

Perancangan Sistem Pengawasan dan Pengendalian Kondisi Tanah untuk Dua Jenis Tanaman menggunakan Teknologi IOT

T Wrediasty¹, D Widjaja^{*2}

¹⁻² Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: theressawrediasty@gmail.com¹, damar@usd.ac.id^{*2}

Abstrak. Metode pertanian tradisional masih banyak dilakukan oleh petani, seperti penyiram tanaman secara manual yang sangat rentan terhadap perubahan cuaca. Ketersediaan air dan kondisi tanah yang optimal merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan budidaya tanaman. Tanaman membutuhkan air dengan jumlah yang tepat, apabila kekurangan air dapat menyebabkan tanaman layu dan mati, sementara kelebihan air dapat menyebabkan pembusukan akar. Tujuan dari perancangan sistem ini adalah untuk mengawasi dan mengendalikan kondisi tanah untuk penanaman tanaman daun bawang dan mawar dalam satu pot serta menjaga kondisi suhu udara dan kondisi cahaya sekitar tanaman. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Parameter pengendalian kondisi tanah berdasarkan perpotongan karakteristik dua tanaman. Pengawasan dan pengendalian kondisi suhu dan pH tanah dapat bekerja dengan baik. Rata - rata % *error* suhu DS18B20 adalah sebesar 4,53% dan rata - rata % *error* pada sensor pH tanah adalah sebesar 6,79%.

Kata kunci: kondisi tanah; suhu; keasaman; IoT; pertanian cerdas.

Abstract. Traditional farming methods are still widely practiced by farmers, such as manual watering of plants which is very vulnerable to weather changes. Water availability and optimal soil conditions are important factors that affect the success of crop cultivation. Plants need the right amount of water, lack of water can cause plants to wilt and die, while excess water can cause root rot. The purpose of this system design is to monitor and control soil conditions for planting leek and rose plants in one pot and maintain air temperature conditions and light conditions around the plants. This system uses ESP32 as the main controller. Soil condition control parameters are based on the intersection of the characteristics of two plants. Soil temperature and pH monitoring and control system can work well. The average % *error* of the DS18B20 temperature sensor is 4.53 %. The average % *error* on the soil pH sensor is 6.79%.

Keywords: soil condition; temperature; acidity; IoT; smart farming.

1. Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dan sangat bergantung pada sektor pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan [1]. Metode pertanian tradisional masih banyak dilakukan oleh petani, seperti penyiram

tanaman secara manual yang sangat rentan terhadap perubahan cuaca. Akibatnya, petani sering kali mengalami kerugian akibat gagal panen dan berdampak pada ketidakstabilan harga pangan.

Ketersediaan air dan kondisi tanah yang optimal merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan budidaya tanaman [2]. Tanaman membutuhkan air dengan jumlah yang tepat, apabila kekurangan air dapat menyebabkan tanaman layu dan mati, sementara kelebihan air dapat menyebabkan pembusukan akar. Petani perlu secara cermat mengatur pemberian air dan menjaga kondisi tanah agar tetap gembur dan subur. Pengawasan kondisi tanah dengan pemberian air secara manual hanya akan memakan waktu petani dan tindakan dalam menangani masalah dalam berkebun tidak maksimal. Pemanfaatan teknologi di bidang pertanian dapat membantu menyelesaikan tugas-tugas rutin dengan lebih efisien, sehingga memudahkan petani dalam bekerja dan mewujudkan pertanian yang lebih produktif.

Tahun 2022, Naufal Anis dan Agung Setia Budi telah berhasil melakukan penelitian sistem penyiraman tanaman bawang merah berdasarkan kondisi suhu udara, kelembapan tanah, dan pH tanah dengan metode logika fuzzy [1]. Sedangkan, pada tahun 2023, Ratnasari Nur Rohmah et al. berhasil membuat sistem *telemonitoring* suhu, kelembapan, dan pH tanah untuk tanaman *aglaonema* [3]. Sistem pengendali suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya pada *greenhouse* untuk tanaman bawang merah menggunakan *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dibuat oleh Gardenia Marheta Putra dan Delsina Faiza melalui aplikasi *Blynk* [4].

