Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 25, No 3 (2025): Oktober, 1556-1561
DOI: 10.33087/jiubj.v25i3.6332

Implementasi *Internet of Things* (Iot) pada Sistem Penyiraman Otomatis Bibit Alpukat dengan Aplikasi Mobile

Adigunawan, Budi Tjahjono, Bambang Irawan, Ary Prabowo
Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul
Correspondence: adigunawan1405@esaunggul.ac.id, budi.tjahyono@esaunggul.ac.id, bambang.irawan@esaunggul.ac.id, ary.prabowo@esaunggul.ac.id

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur pemantauan waktu nyata untuk tingkat kelembapan dan pH tanah, yang dirancang untuk mendukung budidaya bibit alpukat. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke dua sensor kelembapan tanah dan satu sensor pH, dan dikontrol melalui aplikasi seluler yang dibangun dengan Flutter. Data sensor ditransmisikan ke server backend menggunakan protokol MQTT, sementara komunikasi antara aplikasi dan server backend dilakukan melalui REST API. Pengguna dapat mengonfigurasi jadwal dan durasi penyiraman, serta mengatur ambang batas kelembapan untuk memicu penyiraman otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi efektif dalam memantau kondisi tanah dan melakukan penyiraman berdasarkan pengaturan yang dikonfigurasi.

Kata Kunci: *IoT, Automatic Watering, Soil Moisture, Soil pH, ESP32, Flutter*.

ABSTRACT
This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based automatic watering system with real-time monitoring features for soil moisture and pH levels, designed to support the cultivation of avocado seedlings. The system utilizes an ESP32 microcontroller connected to two soil moisture sensors and one pH sensor, and is controlled through a mobile application built with Flutter. Sensor data is transmitted to a backend server using the MQTT protocol, while communication between the application and the backend server is conducted via a REST API. Users can configure watering schedules and durations, as well as set moisture thresholds to trigger automatic watering. Testing results show that the system functions effectively in monitoring soil conditions and performing watering based on the configured settings.

Keywords: *IoT, Automatic Watering, Soil Moisture, Soil pH, ESP32, Flutter.*

PENDAHULUAN

Alpukat (Persea americana) merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan terus mengalami peningkatan permintaan (Mora-Sandí et al., 2021). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2024), produksi alpukat nasional pada tahun 2023 mencapai 8.740.465 kwintal. Produksi bibit berkualitas menjadi tahap awal yang sangat menentukan keberhasilan budidaya alpukat, yang bergantung pada perawatan seperti penyiraman, pemupukan, dan pengelolaan media tanam (Kumar et al., 2024). Salah satu kendala umum dalam perawatan bibit adalah penyiraman yang tidak sesuai, baik dari segi frekuensi maupun volume, yang dapat menyebabkan pembusukan akar atau kekeringan yang menghambat pertumbuhan (Zuazo et al., 2021).

Sebagian besar petani masih menggunakan metode penyiraman manual yang kurang efisien dan rentan terhadap ketidakteraturan (Subagja et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi penyiraman secara otomatis. *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi inovatif melalui sistem otomatisasi penyiraman berbasis sensor kelembapan dan mikrokontroler yang terhubung dengan aplikasi digital (Morchid et al., 2024; Paolone et al., 2024). Sistem ini mampu memantau kelembapan dan pH tanah secara *real-time*, serta mengatur penyiraman sesuai kondisi lingkungan tanaman (Thomopoulos et al., 2024).

Penelitian ini mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembapan serta pH tanah (Ivanova, 2025). Sistem ini diintegrasikan dengan aplikasi mobile berbasis Flutter (Kheder & Mohammed, 2024) yang memungkinkan pengguna mengatur jadwal penyiraman otomatis, menentukan ambang batas kelembapan, serta memantau data sensor secara

langsung. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta mendukung pertumbuhan bibit alpukat secara optimal (Effendi et al., 2022; Herianto et al., 2023).

