

Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Berbasis ESP32 dan Internet of Things

Adnan Hanafi^{1*}, Angelia Putri Yuniar², Syakira Dhiya Ananda³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹*220103111@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²220103114@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³220103138@mhs.udb.ac.id

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

Abstrak— Tanaman cabai membutuhkan kelembapan tanah yang stabil untuk pertumbuhan optimal. Dalam praktiknya, penyiraman manual seringkali tidak efisien dan menyebabkan pemborosan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyiraman otomatis berbasis ESP32 dan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk memantau kondisi kelembapan secara *real time*, dan akan mengaktifkan pompa air secara otomatis melalui modul relay jika kadar kelembapan turun di bawah ambang batas 30%. Status penyiraman juga dikirimkan ke smartphone pengguna sebagai notifikasi melalui aplikasi *Blynk*. Pengujian dilakukan dengan simulasi kondisi kelembapan tanah yang bervariasi dan menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dalam mode otomatis maupun manual, dengan waktu respons kurang dari 1,5 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 50% dan mendukung penerapan pertanian presisi pada lahan skala kecil hingga menengah.

Kata kunci— ESP32, Internet of Things, Sensor Kelembapan Tanah, Penyiraman Otomatis, Tanaman Cabai

Abstract— *Chili plants require stable soil moisture for optimal growth. In practice, manual watering is often inefficient and leads to water waste. This study aims to design an automatic irrigation system based on ESP32 and Internet of Things (IoT) technology. The system utilizes a soil moisture sensor to monitor moisture levels in real time and automatically activates a water pump via a relay module when the moisture drops below the 30% threshold. The irrigation status is also sent to the user's smartphone as a notification through the Blynk application. Testing was conducted under varying soil moisture conditions and demonstrated that the system can operate in both automatic and manual modes, with a response time of less than 1.5 seconds. The results show that the system can improve water use efficiency by up to 50% and supports the implementation of precision agriculture on small to medium-scale farms.*

Keywords— ESP32; Internet of Things; Soil Moisture Sensor; Automatic Irrigation; Chili Plants

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor vital dalam perekonomian yang terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pertanian dikenal sebagai *smart farming* yang bertujuan meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Salah satu praktik yang dapat ditingkatkan dengan teknologi adalah sistem irigasi tanaman [1].

Objek dari penelitian ini adalah tanaman cabai yang secara umum membutuhkan tingkat kelembapan tanah yang stabil. Di berbagai daerah tropis, seperti Indonesia, tanaman cabai kerap mengalami stres air akibat ketidakaturan penyiraman, yang dapat menurunkan hasil panen

[2]. Oleh karena itu, sangat penting menciptakan sistem penyiraman otomatis yang dapat mengakomodasi kebutuhan air secara *real time* [3].

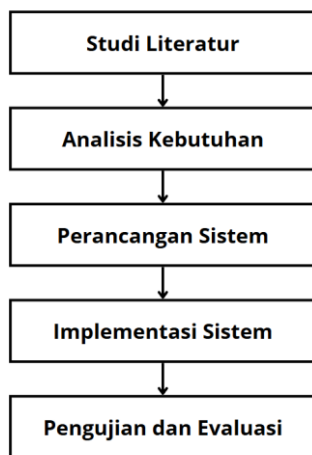
Permasalahan utama yang dihadapi petani kecil hingga menengah adalah keterbatasan dalam mengakses sistem irigasi otomatis yang efisien dan terjangkau. Hasil survei oleh Badan Litbang Pertanian menunjukkan bahwa 65% petani masih mengandalkan penyiraman manual, yang berpotensi menyebabkan pemborosan air dan kurang optimalnya penyiraman [4]. Selain itu, ketidaktahuan terhadap kondisi tanah secara langsung menjadi penghambat produktivitas.