Sistem notifikasi buka/tutup pelindung untuk tanaman hidroponik berbasis *rain sensor* menggunakan *raspberry pi pico RP2040* telah berhasil dibuat oleh Ike Retna Kusumawati dan FX. Wisnu Yudo Untoro, sistem bekerja mendeteksi air pada *rain sensor* maka akan menggerakkan motor servo yang didesain sebagai pelindung tanaman hidroponik dengan bergerak membuka dan menutup [5]. Kemudian, sistem ini mengirimkan notifikasi melalui sms ke *user*.

Implementasi sistem *monitoring* kelembapan tanah, pH tanah dan intensitas cahaya tanahan lahan terbuka dengan WSN berbasis Modul NRF24L01 telah dilakukan oleh Shakira Nuranissa Aurellia dan Dandun Widhiantoro tahun 2024 [6]. Penelitian ini menggunakan modul NRF24L01, yang memungkinkan komunikasi nirkabel antara *node* sensor dan *gateway* secara *real-time*.

Sistem yang akan dibuat pada penelitian ini yaitu pengawasan dan pengendalian kondisi tanah untuk tanaman daun bawang dan mawar melalui platform IoT Antares. Alat ini bekerja dengan menerima data sensor dari perangkat keras lalu dikirimkan ke platform IoT dan memerintahkan aktuator bekerja sesuai dengan program yang dijalankan pada ESP32 sebagai pengendali. Alat juga dirancang sebagai inovasi efisiensi kinerja sensor, dengan penanaman 2 jenis tanaman berbeda dalam satu pot yaitu tanaman daun bawang dan mawar. Sampai artikel ini ditulis, pengujian baru pada tahap awal pengujian sensor suhu dan keasaman.

2. Metode

2.1. Perancangan alat

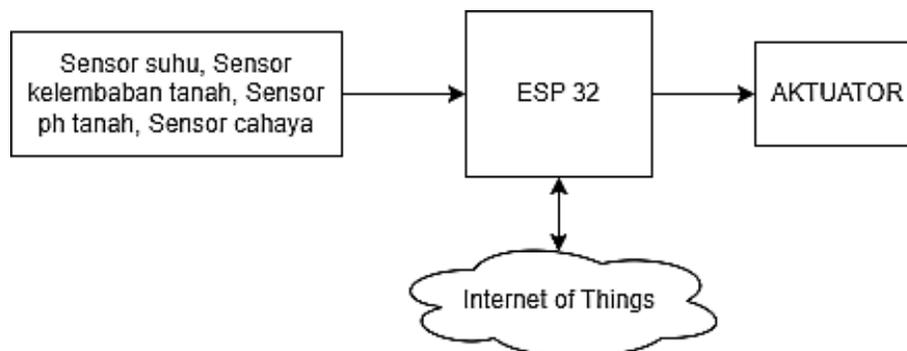
Gambar 1 merupakan diagram blok sistem pengawasan dan pengendalian kondisi tanah untuk tanaman daun bawang dan mawar berbasis teknologi IoT. Diagram blok terdiri dari tiga bagian yaitu *input*, proses dan *output*. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang terhubung dengan wifi untuk mengirim data ke platform Antares. ESP32 akan menerima data dari sensor – sensor, memproses data dan mengontrol aktuator.

Jumlah sensor yang digunakan dalam sistem ini yaitu sebanyak 8 buah. Sistem didesain dengan 2 pot, setiap pot menggunakan 4 buah sensor untuk mengukur kondisi sekitar tanaman. Sensor suhu *DS18B20* merupakan sensor digital yang memiliki ADC internal [7]. *DS18B20* berfungsi untuk mengukur suhu udara sekitar tanaman. Sensor kelembapan tanah yaitu *capasitive soil moisture sensor* berfungsi untuk mengukur kadar air di dalam tanah, dengan cara ditanamkan ke dalam tanah [8]. Sensor pH tanah adalah sensor pendeteksi tingkat keasaman (acid) dan kebasaaan (alkali) pada tanah [9]. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini antara 3,5 hingga 15. Sensor *LDR* atau *Light Dependent Resistor* adalah jenis resistor

yang digunakan sebagai detektor cahaya [10]. Data yang terbaca oleh seluruh sensor akan diproses oleh ESP32 dan ESP32 akan mengontrol *relay*, kipas DC, pompa DC dan motor servo.

