

Sistem Pemantauan Kelembapan Tanah Dan Suhu Udara Serta Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat

Fajar Adit P.^{1*}, Muhammad Afrizal D. S.², Muhammad Hadia A. F.³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹230103100@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²230103108@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³230103110@mhs.udb.ac.id

⁴Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁴pramono@udb.ac.id

Abstrak— Penyiraman tanaman tomat secara manual seringkali tidak efisien, memakan waktu, dan kurang presisi dalam menjaga stabilitas kelembapan tanah, sehingga berisiko menurunkan kualitas hasil panen. Sistem irigasi otomatis dan pemantauan lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 diusulkan sebagai solusi inovatif untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini bekerja dengan memantau suhu dan kelembapan udara melalui sensor DHT11, serta membaca kadar air media tanam menggunakan sensor soil moisture. Ketika kelembapan tanah terdeteksi di bawah batas ideal (60%), ESP32 memproses data tersebut dan mengaktifkan pompa air melalui relay, lalu mematikannya kembali saat tanah sudah mencapai kelembapan yang cukup (80%). Metode yang digunakan mencakup perancangan dan implementasi prototipe perangkat keras serta antarmuka perangkat lunak menggunakan platform aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menjaga tingkat kelembapan tanah secara otonom dan mampu menampilkan data pemantauan secara real-time. Kesimpulan utama adalah bahwa sistem penyiraman berbasis IoT ini menawarkan solusi yang efisien dan praktis untuk meningkatkan efektivitas budidaya tanaman hortikultura, khususnya tomat.

Kata kunci— Penyiraman Otomatis, IoT, ESP32, Sensor Kelembapan, *Smart Farming*.

Abstract— *Manual watering of tomato plants is often inefficient, time-consuming, and imprecise in maintaining soil moisture stability, which risks reducing the quality of the harvest. An automatic irrigation and environmental monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using the ESP32 microcontroller is proposed as an innovative solution to overcome this problem. This system works by monitoring air temperature and humidity through the DHT11 sensor, and reading the water content of the planting medium using a soil moisture sensor. When soil moisture is detected below the ideal limit (60%), the ESP32 processes the data and activates the water pump via a relay, then turns it off when the soil has reached sufficient moisture (80%). The method used includes designing and implementing a hardware prototype and software interface using the Blynk application platform. Test results show that this system is effective in maintaining soil moisture levels autonomously and is capable of displaying monitoring data in real-time. The main conclusion is that this IoT-based watering system offers an efficient and practical solution to improve the effectiveness of horticultural crop cultivation, especially tomatoes.*

Keywords— *Automatic Watering, IoT, ESP32, Moisture Sensor, Smart Farming.*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) kini telah merambah secara luas, salah satunya memberikan dampak signifikan pada sektor pertanian cerdas atau *Smart Farming* [1], [3], [11]. Pada praktiknya, manajemen irigasi yang presisi masih menjadi tantangan utama dalam budidaya tanaman hortikultura seperti tomat. Metode penyiraman konvensional secara manual dinilai tidak efisien, memakan banyak waktu, dan sulit menjaga konsistensi. Padahal, tomat merupakan

tanaman yang sangat sensitif terhadap stabilitas kelembapan tanah; pasokan air yang berlebih dapat memicu pembusukan akar, sementara kekurangan air akan membuat tanaman stres hingga layu. Jika kebutuhan air ini tidak terpenuhi secara akurat, proses pertumbuhan dan pembuahan tanaman akan terhambat, yang berujung pada menurunnya kualitas dan kuantitas panen [4].

Di sisi lain, para petani sering kali memiliki keterbatasan waktu untuk memantau lahan dan melakukan penyiraman secara rutin. Kondisi ini

mempertegas urgensi adanya sebuah sistem penyiraman otomatis cerdas sebagai solusi. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang telah dilengkapi kapabilitas WiFi untuk terhubung ke internet [2], [5]. Guna mendeteksi kondisi tanah secara real-time, sistem ini memanfaatkan sensor soil moisture (kelembapan tanah) sebagai parameter utama dalam menentukan kapan irigasi harus dilakukan [12]. Selain itu, data lingkungan yang dikumpulkan dibuat lebih komprehensif dengan penambahan sensor DHT11 yang berfungsi memantau suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman [1], [4].