Solusi yang ditawarkan adalah pembuatan prototipe sistem penyiram otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang dikendalikan oleh ESP32 dan terintegrasi dengan IoT untuk memberikan notifikasi status penyiraman ke perangkat pengguna. Keunikan dari sistem ini terletak pada penggunaan komponen yang murah, fleksibel, dan mudah dirakit, sehingga cocok diimplementasikan oleh petani kecil. Sistem ini juga menampilkan status penyiraman di *smartphone*, sehingga pengguna dapat memantau dari jarak jauh [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem penyiram otomatis tanaman cabai berbasis ESP32 dan IoT, serta mengevaluasi kinerja sistem dalam menjaga kelembapan tanah secara optimal dan efisien.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berkesinambungan. Urutan tahapan metode yang digunakan meliputi:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur, tahap ini dilakukan dengan mengkaji referensi ilmiah dari jurnal, artikel, dan buku terkait sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Hasil studi ini menjadi dasar dalam perancangan sistem dan logika kontrol perangkat.
2. Analisis Kebutuhan, untuk menentukan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Analisis mencakup karakteristik teknis dari sensor kelembapan

tanah, relay, pompa air mini DC, ESP32, serta antarmuka aplikasi.

3. Perancangan Sistem, meliputi diagram blok untuk menunjukkan alur data dan hubungan antar komponen, flowchart sebagai panduan logika pemrograman, serta skema rangkaian alat untuk implementasi elektronik.
4. Implementasi Sistem, yakni proses perakitan fisik alat dan penulisan program menggunakan Arduino IDE. ESP32 dikonfigurasi untuk membaca data sensor secara periodik dan mengontrol pompa melalui relay sesuai dengan kondisi kelembapan tanah.
5. Pengujian dan Evaluasi, pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan logika penyiraman otomatis dan manual. Evaluasi difokuskan pada akurasi pembacaan sensor, kecepatan respons sistem, dan kestabilan komunikasi dengan aplikasi *Blynk*.

Dengan mengikuti tahapan tersebut, prototipe sistem penyiram otomatis yang dikembangkan diharapkan dapat bekerja secara optimal dan adaptif terhadap kebutuhan tanaman serta kondisi lapangan, khususnya pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah.

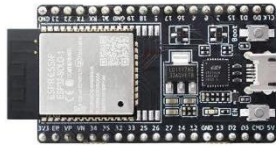
A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah seperti jurnal nasional dan internasional, artikel, serta laporan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem irigasi otomatis, teknologi IoT, penggunaan sensor kelembapan tanah, dan implementasi ESP32 dalam otomasi pertanian. Tujuannya adalah memperoleh dasar teoritis yang kuat untuk mendukung perancangan dan pengembangan sistem [6].

B. Analisis Kebutuhan

Perancangan sistem didasarkan pada kebutuhan perangkat keras dan lunak sebagai berikut:

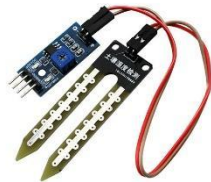
1. ESP32 Mikrokontroler



Gambar 2. ESP32

Sebagai pusat kendali sistem yang juga memiliki konektivitas WiFi untuk pengiriman data ke aplikasi [7].

2. Sensor Kelembapan Tanah



Gambar 3. Sensor Kelembapan Tanah

Berfungsi mengukur tingkat kelembapan tanah secara *real time* [8]

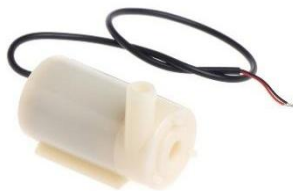
3. Relay Module



Gambar 4. Relay Module

Menghubungkan ESP32 dengan pompa air sebagai aktuator penyiraman.

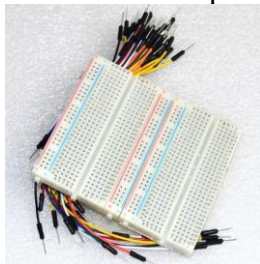
4. Pompa Air Mini DC



Gambar 5. Pompa Air Mini

Mengalirkan air ke tanaman secara otomatis saat kelembapan tanah di bawah ambang batas.

5. Breadboard dan Kabel Jumper



Gambar 6. Breadboard dan Kabel Jumper

Untuk menghubungkan seluruh rangkaian elektronik secara fleksibel.

6. Smartphone dengan Aplikasi Blynk



Gambar 7. Aplikasi Blynk

Menerima notifikasi kondisi kelembapan dan status penyiraman melalui *smartphone* dengan aplikasi Blynk [9].