METODE

Penelitian ini menggunakan model pengembangan perangkat lunak Waterfall yang terdiri dari beberapa tahap berurutan, yaitu:

a. Analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem seperti fitur penyiraman otomatis berbasis kelembapan, pemantauan pH tanah secara real-time, serta penjadwalan penyiraman melalui aplikasi mobile.
b. Desain sistem, dilakukan perancangan perangkat keras (ESP32, sensor kelembapan, sensor pH, dan relay) serta perancangan aplikasi mobile untuk mengontrol dan memantau sistem secara real-time.
c. Pembuatan perangkat lunak, yaitu pengembangan aplikasi mobile menggunakan Flutter, yang berfungsi mengatur jadwal penyiraman, memantau kondisi tanah, serta berkomunikasi dengan sistem backend.
d. Pembuatan perangkat keras, berupa perakitan dan konfigurasi komponen seperti ESP32, sensor, dan relay untuk mengontrol pompa air dan membaca data tanah.
e. Integrasi sistem, yaitu menggabungkan perangkat keras dan lunak, memastikan komunikasi antar keduanya berjalan dengan baik.
f. Pengujian sistem, dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rencana, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.
g. Pengujian ulang, dilakukan untuk memverifikasi sistem dalam berbagai kondisi penggunaan.
h. Perbaikan sistem, memperbaiki bug atau kekurangan yang ditemukan selama pengujian serta peningkatan fitur berdasarkan kebutuhan pengguna.

Perangkat Keras

Sistem ini dibangun dengan menggunakan beberapa komponen utama perangkat keras sebagai berikut:

- NodeMCU ESP32: Digunakan sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem.
- Sensor kelembapan tanah: Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah secara real-time.
- Sensor pH tanah: Berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman tanah, yang penting untuk pertumbuhan tanaman optimal.
- Modul relay: Berfungsi sebagai saklar otomatis yang mengaktifkan pompa air berdasarkan data sensor atau jadwal penyiraman.
- Pompa air: Bertugas melakukan penyiraman secara otomatis sesuai perintah dari sistem.

Perangkat Lunak

Aplikasi mobile dikembangkan menggunakan framework Flutter, sedangkan backend server dibangun dengan Node.js dan menggunakan PostgreSQL sebagai sistem basis data. Komunikasi antara perangkat IoT dan server dilakukan melalui protokol MQTT. Aplikasi mobile menyediakan fitur-fitur utama sebagai berikut:

- Registrasi dan login pengguna;
- Penambahan data tanaman dan perangkat yang terhubung;
- Pengaturan jadwal penyiraman serta batas ambang kelembapan sebagai pemicu;
- Pemantauan kondisi sensor secara real-time;
- Kontrol penyiraman secara manual dan otomatis.

Desain Sistem

Desain sistem dirancang untuk memungkinkan komunikasi efektif antara perangkat keras dan perangkat lunak. Skema komunikasi sistem adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler ESP32 mengirimkan data sensor ke MQTT Broker.
- Server Backend membaca data dari broker dan menyimpannya ke dalam basis data PostgreSQL.
- Aplikasi Mobile terhubung ke backend menggunakan REST API, untuk menampilkan informasi sensor dan mengatur logika penyiraman.

Mikrokontroler (ESP32)

ESP32 digunakan sebagai otak utama sistem. Mikrokontroler ini dipilih karena memiliki fitur Wi-Fi untuk komunikasi IoT, serta jumlah pin analog dan digital yang cukup untuk mendukung sistem.

Sensor Kelembapan Tanah

Sistem ini menggunakan dua sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air di dua area berbeda. Sensor ini menghasilkan sinyal

analog yang dihubungkan ke pin ADC pada ESP32:
- Sensor kelembapan 1 dihubungkan ke GPIO32.
- Sensor kelembapan 2 dihubungkan ke GPIO33.

Sensor pH

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau basa tanah. Sensor ini menghasilkan sinyal analog yang dihubungkan ke pin ADC GPIO34 pada ESP32.

Modul Relay

Tiga modul relay digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik, seperti pompa air. Setiap relay dihubungkan ke pin digital ESP32 sebagai berikut:
- Relay 1 dihubungkan ke GPIO18.
- Relay 2 dihubungkan ke GPIO19.
- Relay 3 dihubungkan ke GPIO21.

Catu Daya

Semua komponen mendapatkan daya dari catu daya terpusat dengan tegangan 5V. ESP32 menerima daya melalui port VIN. Modul relay juga memiliki input daya terpisah untuk memastikan kestabilan arus.