Prinsip kerja *relay* adalah menggunakan elektromagnet untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik dengan daya kecil mampu menghubungkan aliran listrik bertegangan lebih tinggi [11]. Kipas DC berfungsi untuk mendinginkan udara sekitar tanaman. Apabila suhu udara $> 24^{\circ}\text{C}$, kipas DC akan bekerja untuk menaikkan suhu udara sekitar tanaman. Pompa DC yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk memompa 3 buah cairan berbeda.

Pertama, pompa DC untuk memompa air untuk melembapkan tanah, apabila tanah terdeteksi dalam kondisi kering $> 80\%$, maka *relay* akan menyala dan pompa DC berisi air akan menyiram tanaman. Kedua, pompa DC untuk memompa cairan penaik pH apabila tingkat pH tanah berada pada $< 6,5$, maka *relay* akan menyala dan pompa DC berisi cairan untuk menaikkan pH tanah akan menyiram tanaman. Ketiga, pompa DC untuk memompa cairan penurun pH, saat pH tanah berada pada > 7 , maka *relay* akan menyala dan pompa DC untuk menurunkan pH tanah akan menyiram tanaman. Saat pH tanah berada pada $6,5 - 7$, *relay* akan mati dan pompa DC penaik dan penurun pH akan berhenti melakukan penyiraman. Motor servo berfungsi untuk membuka dan menutup atap tanaman. Selanjutnya, data yang telah diproses oleh ESP32 dikirimkan ke platform IoT Antares.



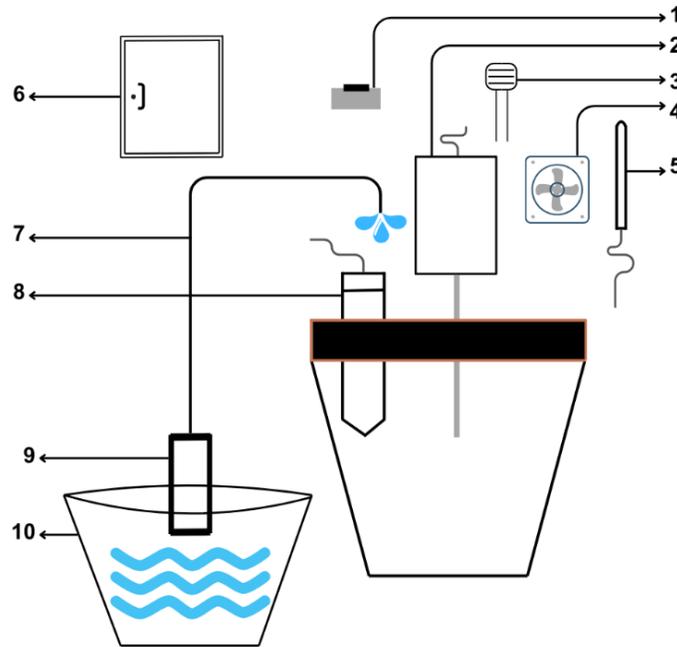
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Desain konstruksi alat pengawasan dan pengendalian kondisi tanah dapat dilihat pada gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan sistem dengan 1 pot. Kedua pot yang didesain mempunyai konstruksi yang identik. Model alat pengawasan dan pengendalian kondisi tanah didesain seperti semi *indoor* dengan tujuan mengoptimalkan pengendalian suhu udara sekitar tanaman. Alat ini dilengkapi dengan tiga buah wadah untuk menampung air dan cairan penaik pH serta penurun pH, yang dilengkapi dengan pipa agar distribusi air dapat dilakukan dengan tepat ke area tanaman. Pipa – pipa juga terhubung dengan tiga buah *nozzle*, yang berfungsi untuk menyemprotkan air yang dipompa oleh pompa DC. Bagian atas model alat terdapat atap yang bergerak terbuka dan tertutup. Selain itu, pada bagian belakang model alat terdapat kotak perangkat, yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan mikrokontroler ESP32, *relay*, dan *power supply*.