7. Power Supply 9V

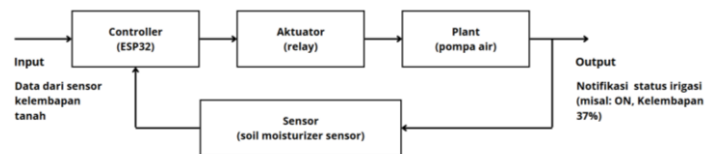


Gambar 8. Power Supply 9V

Memberi daya eksternal ke pompa air mini melalui relay.

C. Diagram Blok Sistem

Blok diagram merupakan representasi visual yang digunakan untuk menunjukkan komponen-komponen utama atau modul dari suatu sistem beserta hubungan antar komponen tersebut [10]. Berikut ini merupakan blok diagram dari integrasi sistem untuk penyiraman otomatis tanaman cabai:



Gambar 9. Diagram Blok Sistem

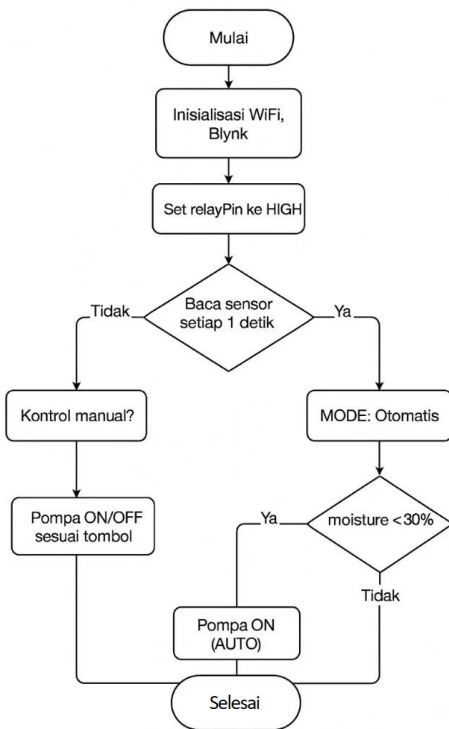
Sensor membaca data kelembapan dan mengirimkannya ke ESP32. Jika nilai lebih kecil dari batas yang ditentukan, maka relay mengaktifkan pompa untuk menyiram tanaman. Data ini juga dikirimkan ke aplikasi Blynk.

D. Flowchart Sistem

Alur kerja sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Inisialisasi WiFi dan Blynk: ESP32 terhubung ke jaringan WiFi dan menginisialisasi koneksi dengan server Blynk menggunakan token autentikasi.

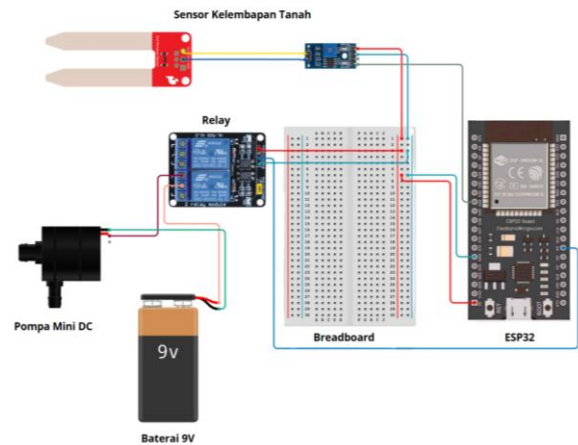
3. Set relayPin ke HIGH: Memberikan logika HIGH (mati) ke pin relay agar pompa dalam keadaan off secara default saat sistem dinyalakan.
4. Pembacaan Sensor: Setiap satu detik, sistem membaca kelembapan tanah dari sensor analog.
5. Pengkondisian Mode Otomatis/Manual:
 - a. Jika Manual: Pompa dikendalikan berdasarkan status tombol manual (V12) di *Blynk*.
 - b. Jika Otomatis: Sistem secara otomatis menyalakan pompa jika kelembapan tanah < 30%, dan mematikannya jika ≥ 30%.
6. Selesai dan proses terus berulang selama sistem aktif.



Gambar 10. Flowchart Sistem

E. Skema Rancangan Alat

Perancangan seluruh komponen elektronik mencakup empat elemen utama yang saling terhubung. Elemen-elemen tersebut meliputi rangkaian input, rangkaian kontrol, rangkaian output, serta perangkat lunak program yang bekerja secara terpadu [11]. Skema rancangan alat dari irigasi otomatis tanaman cabai berbasis sensor kelembapan tanah adalah sebagai berikut.