Sistem irigasi ini dikembangkan untuk beroperasi secara otonom, di mana perangkat akan otomatis mengaktifkan pompa air ketika tingkat kelembapan tanah anjlok di bawah batas ideal yang dibutuhkan tanaman. Lebih jauh lagi, sistem ini diintegrasikan dengan platform IoT Blynk agar terhubung dengan ponsel pintar. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat memantau seluruh data iklim mikro (suhu, kelembapan udara, dan tanah) serta mengendalikan operasional perangkat jarak jauh dengan sangat praktis [13]. Atas dasar itulah, proyek ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan prototipe irigasi otomatis guna meningkatkan efisiensi penyiraman pada budidaya tomat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menguraikan langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam perancangan, pengembangan, dan pengujian "Sistem Pemantauan Kelembapan Tanah Dan Suhu Udara Serta Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat". Pendekatan yang digunakan adalah Metode Prototipe (*Prototyping Model*), yang fokus pada iterasi cepat antara desain dan implementasi, memastikan bahwa fungsionalitas sistem (perangkat keras dan perangkat lunak) berjalan sesuai dengan kebutuhan irigasi tanaman yang telah ditetapkan.

A. Alat dan Bahan

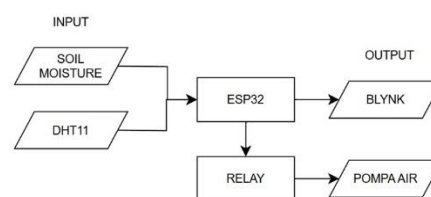
Perancangan dan pembangunan prototipe sistem pemantauan dan irigasi otomatis ini memerlukan kombinasi perangkat keras elektronik, komponen aktuator, dan perlengkapan pendukung. Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Komponen	Spesifikasi & Fungsi	Jumlah
1.	ESP32 Dev Board	Mikrokontroler utama, berfungsi sebagai otak sistem yang memproses data sensor, menjalankan logika kendali, dan mengelola koneksi Wi-Fi ke platform IoT (Blynk).	1 buah
2.	Sensor DHT11	Sensor lingkungan yang digunakan untuk mengukur dan memantau nilai Suhu dan Kelembapan Udara di sekitar tanaman secara real-time.	1 buah
3.	Modul Relay 2-Channel	Berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32 untuk menghidupkan dan mematikan pompa air 5V secara aman.	1 buah
4.	Sensor Kelembapan Tanah (Soil Moisture)	Sensor yang mengukur kadar air di dalam media tanam, digunakan sebagai dasar pertimbangan apakah atap boleh dibuka (untuk penyiraman alami) atau harus ditutup.	1 buah
5.	Pompa Air DC 5V	Aktuator utama yang bertanggung jawab memompa air dari tandon (reservoir) untuk menyiram tanaman ketika diperintahkan oleh relay.	1 buah
6.	Breadboard dan Kabel Jumper	Digunakan sebagai media penyambungan sementara (prototipe) dan penghubung (kabel jumper) antar komponen elektronik ke ESP32.	Secukupnya

B. Diagram Blok

Diagram blok ini menjelaskan arsitektur fungsional sistem secara keseluruhan, yang membagi fungsi menjadi tiga bagian utama: Input, Pemrosesan, dan Output.



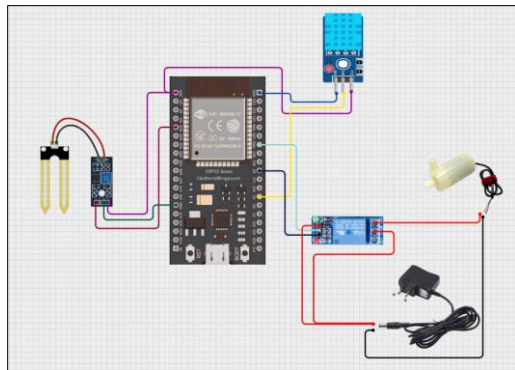
Gambar 1. Diagram Blok

Sistem ini dimulai dari dua input, yaitu sensor kelembapan tanah / soil moisture dan sensor DHT11. Semua data dari kedua sensor ini dikirimkan ke ESP32 sebagai otaknya. Di bagian proses, ESP32 mengolah data tersebut dan melakukan dua hal: pertama, ia mengirim perintah ke relay, dan kedua, ia mengirim data ke Blynk. Terakhir, di bagian output, relay bertindak sebagai saklar untuk

menyalakan pompa, sementara Blynk menampilkan semua data sensor dan status alatnya.