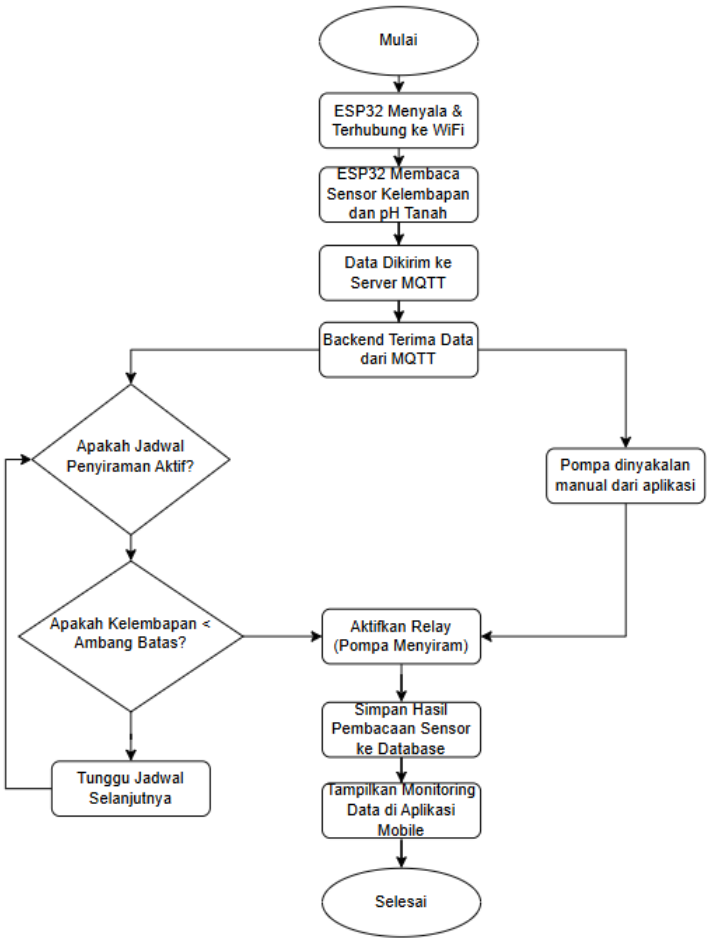
Grounding

Semua komponen berbagi ground yang sama agar komunikasi antar perangkat berjalan dengan baik.

HASIL

Rancangan Sistem Secara Umum

a. Flowchart Kerja Sistem



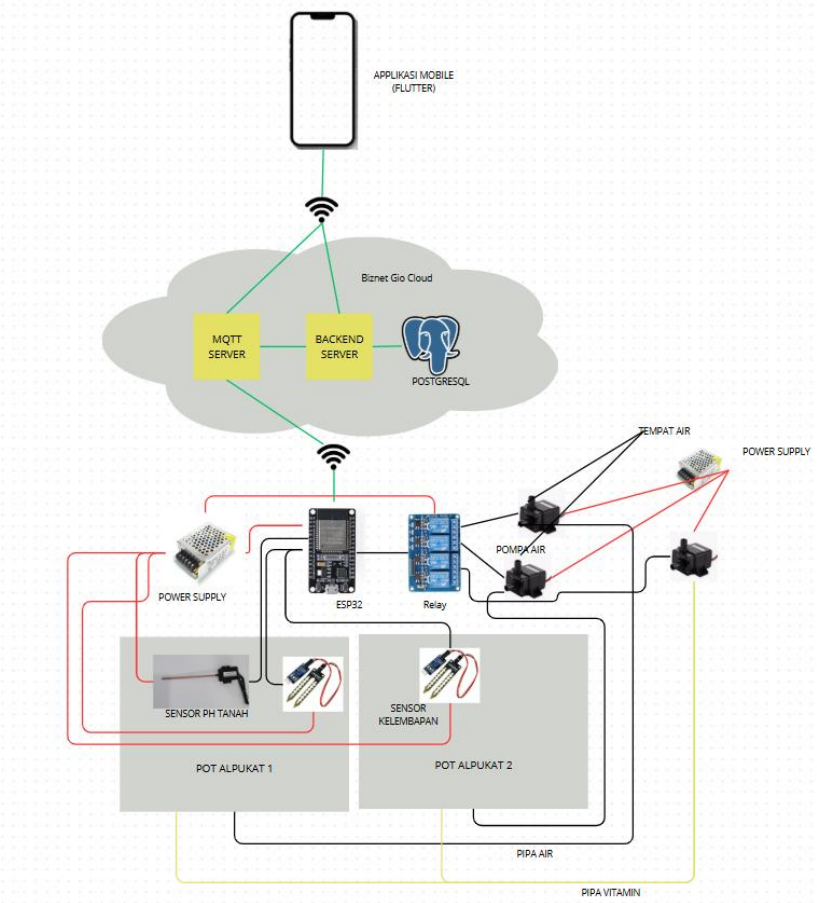
Sumber: data olahan

Gambar 1
Flowchart Kerja Sistem

Flowchart pada gambar tersebut menggambarkan alur kerja sistem penyiraman otomatis berbasis IoT untuk bibit alpukat. Sistem dimulai saat ESP32 menyala dan terhubung ke WiFi, kemudian membaca data dari sensor kelembapan dan pH tanah untuk dikirim ke server