Keterangan nomor pada gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Motor servo
2. Sensor pH tanah
3. Sensor LDR
4. Kipas DC
5. Sensor suhu *DS18B20*
6. Kotak perangkat
7. Pipa air
8. *Capasitive soil moisture sensor*

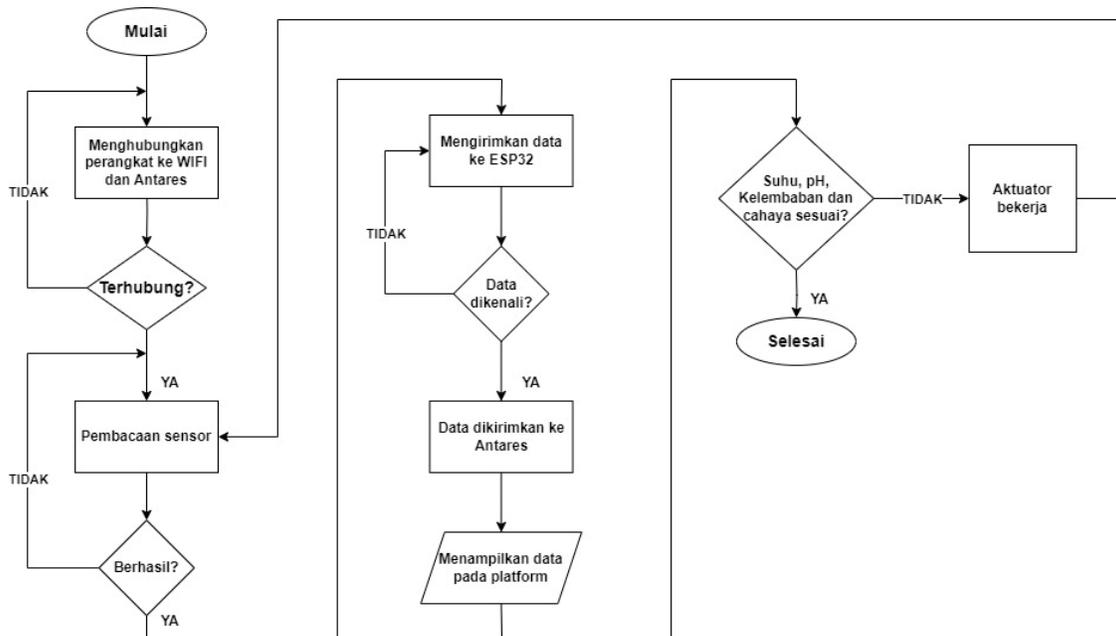
- 9. Pompa DC
- 10. Wadah penampungan air dan cairan



Gambar 2. Desain Konstruksi Alat untuk 1 Pot

2.2. Flowchart sistem

Flowchart yang ditunjukkan pada gambar 3 menjelaskan alur kerja sistem pengawasan dan pengendalian kondisi tanah untuk penanaman tanaman daun bawang dan mawar menggunakan teknologi IoT.



Gambar 3. Flowchart Sistem Keseluruhan.

Alur kerja sistem dimulai dengan menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi dan Antares. Jika perangkat tidak terhubung, proses akan diulang sampai berhasil. Setelah koneksi berhasil, sistem melakukan pembacaan sensor untuk mendapatkan nilai suhu, pH tanah, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya. Apabila pembacaan sensor berhasil, data tersebut dikirimkan ke ESP32.

Selanjutnya, data yang berhasil dikenali akan dikirimkan ke platform IoT Antares. Setelah itu, sistem memeriksa apakah kondisi suhu, pH, kelembapan, dan cahaya sudah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jika kondisi tersebut tidak sesuai, ESP32 akan memproses data dan aktuator bekerja. Jika kondisi sudah sesuai, proses akan selesai.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian kinerja sensor suhu DS18B20

Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor *DS18B20* dan alat ukur suhu digital. Pengujian bertujuan untuk menghitung keakurasian sensor *DS18B20* dalam mengukur suhu udara. Pengujian sensor *DS18B20* di pot 1 dan pot 2 dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2. Hasil pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan menghasilkan rata – rata *error* sebesar 4.71% di pot 1 dan 4,53% di pot 2.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor *DS18B20* di pot 1.

No.	Sensor suhu DS18B20	Pengukuran alat ukur	Error (%)
1	30	29	3.45
2	26	27	3.70
3	26	25	4
4	24	22	9.09
5	22	21	4.76
6	20	20	0
7	18	20	10
8	16	17	5.88
9	15	16	6.25
10	16	16	0
Rata - rata nilai <i>error</i>			4.71

Tabel 2. Hasil pengujian sensor *DS18B20* di pot 2.