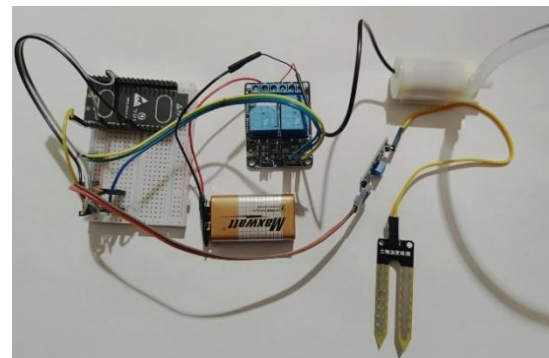
Gambar 11. Skema Rangkaian Alat

Skema rangkaian alat ini mencakup:

1. Sensor kelembapan dihubungkan ke pin analog GPIO 33 ESP32
2. Modul relay dihubungkan ke pin digital GPIO 4 ESP32
3. Pompa air terhubung ke relay dan sumber daya eksternal baterai 9V.
4. ESP32 terhubung ke jaringan WiFi dan aplikasi *Blynk* untuk pengiriman data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

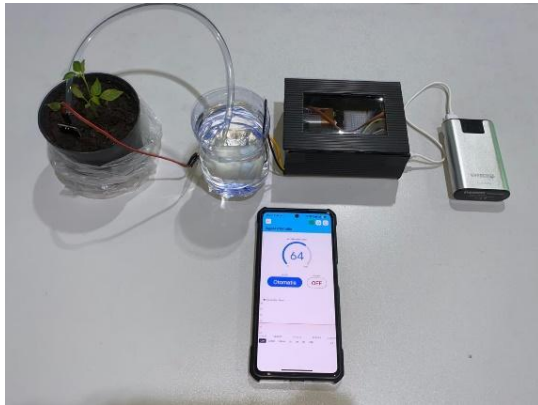


Gambar 12. Rangkaian Komponen

Sistem telah berhasil dirakit dan diprogram menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah, modul relay, dan pompa air mini. Komponen dirangkai pada breadboard dan disuplai dengan sumber daya baterai 9V.

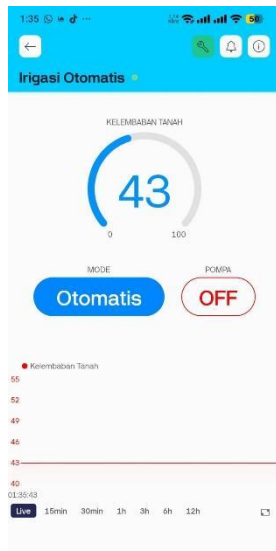
Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dan integrasi dengan aplikasi *Blynk* menggunakan token autentikasi. Sistem dirancang bekerja dalam dua mode:

- a. Mode Otomatis: Pompa menyala ketika kelembapan < 30%, dan mati ketika ≥ 30%.
- b. Mode Manual: Pompa dikendalikan langsung oleh pengguna melalui tombol ON/OFF di aplikasi.



Gambar 13. Implementasi Sistem

Tampilan pada aplikasi *smartphone* menunjukkan nilai kelembapan tanah (%) dan pilihan mode manual atau auto, serta terdapat juga status penyiramannya (ON/OFF).



Gambar 14. Tampilan pada Aplikasi *Blynk*

B. Pengujian Sistem

1. Pengujian Sensor dan Pompa Air

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat beralih antara mode otomatis dan manual melalui tombol kontrol di aplikasi *Blynk* (V13 untuk mode, V12 untuk tombol ON/OFF pompa).

Tabel 1. Tabel Pengujian Sensor dan Pompa Air

Mode Dijalankan	Tombol Manual	Kelembapan (%)	Status Pompa	Keterangan
Manual	ON	20	ON	Pompa menyala manual
Manual	ON	35	ON	Pompa menyala manual
Manual	OFF	70	OFF	Pompa dimatikan manual
Otomatis	-	25	ON	Pompa menyala otomatis
Otomatis	-	29	ON	Pompa menyala otomatis
Otomatis	-	50	OFF	Pompa mati otomatis

Sistem dapat beralih dengan baik antara mode otomatis dan manual, serta menjalankan kontrol pompa sesuai logika program dengan respon waktu yang cepat dan akurat.