C. Desain Perkabelan

Skema rangkaian menunjukkan tata letak fisik dan interkoneksi elektronik antar komponen utama. Perancangan ini penting untuk memastikan setiap modul terhubung dengan benar ke pin ESP32.



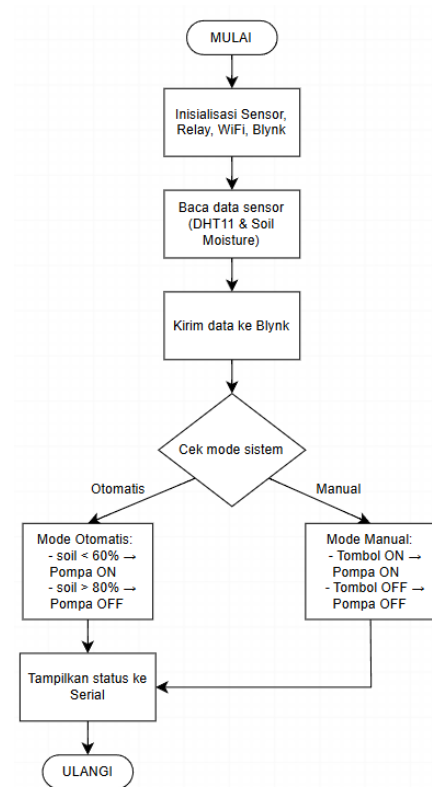
Gambar 2. Desain Perkabelan

Tabel 2. Keterangan PIN / Kabel

No	Komponen	PIN	Terhubung ke PIN / Kabel
1	ESP32	VIN / 5V	Kabel Positif (+) Charger
		GND	Kabel Negatif (-) Charger
		3V3	VCC Sensor DHT
		ESP 4	SDA Sensor DHT
		GND	GND Sensor DHT
		3V3	VCC Soil Moisture
		GND	GND Soil Moisture
		ESP 34	SIG Soil Moisture
2	Sensor DHT	ESP 5	IN Relay
		VCC	3V3 ESP32
		SDA	ESP 4
3	Soil Moisture	GND	GND ESP32
		VCC	3V3 ESP32
		SIG	ESP 34
4	Relay	VCC	Kabel Positif (+) Charger
		GND	Kabel Negatif (-) Charger
		IN	ESP 5
		COM NO	Kabel Positif (+) Charger Pompa Air 5V
5	Pompa Air	A	NO Relay
		C	Kabel Negatif (-) Charger

D. Flowchart

Flowchart ini menjelaskan alur logika program yang ditanamkan pada ESP32, yang menjadi dasar kendali otomatis sistem.



Gambar 3. Flowchart

E. Cara Kerja

1. Sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan udara, sedangkan sensor Soil Moisture membaca kelembapan tanah pada tanaman tomat.
2. Data dari kedua sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk menentukan kondisi lingkungan tanaman.
3. Jika sistem berada pada mode otomatis dan kelembapan tanah di bawah 60%, maka relay akan aktif (LOW) dan pompa air menyala untuk menyiram tanaman.
4. Jika kelembapan tanah di atas 80%, maka relay akan nonaktif (HIGH) dan pompa air mati karena tanah sudah cukup lembap.
5. Pengguna juga dapat beralih ke mode manual melalui tombol di aplikasi Blynk, sehingga pompa dapat dinyalakan atau dimatikan secara langsung tanpa membaca sensor.

6. Seluruh data sensor (suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah) dikirim secara real time ke aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanaman dari jarak jauh melalui smartphone.
7. Sistem terus berjalan secara berulang (loop) setiap beberapa detik untuk memperbarui data sensor, mengontrol pompa, dan mengirimkan informasi terbaru ke aplikasi.

dilengkapi dengan saklar (Switch) "Mode" (untuk beralih antara operasional otomatis atau manual) dan saklar "Pompa Air" untuk menghidupkan pompa dari jarak jauh.



Gambar 5. Desain Antar Muka Blynk

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras & Antarmuka

Pada tahap implementasi, seluruh komponen perangkat keras diintegrasikan menjadi satu kesatuan prototipe fungsional. Mikrokontroler ESP32 DevKit V1, modul relay, dan sirkuit breadboard ditempatkan secara rapi di dalam sebuah wadah untuk keperluan demonstrasi dan melindungi komponen elektronik. Dari pusat kontrol tersebut, ditarik kabel ekstensi untuk sensor pendeteksi, yaitu sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan udara, serta probe sensor Soil Moisture yang ditancapkan langsung pada area media tanam tomat. Kabel daya juga dihubungkan ke aktuator mekanis berupa pompa air submersible mini DC 5V. Tenaga utama sistem disuplai melalui sebuah adaptor 5V yang dihubungkan ke sumber tegangan listrik, guna memastikan kecukupan arus bagi seluruh komponen.