MQTT. Data diterima oleh backend yang memeriksa apakah jadwal penyiraman aktif dan apakah nilai kelembapan berada di bawah ambang batas. Jika terpenuhi, pompa akan diaktifkan melalui relay untuk melakukan penyiraman, dan data sensor disimpan ke database serta ditampilkan di aplikasi mobile. Selain penyiraman otomatis, pengguna juga dapat menyalakan pompa secara manual melalui aplikasi. Flowchart ini menggambarkan proses integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam mengontrol penyiraman tanaman secara cerdas dan efisien.

b. Gambaran Sistem Secara Umum



Sumber: data olahan

Gambar 2
Diagram Alur Komunikasi Sistem

Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

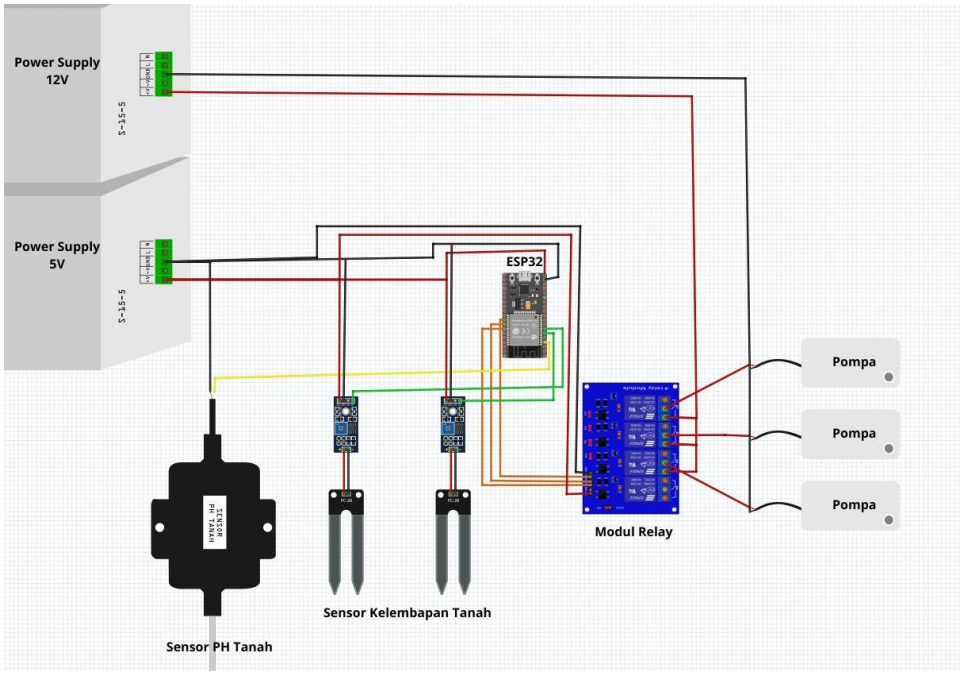
- Mikrokontroler *ESP32* akan melakukan inisialisasi terhadap sensor masukan, yaitu *sensor kelembapan tanah* dan *sensor pH tanah* yang terpasang pada masing-masing pot bibit alpukat.
- Hasil pembacaan sensor dikirimkan secara nirkabel melalui koneksi *Wi-Fi* ke *broker MQTT* yang terhubung dengan *backend server* di *Biznet Gio Cloud*.
- *Backend server* menerima data dari *MQTT*, memproses data sensor, dan menyimpannya ke dalam basis data *PostgreSQL* serta menjalankan logika penyiraman otomatis berdasarkan ambang batas kelembapan atau jadwal yang telah ditentukan.
- Aplikasi mobile yang dikembangkan menggunakan *Flutter* berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau data sensor secara *real-time*, mengatur jadwal penyiraman, serta mengendalikan pompa air secara manual.
- *MQTT server* berperan sebagai perantara komunikasi dua arah antara *ESP32*, *backend server*, dan aplikasi mobile menggunakan protokol *MQTT* yang ringan dan efisien.
- Pompa air dikendalikan oleh *ESP32* melalui modul *relay* untuk menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan

tanah atau instruksi dari pengguna melalui aplikasi.

- Seluruh komponen sistem seperti sensor, *ESP32*, *relay*, dan pompa air memperoleh suplai daya dari *power supply* eksternal yang telah disesuaikan.