No.	Sensor suhu DS18B20	Pengukuran alat ukur	Error (%)
1	28	29	3.45
2	28	27	3.70
3	21	22	4.55
4	18	20	10
5	18	19	5.26
6	16	16	0
7	14	14	0
8	13	12	8.33
9	11	10	10
10	7	7	0
Rata - rata nilai <i>error</i>			4.53

Rata-rata *error* kurang dari 5% menunjukkan bahwa sensor sudah berfungsi dengan baik. Konfigurasi antara sensor dengan mikrokontroler juga sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator yang dibutuhkan.

3.2. Pengujian kinerja sensor pH Tanah

Pengujian sensor bertujuan untuk memastikan kinerja sensor dalam mengukur pH tanah. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian sensor pH tanah di pot 1 dan pot 2 dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4. Pengujian menghasilkan rata – rata *error* sensor sebesar 6,79% di pot 1 dan 7,07% di pot 2.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor pH tanah di pot 1.

No.	Sensor pH tanah	Pengukuran alat ukur	Error (%)
1	4.43	4.5	1.56
2	4.7	5.5	14.55
3	5.72	6	4.67
4	7.17	7	2.43
5	8.87	8.5	4.35
6	9.67	8.5	13.76
7	9.08	8.5	6.82
8	7.43	8.5	12.59
9	6.78	7	3.14
10	6.72	7	4.00
Rata - rata nilai <i>error</i>			6.79

Tabel 4. Hasil pengujian sensor pH tanah pot 2

No.	Sensor pH tanah	Pengukuran alat ukur	Error (%)
1	4.42	4.5	1.78
2	4.88	5.5	11.27
3	5.7	6	5.00
4	7.22	7	3.14
5	8.83	8.5	3.88
6	9.75	8.5	14.71
7	9.05	8.5	6.47
8	8.25	8.5	2.94
9	7	8.5	17.65
10	6.73	7	3.86
Rata - rata nilai <i>error</i>			7.07

Rata-rata *error* sekitar 7% menunjukkan bahwa sensor sudah berfungsi dengan baik. *Error* ini masih bisa diperbaiki dengan kalibrasi yang lebih akurat. Konfigurasi antara sensor dengan mikrokontroler juga sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator yang relevan.

3.3. Pengujian kontrol kondisi suhu udara tanaman

Suhu udara yang dibutuhkan agar tanaman daun bawang dan mawar dapat tumbuh bersama di satu lokasi adalah 19 °C – 24 °C. Tabel 5 dan tabel 6 menunjukkan hasil pengujian sistem sensor DS18B20 dan kipas

DC di pot 1 dan pot 2. Sistem bekerja dengan menyalakan kipas DC untuk menurunkan suhu udara sekitar tanaman jika suhu di atas 24°C. Kipas DC akan OFF jika suhu berada di bawah 24°C.

Tabel 5 dan tabel 6 menunjukkan bahwa kipas DC untuk kedua pot telah berfungsi dengan baik sesuai perancangan. Konfigurasi antara sensor, kipas DC sebagai aktuator dan mikrokontroler juga sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator lainnya di dalam sistem.

Tabel 5. Hasil pengujian kipas DC di pot 1.

No	Suhu dari sensor	Status Kipas DC	keterangan
1	30	ON	BERHASIL
2	26	ON	BERHASIL
3	26	ON	BERHASIL
4	24	OFF	BERHASIL
5	20	OFF	BERHASIL
6	18	OFF	BERHASIL
7	16	OFF	BERHASIL
8	15	OFF	BERHASIL
9	17	OFF	BERHASIL
10	18	OFF	BERHASIL

Tabel 6. Hasil pengujian kipas DC di pot 2.

No	Suhu dari sensor	Status Kipas DC	keterangan
1	30	ON	BERHASIL
2	28	ON	BERHASIL
3	25	ON	BERHASIL
4	23	OFF	BERHASIL
5	21	OFF	BERHASIL
6	18	OFF	BERHASIL
7	16	OFF	BERHASIL
8	14	OFF	BERHASIL
9	13	OFF	BERHASIL
10	10	OFF	BERHASIL

3.4. Pengujian kontrol kondisi kelembapan tanah tanaman

Tabel 7 dan tabel 8 merupakan tabel pengujian *capacitive soil moisture sensor* dan pompa DC di pot 1 dan pot 2. Kelembapan yang dibutuhkan oleh tanaman daun bawang dan mawar yaitu 80%. Pengujian pompa DC di pot 1 dan pot 2 berjalan sesuai dengan perancangan, yaitu pompa DC menyala untuk memompa air untuk dialirkan ke tanaman dan berhenti ketika kelembapan tanah sudah melewati 80%. Konfigurasi antara sensor, pompa DC sebagai aktuator dan mikrokontroler juga sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator lainnya di dalam sistem.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor *capacitive soil moisture* dan pompa DC di pot 1.