Gambar 4. Implementasi Perangkat Keras

Selain perangkat keras, implementasi antarmuka pengguna (user interface) dibangun menggunakan platform aplikasi IoT Blynk. Dashboard kontrol yang dirancang menampilkan widget Labeled Value untuk suhu udara, Gauge indikator untuk kelembapan udara dan kelembapan tanah (%) yang datanya diperbarui secara real-time. Untuk kebutuhan intervensi manual, antarmuka ini juga

B. Pengujian Sistem

Setelah seluruh perangkat keras terhubung, pengujian dilakukan untuk memvalidasi logika sistem. Pengujian dibagi menjadi dua mode operasional: Mode Otomatis dan Mode Manual (melalui dashboard aplikasi Blynk). Pada Mode Otomatis, pengujian dilakukan dengan menyimulasikan kondisi ekstrem, yaitu dengan mencabut probe sensor soil moisture dari tanah untuk menyimulasikan kekeringan, serta merendam/menyiram sensor untuk menyimulasikan kondisi tanah basah secara maksimal. Selain itu, pengujian juga mencakup validasi pengiriman telemetri lingkungan dari sensor DHT11.

C. Hasil Pengujian

Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional dari alat fisik yang telah diimplementasikan:

Tabel 3. Hasil Pengujian Perangkat Keras Sistem

No	Parameter / Kondisi Uji	Respons Sistem Aktual	Status
1	Kontrol Manual (via Blynk)	Aktuator (pompa air) merespons tombol saklar ON/OFF di aplikasi dengan akurat tanpa jeda berarti.	Berhasil
2	Kelembapan Tanah < 60% (Auto)	Relay aktif (LOW) dan pompa menyala secara	Berhasil

No	Parameter / Kondisi Uji	Respons Sistem Aktual	Status
		otomatis untuk menyiram tanaman.	
3	Kelembapan Tanah > 80% (Auto)	Relay memutuskan arus (HIGH) dan pompa air mati secara otomatis.	Berhasil
4	Pemantauan Lingkungan Udara	Sensor DHT11 mendeteksi dan memperbarui perubahan suhu & kelembapan udara sekitar.	Berhasil
5	Sinkronisasi Data IoT	Data seluruh sensor (<i>soil</i> , suhu, kelembapan) dan status perangkat tampil <i>real-time</i> di <i>dashboard</i> Blynk.	Berhasil

Terdapat catatan penting dari hasil pengujian pada Tabel 1 di atas. Saat sistem berada dalam mode OTOMATIS, sistem terbukti sangat responsif dan aman untuk ekosistem tanaman hortikultura [6]. Penerapan logika kontrol hysteresis (batas bawah 60 % dan batas atas 80%) berhasil dieksekusi dengan presisi. Saat kelembapan anjlok di bawah 60%, pompa menyala dan terus memberikan suplai air hingga tanah benar-benar mencapai titik kelembapan 80% sebelum pompa dimatikan [12]. Mekanisme rentang nilai ini sangat krusial untuk mencegah terjadinya pump cycling (kondisi di mana pompa terus-menerus hidup-mati dalam hitungan detik hanya karena fluktuasi kecil pada satu titik nilai). Selain melindungi umur mekanis pompa dan relay, rentang ini memastikan akar tanaman tomat mendapatkan resapan air yang tuntas tanpa risiko kelebihan air yang memicu busuk akar [11].

