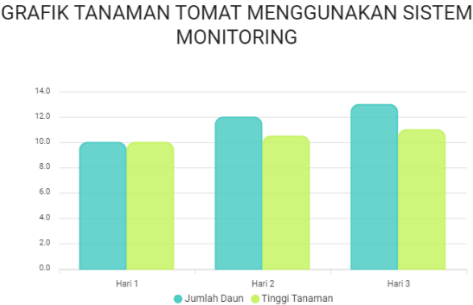
4.4. Analisis Tanaman

Pada ilmu dibidang pertanian menjelaskan bahwa dengan pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanaman menjadi indikator kesehatan dan produktivitas tanaman tomat yang baik karena penyerapan nutrisi lebih banyak yang berkontribusi pada rasa manis tomat, produksi

buah pada tanaman menjadi lebih besar dan lebih banyak, keseimbangan nutrisi untuk perkembangan buah yang sehat dan berkualitas, dan masih banyak lagi.

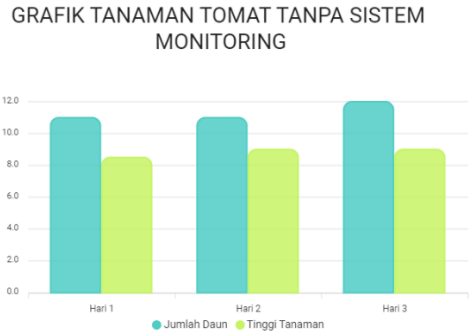
Analisis tanaman ini dilakukan pada 2 pot tanaman tomat, satu untuk melakukan dengan alat sistem monitoring dan satunya lagi tidak menggunakan alat yang dilakukan selama 3 hari.

Gambar 4.7 Grafik Tanaman Tomat Menggunakan Sistem Monitoring



Pada Gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa ada peningkatan jumlah daun dan tinggi tanaman dari hari pertama hingga hari ketiga. Jumlah daun mengalami peningkatan dari 10 daun menjadi 13 daun dengan angka kenaikan sebesar +3, tinggi tanaman juga mengalami peningkatan dari 10 cm menjadi 11 cm dengan angka kenaikan sebesar +1 cm.

Gambar 4.8. Grafik Tanaman Tomat Tanpa Sistem Monitoring



Pada Gambar diatas menunjukkan ada peningkatan pada tanaman dari jumlah daun dan tinggi tanaman dari hari pertama hingga hari ketiga. Jumlah daun mengalami peningkatan dari 11 daun menjadi 12 daun dengan angka kenaikan +1, serta tinggi tanaman mengalami peningkatan dari 8,5 cm menjadi 9 cm dengan angka kenaikan +0,5 cm.

Tabel 4.11. Analisis Tanaman

Tanaman	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Peningkatan	Peningkatan
	JD	TT	JD	TT	JD	TT	JD	TT
Sampel 1	10	10cm	12	10,5cm	13	11cm	3 daun	1cm
Sampel 2	11	8,5cm	11	9cm	12	9cm	1 daun	0,5cm
Selisih							2 daun	0,5cm

Hasil dari analisis pada Tabel 4.11 Kesimpulannya bahwa tanaman sampel 1 yang

menggunakan perangkat sistem monitoring perkembangan jumlah daun dan tinggi tanaman lebih cepat dibanding tanaman sampel 2 yang tanpa perangkat sistem monitoring dengan selisih +2 pada jumlah daun dan 0,5cm pada tinggi tanaman. Jadi tanaman dengan menggunakan sistem monitoring memiliki kualitas lebih baik daripada tanaman tanpa sistem monitoring dari segi penyerapan nutrisi, produksi buah, keseimbangan nutrisi, dan lain lain.