No	Kelembapan dari sensor	Status pompa DC	keterangan
1	53%	ON	BERHASIL
2	53%	ON	BERHASIL
3	55%	ON	BERHASIL
4	87%	OFF	BERHASIL
5	87%	OFF	BERHASIL
6	85%	OFF	BERHASIL
7	85%	OFF	BERHASIL
8	86%	OFF	BERHASIL
9	85%	OFF	BERHASIL
10	85%	OFF	BERHASIL

Tabel 8. Hasil pengujian sensor *capacitive soil moisture* dan pompa DC di pot 2.

No	Kelembapan dari sensor	Status pompa DC	keterangan
1	46%	ON	BERHASIL
2	47%	ON	BERHASIL
3	47%	ON	BERHASIL
4	47%	ON	BERHASIL
5	48%	ON	BERHASIL
6	49%	ON	BERHASIL
7	50%	ON	BERHASIL
8	87%	OFF	BERHASIL
9	88%	OFF	BERHASIL
10	87%	OFF	BERHASIL

3.5. Pengujian kontrol cahaya tanaman

Durasi cahaya yang dirancang untuk diterima oleh tanaman daun bawang dan mawar yaitu 6 jam. Sistem menggunakan LDR untuk mengukur intensitas cahaya. Ambang batas yang digunakan pada sistem ini yaitu > 20.000 lux, ketika cahaya yang diterima LDR lebih dari ambang batas yang ditentukan, motor *servo* akan ON. Pada perancangan keseluruhan, nantinya saat motor *servo* ON, hal ini sama dengan atap tertutup.

Tabel 9. Hasil pengujian sensor LDR dan motor servo

No	Intensitas cahaya (lux)	Status motor servo	Keterangan
1	2912	TERBUKA	BERHASIL
2	3100	TERBUKA	BERHASIL
3	3069	TERBUKA	BERHASIL
4	2970	TERBUKA	BERHASIL
5	7462	TERBUKA	BERHASIL
6	14971	TERBUKA	BERHASIL
7	24776	TERTUTUP	BERHASIL
8	28007	TERTUTUP	BERHASIL
9	38585	TERTUTUP	BERHASIL
10	63623	TERTUTUP	BERHASIL

Tabel 9 menunjukkan tanggapan sistem dengan sepuluh kali pengujian. Saat artikel ini dibuat, pengujian baru dilakukan pada salah satu pot. Kesepuluh pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Hal ini menunjukkan konfigurasi antara LDR, motor servo sebagai aktuator dan mikrokontroler sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator lainnya di dalam sistem.

3.6. Pengujian Sensor pH tanah dan pompa DC

Kondisi pH tanah yang dibutuhkan kedua tanaman berkisar antara 6,5 – 7. Tabel 10 menunjukkan tanggapan sistem yang sesuai dengan perintah. Ketika pH tanah berada di bawah 6,5, pompa DC yang memompa cairan pH UP akan ON, sampai kondisi pH normal kembali. Saat pH tanah berada di atas 7, pompa DC yang memompa cairan pH DOWN akan ON. Apabila tingkat keasaman tanah sudah normal, sesuai rentang di atas, kedua pompa DC akan OFF. Sistem bekerja sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan tanaman daun bawang dan mawar.

Tabel 10. Hasil pengujian sensor pH tanah dan pompa DC.

No	pH tanah	Pompa DC pH UP	Pompa DC pH DOWN	Keterangan
1	4.43	ON	OFF	BERHASIL
2	4.7	ON	OFF	BERHASIL
3	5.72	ON	OFF	BERHASIL
4	7.17	OFF	ON	BERHASIL
5	8.87	OFF	ON	BERHASIL
6	9.67	OFF	ON	BERHASIL
7	9.08	OFF	ON	BERHASIL
8	7.43	OFF	ON	BERHASIL
9	6.78	OFF	OFF	BERHASIL
10	6.72	OFF	OFF	BERHASIL

Cairan pH UP adalah cairan yang mengandung asam. Cairan ini digunakan untuk menurunkan nilai pH tanah (menaikkan tingkat keasaman). Cairan pH DOWN adalah cairan yang mengandung larutan basa. Cairan ini digunakan untuk menaikkan nilai pH tanah (menurunkan tingkat keasaman).