Selain keandalan fungsional, sistem yang dirakit juga menunjukkan tingkat efisiensi sumber daya dan komunikasi jaringan yang baik. Bersamaan dengan kontrol air, sensor DHT11 terus memantau parameter iklim mikro yang sangat memengaruhi stres tanaman tomat [1], [4]. Dalam aspek komunikasi jaringan, protokol pengiriman datastream ke server Blynk terbukti ringan. Transmisi data yang efisien membuat mikrokontroler ESP32 terhindar dari tumpukan antrean pemrosesan (blocking). Hasilnya, antarmuka pada ponsel pengguna tidak mengalami jeda (latency) yang signifikan saat menerima telemetri maupun saat pengguna mengirimkan perintah paksa melalui Mode Manual [13].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan merealisasikan prototipe fungsional sistem pemantauan kelembapan tanah, suhu udara, serta penyiraman otomatis pada tanaman tomat berbasis Internet of Things (IoT), sehingga seluruh tujuan utama penelitian dapat dinyatakan tercapai dengan baik. Pengujian sistem menunjukkan bahwa integrasi antara mikrokontroler ESP32, sensor lingkungan, dan platform Blynk mampu bekerja secara andal. Hasil terpenting dari implementasi ini adalah keberhasilan penerapan logika kontrol hysteresis pada rentang kelembapan 60% hingga 80%. Mekanisme batas bawah dan atas ini terbukti krusial dan sangat efektif dalam menjaga kelembapan media tanam secara otonom, sekaligus melindungi komponen kelistrikan dari pump cycling serta membebaskan tanaman dari risiko busuk akar akibat overshoot penyiraman.

Dari segi penerapan praktik, pemanfaatan sistem cerdas ini memberikan efisiensi yang signifikan terhadap penggunaan sumber daya air dan meminimalisasi beban kerja fisik petani. Pengguna kini memiliki fleksibilitas penuh untuk memantau iklim mikro secara real-time dan melakukan intervensi manual dari jarak jauh tanpa terkendala oleh latensi jaringan. Sebagai langkah pengembangan penelitian di masa mendatang, fungsionalitas alat ini dapat diperluas dengan menambahkan sensor pH tanah atau sensor kadar nutrisi (NPK) guna mendapatkan data agrikultur yang lebih komprehensif. Selain itu, penerapan panel surya sebagai sumber energi alternatif juga sangat direkomendasikan agar sistem dapat beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan pada area perkebunan yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan serta masukan selama proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. A. Junaedi, A. A. N. Amrita, and N. Setiawan, "Implementasi sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara berbasis IoT pada plant factory kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana," *Jurnal Spektrum*, vol. 9, no. 2, 2022.
- [2] W. I. Zen and I. R. Jasril, "Pengembangan Sistem Penyiangan Gulma Padi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian," *ELEKTIF: Jurnal Elektronika & Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 75-84, 2024.
- [3] J. C. Simanungkalit and A. H. Mirza, "PERANCANGAN SISTEM UNTUK MEREKOMENDASIKAN TANAMAN PERTANIAN BERBASIS IOT," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 6, pp. 11304-11311, 2024.
- [4] M. Ab Hafiz and M. A. Salamat, "Sistem Pemantauan Kelembapan Tanah Tanaman dan Kelembapan Udara Berasaskan IoT," *Applied Information Technology And Computer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 1533-1548, 2025.
- [5] H. Hanif, Z. Zaini, K. Mizan, and M. Misriana, "Sistem Monitoring Kondisi Tanaman Cabai Untuk Mengoptimalkan Penggunaan Pestisida Berbasis ESP32," in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 8, no. 1, pp. 149-156, May 2025.
- [6] W. Putra, A. I. Pradana, and D. Hartanti, "Sistem Monitoring Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Berbasis IoT Pada Perkebunan Di Desa Sroyo Menggunakan Aplikasi Blynk," *Infotech: Journal of Technology Information*, vol. 10, no. 1, pp. 99-104, Jun. 2024.
- [7] R. Nurhasanah, L. Savina, Z. M. Nata, and I. Zulkhair, "Design and Implementation of IoT based Automated Tomato Watering System Using ESP8266," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1898, Jun. 2021.
- [8] Mutakin, Y. Barnadi, and A. Suryana, "Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis IoT dengan Sensor Kelembaban Tanah," *ELKOM (Jurnal Elektronika dan Komputer)*, vol. 18, no. 1, 2025.
- [9] S. A. Paradita, "Desain Alat Monitoring Penyiraman Otomatis pada Tanaman Tomat Ceri Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things (IoT)," *Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia*, 2024.
- [10] M. M. Syafi'udin, "Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Tomat Menggunakan Metode Neural Network," *Skripsi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia*, 2023.
- [11] K. Obaideen et al., "An overview of smart irrigation systems using IoT," *Energy Nexus*, vol. 7, p. 100124, 2022.
- [12] N. Effendi, W. Ramadhani, F. Farida, and M. Dimas, "Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 91-98, Aug. 2022.
- [13] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 4, pp. 292-297, Apr. 2017.