Rancangan Sistem Perangkat Keras

Rancangan sistem perangkat keras dapat dijelaskan melalui diagram berikut:



Sumber: data olahan

Gambar 3
Rancangan Sistem Perangkat Keras

Implementasi sistem dilakukan dengan merakit semua komponen perangkat keras ke dalam satu rangkaian terintegrasi. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali, yang menerima data dari dua sensor utama, yaitu sensor kelembapan tanah dan sensor pH tanah. Sensor kelembapan terhubung ke pin ADC ESP32 dan ditanam di dalam media tanah untuk mengukur kadar air. Sensor pH ditanam didalam media tanah mendeteksi tingkat keasaman tanah.



Sumber: data olahan

Gambar 4
Implementasi Perangkat Keras

Modul relay dihubungkan ke tiga pompa air mini yang bertugas menyiram tanaman berdasarkan logika pemicu yang ditentukan pengguna. Catu daya eksternal 5V–2A digunakan

untuk memberi daya ke seluruh sistem secara stabil. Sistem dirakit dalam kotak pelindung untuk meminimalkan risiko gangguan lingkungan luar seperti air hujan dan panas matahari. Perangkat lunak dikembangkan dalam dua bagian, yaitu frontend (aplikasi mobile) dan backend (server). Aplikasi mobile dibangun menggunakan Flutter, yang memfasilitasi tampilan interaktif dan antarmuka ramah pengguna. Backend dibangun dengan Node.js dan PostgreSQL untuk pengolahan dan penyimpanan data. Komunikasi data antara ESP32 dan server dilakukan menggunakan protokol MQTT (Mosquitto broker) yang ringan dan responsif.

SIMPULAN

Sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dikembangkan berhasil memantau dan mengontrol kelembapan serta pH tanah pada bibit alpukat secara *real-time* melalui aplikasi mobile. Integrasi antara mikrokontroler *ESP32*, sensor, dan *backend server* memungkinkan penyiraman dilakukan secara otomatis berdasarkan jadwal dan ambang batas kelembapan yang ditentukan, sehingga sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penyiraman dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Effendi, N., Ramadhani, W., Farida, F., 2022. Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *3*(2), 91–98.

Herianto, Hamrul, H., Musyrifah. 2023. Rancang Sistem Alat Penyiraman Tanaman Bunga Otomatis Berbasis Internet Of Things. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, *6*(2), 19–26.

Ivanova, I., 2025. Soil Moisture Forecasting from Sensors-Based Soil Moisture, Weather and Irrigation Observations: A Systematic Review. *Smart Agricultural Technology*, *10*(November 2024).

Kheder, M. Q., Mohammed, A. A., 2024. Real-time traffic monitoring system using IoT-aided robotics and deep learning techniques. *Kuwait Journal of Science*, *51*(1), 100153.

Kumar, N., Sow, S., Rana, L., Kumar, V., Kumar, J., Pramanick, B., Singh, A. K., Alkeridis, L. A., Sayed, S., Gaber, A., Hossain, A., 2024. Productivity, water use efficiency and soil properties of sugarcane as influenced by trash mulching and irrigation regimes under different planting systems in sandy loam soils. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*.

Mora-Sandí, A., Ramírez-González, A., Castillo-Henríquez, L., Lopretti-Correa, M., & Vega-Baudrit, J. R. (2021). Persea Americana Agro-Industrial Waste Biorefinery for Sustainable High-Value-Added Products. *Polymers*, *13*(11), 1–15.

Morchid, A., Oughannou, Z., Alami, R. El, Qjidaa, H., Jamil, M. O., Khalid, H. M., 2024. Integrated Internet of Things (IoT) Solutions for Early Fire Detection in Smart Agriculture. *Results in Engineering*, *24*(November), 103392.

Paolone, G., Paesani, R., Camplone, J., Piazza, A., Felice, P. Di, 2024. *Conceptualization of IoT architectures*. *14*(1), 334–346.

Subagja, F. E., Supriyadi, A. P., Kurniadi, A. R., Saragih, Y., 2023. Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, *8*(2), 91.

Thomopoulos, V., Tolis, F., Blounas, T. F., Tsipianitis, D., Kavga, A., 2024. Application of Fuzzy logic and IoT in a small-scale Smart Greenhouse System. *Smart Agricultural Technology*, *8*(March), 100446.

Zuazo, V. H. D., Lipan, L., Rodríguez, B. C., Sendra, E., Tarifa, D. F., Nemś, A., Ruiz, B. G., Carbonell-Barrachina, Á. A., García-Tejero, I. F., 2021. Impact of deficit irrigation on fruit yield and lipid profile of terraced avocado orchards. *Agronomy for Sustainable Development*, *41*(5), 1–16.