Hasil pengujian sensor pH dan pompa DC ditunjukkan di tabel 10. Dari tabel terlihat bahwa pompa DC dapat berfungsi dengan benar dengan tingkat keberhasilan 100%. Saat artikel ini dibuat, pengujian baru dilakukan pada salah satu pot. Hal ini menunjukkan konfigurasi antara sensor kelembapan, pompa DC

sebagai aktuator, dan mikrokontroler sudah benar. Konfigurasi ini siap diimplementasikan pada sistem secara keseluruhan dan digabungkan dengan berbagai sensor dan aktuator lainnya di dalam sistem.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sebagian perangkat di dalam sistem yang dirancang, dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem dan konfigurasi sebagian perangkat dapat bekerja dengan baik. Konfigurasi antara beberapa sensor, mikrokontroler, dan aktuator telah berfungsi dengan baik sesuai perancangan. Kinerja beberapa sensor sudah bekerja dengan baik. Hasil pengujian sensor suhu *DS18B20* adalah nilai suhu dengan rata - rata *error* sebesar 4,53%. Hasil pengujian sensor pH tanah adalah nilai kelembapan dengan rata – rata *error* sebesar 6,79%. Pompa dan motor DC bekerja sesuai ambang batas suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang sudah ditentukan. Pengujian sistem masih perlu dilanjutkan untuk mendapatkan kinerja keseluruhan. Keseluruhan sistem perlu disempurnakan dengan mengoneksikan perangkat ke platform IoT untuk keperluan pengawasan secara daring.

5. Referensi

- [1] Anis, N., & Budi, A. S. (2023). Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7, 1810–1816.
- [2] Sumiati, E., & Santoso, B. (2023). PERANCANGAN ALAT PENYIRAMAN TANAMAN KRISAN OTOMATIS MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) (STUDI KASUS : RIKI FLORA) . *Jurnal Ilmu Komputer Dan Science* , 2, 513–519.
- [3] Rohmah, R. N., Raihan, M. R., Budiman, A., Mubin, M. N., & Nurokhim. (2023). TELEMONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PH TANAH UNTUK TANAMAN AGLAONEMA . *Simposium Nasional RAPI XXI* , 258–264.
- [4] Putra, G. M., & Faiza, D. (2022). PENGENDALI SUHU, KELEMBAPAN UDARA, DAN INTENSITAS CAHAYA PADA GREENHOUSE UNTUK TANAMAN BAWANG MERAH MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS (IOT) . *Jurnal Pendidikan Tambusai* , 5, 11404–11419.
- [5] Kusumawati, FX., I. R., & Untoro, W. Y. (2022). SISTEM NOTIFIKASI BUKA/TUTUP PELINDUNG UNTUK TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS RAIN SENSOR MENGGUNAKAN RASPBERRY PI PICO RP2040 . *Melek IT Information Technology Journal*, 8, 77–90.
- [6] Aurellia, S. N., & Widhiantoro, D. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KELEMBAPAN TANAH, PH TANAH DAN INTENSITAS CAHAYA TANAMAN LAHAN TERBUKA DENGAN WSN BERBASIS MODUL NRF24L01. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)* , 12, 4098–4104.
- [7] Ferdy Rakhman Ibrahim , Fikra Titan Syifa, Herryawan Pujiharsono. (2023). Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT. *Journal Of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (jtece)*, ISSN: 2654-8275, *JTECE*. vol. 05, no. 02, pp.63-73, July 2023, 65.
- [8] Muhamad Sahrul, Endang Yuliarman Saragih. (2023). Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0 Berbasis Arduino Uno. *Journal Homepage <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>*.
- [9] Daniel, R., Utomo, A. D. N., & Setyoko, Y. A. (2022). Rancangan Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatis pada Tanaman Tomat dan Cabai . *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1, 161–170.

- [10] Desmira, Ariwibowo, D., Priyogi, G., & Islam, S. (2022). APLIKASI SENSOR LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM. *Jurnal PROSISKO*, 9, 21–29.
- [11] Slamet Purwo Santosa, R. Mas Wahyu Nugroho. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, ISSN:2302-4712, Vol 9 No 1 Januari (2021), 39-40.