2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Tabel berikut merangkum hasil pengujian sistem irigasi otomatis berdasarkan beberapa aspek utama, mulai dari pembacaan sensor, respon pompa, fungsi mode manual dan otomatis, hingga kecepatan respons sistem. Seluruh pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan perancangan dan dinyatakan berhasil.

Tabel 2. Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem

Aspek Pengujian	Hasil	Kesimpulan
Sensor membaca nilai kelembapan	Sesuai kondisi tanah	Berhasil
Otomatisasi pompa berdasarkan kelembapan	Pompa ON < 30%, OFF > 30%	Berhasil
Mode manual aktif dan bekerja	Sesuai perintah tombol	Berhasil
Pergantian mode berjalan lancar	Manual atau Otomatis	Berhasil
Respon sistem	Kurang dari 1,5 detik	Berhasil

Berdasarkan pengujian, sistem penyiraman otomatis tanaman cabai ini menunjukkan peningkatan efisiensi hingga 50% dibandingkan penyiraman manual. Efisiensi ini tercapai karena sistem hanya menyiram tanaman saat kelembapan tanah benar-benar menurun, sehingga mengurangi penyiraman yang tidak perlu. Selain itu, sistem juga menghemat waktu pengguna karena tidak perlu melakukan penyiraman secara rutin, cukup memantau melalui aplikasi yang terhubung.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembapan tanah dan

ESP32. Sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Keunggulan sistem ini terletak pada efisiensi penggunaan air dan kemudahan monitoring jarak jauh dan terdapat kontrol otomatis maupun manual.

Pengujian dilakukan dengan simulasi kondisi kelembapan tanah yang bervariasi dan menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara otomatis maupun manual, dengan waktu respon kurang dari 1,5 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 50% dan mendukung penerapan pertanian presisi pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah.

Pekerjaan lanjutan (*future work*) dari penelitian ini meliputi integrasi dengan panel surya untuk sumber daya mandiri dan penambahan fitur prediksi cuaca berbasis API agar sistem lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan.

REFERENSI

- [1] W. Syahbudin, "Aplikasi Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) dalam Meningkatkan Efisiensi Produksi Pertanian," *literacy notes*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [2] S. S. Ranesa and S. Tejowulan, "Efek Kandungan Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai pada Kondisi Stres Air," *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, vol. 1, no. 1, pp. 79–86, 2024.
- [3] K. Obaideen, B. A. Yousef, M. N. AlMallahi, Y. C. Tan, M. Mahmoud, H. Jaber, and M. Ramadan, "An overview of smart irrigation systems using IoT," *Energy Nexus*, vol. 7, p. 100124, 2022.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Indikator Pertanian 2022," Jakarta, 2023. Accessed: May 05, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/10/13/21a20fa0c364d9f989f2b56/indikator-pertanian-2022.html>
- [5] J. Tarigan, M. Bukit, and S. N. Yilu, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Untuk Budidaya Tanaman Terong Ungu (Solanum Melongena L.) Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, vol. 8, no. 2, pp. 30–39, 2023.
- [6] S. A. Wibowo, A. A. Setiawan, K. A. D. Nova, and P. Pramono, "Sistem Simulasi Pendeteksi Kebakaran Berbasis Iot Menggunakan Blynk," 2024.
- [7] V. O. Oner, *Developing IoT Projects with ESP32: Automate your home or business with inexpensive Wi-Fi devices*. Packt Publishing Ltd, 2021.
- [8] A. Thoriq, L. H. Pratopo, R. M. Sampurno, and S. H. Shafiyullah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things," *Jurnal Keteknikan Pertanian*, vol. 10, no. 3, pp. 268–280, 2022.
- [9] A. Ulinuha and A. G. Riza, "Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Android Dengan Aplikasi Blynk," *Abdi Teknayasa*, pp. 26–31, 2021.
- [10] M. A. Pratama, A. F. Sidhiq, Y. Rahmanto, and A. Surahman, "Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga," *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 80–92, 2021.
- [11] D. Febrina, S. Agustina, and F. Trisnawati, "Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Soil Moisture Sensor dan Relay," *vol. 2*, pp. 2598–2723, 2021.