5. KESIMPULAN Dan SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada hasil penelitian ini adalah implementasi sistem monitoring kelembaban dan pH tanah meliputi 2 sensor yaitu sensor *Soil Moisture* dan sensor pH tanah, serta Arduino Uno sebagai mikrokontroler dapat mendeteksi hasil data sensor lalu dikirim ke NodeMCU dengan baik, dan NodeMCU sebagai mikrokontroler dapat mengirim hasil data sensor ke Telegram Bot dengan baik. Untuk penyiraman Otomatis atau via Telegram Bot bekerja sesuai dengan diharapkan. Tingkat akurasi pada sensor pH sangat memuaskan, dengan rata-rata 96,6% dan memiliki error 3,4% setelah dilakukan pengujian. Pada analisis tanaman juga menunjukkan bahwa grafik tanaman yang pakai alat sistem monitoring pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanamannya lebih cepat dibanding dengan grafik pada tanaman tanpa sistem monitoring. Dengan pertumbuhan yang lebih cepat, tanaman yang memakai sistem monitoring ini lebih baik dari segi penyerapan nutrisi, produksi buah, keseimbangan nutrisi dan sebagainya. Dan yang terakhir, Sistem monitoring ini menggunakan via Telegram Bot dimana user dapat mengakses melalui Laptop, Handphone, Tablet, dan lain-lain dengan cara mendownload aplikasi Telegram pada perangkat serta terhubung dengan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Nida Nur, Rizki Ardianto Priramadhi, Fakultas Teknik Elektro, and Universitas Telkom. 2020. "Sistem Pengontrolan Pengairan Budidaya Tanaman Tomat Berdasarkan Kelembaban Dan Suhu Tanah Berbasis Artificial Intelligence." *e-Proceeding of Engineering* 7(3): 8791–8801. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14201>
- Anggreyani, Desi. 2023. "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KELEMBAPAN TANAH, SUHU DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN TOMAT BERBASIS INTERNET OF THINGS." <https://eprints.poltektegal.ac.id/1053/1/Rancang%20Bangun%20Sistem%20Monitoring%20Kelembaban%20Tanah%2C%20Suhu%20Dan%20Penyiraman%20Otomatis%20Pada%20Tanaman%20Tomat%20Berbasis%20Internet%20Of%20Things.pdf>
- Fadhilah, M Dwiki, Iman Hedi Santoso, and Sri Astuti. 2021. "Rancang Bangun Alat Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things Dengan Notifikasi Whatsapp." *Journal Engineering* 8(6): 11816–28. https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/175659/jurnal_eproc/rancang-bangun-alat-penyiraman-otomatis-berbasis-internet-of-things-dengan-notifikasi-whatsapp.pdf
- Manullang, AndiBoy Panroy, Yuliarman Saragih, and Rahmat Hidayat. 2021. "Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot." *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)* 4(2): 163–70. <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>
- Mohammad Noviansyah, Hafdiarsya Saiyar. 2019. "PERANCANGAN ALAT KONTROL RELAY LAMPU RUMAH VIA MOBILE." 4(November). <https://akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/778>
- Molen, Andre. 2020. "Sistem Pengendali Mesin Air Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino." : 1–60. <https://repository.uir.ac.id/11879/1/133510587>
- Mualfah, Desti, Ganesa Heru Sandi, and Evans Fuad. 2023. "Sistem Monitoring PH Dan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Kacang Tanah Berbasis IoT (Internet of Things)." *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi dan Manajemen (JATIM)* 4(2): 138–47.
- Tullah, Rahmat, Sutarman Sutarman, and Agus Hendra Setyawan. 2019. "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi." *Jurnal Sisfotek Global* 9(1). <https://www.journal.global.ac.id/index.php/sisfotek/article/view/219>
- Vera, Vera Fuspita Sari, Riska Ekawita, and Elfi Yuliza. 2021. "Desain Bangun PH Tanah Digital Berbasis Arduino Uno." *Journal Online of Physics* 7(1): 36–41. <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/14589>

Yani, Ahmad. 2022. "Analisis Karakteristik Pompa Air Type Sentrifugal Kapasitas 34 Liter/Menit Dengan Daya Pompa 125 Watt." *Jurnal Sains Terapan* 5(1): 1–7.
<https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/1529>