

IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM PEMANTAUAN KESUBURAN TANAH BERBASIS IOT

Farhan Nuryadi¹, Ni Wayan Parwati Septiani², Mei Lestari³

^{1,2,3}Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Nangka Raya No. 58C, RT.7/RW.5, Tanjung Barat, Kec. Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12530

[1farhannuryadi6@gmail.com](mailto:farhannuryadi6@gmail.com), [2wayan.parwati@gmail.com](mailto:wayan.parwati@gmail.com), [3mei.lestari6@gmail.com](mailto:mei.lestari6@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan tanah berbasis IoT menggunakan *platform* ESP32 yang dilengkapi dengan konektivitas *WiFi* dan *Bluetooth*. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi tanah secara *real-time*, termasuk kelembaban, pH, dan suhu tanah, yang sangat berpengaruh pada produktivitas pertanian. Penelitian ini juga memfokuskan pada pengembangan aplikasi *client-server* yang memungkinkan petani untuk memantau kondisi tanah secara efisien melalui *website*, serta menerima notifikasi otomatis melalui aplikasi Telegram saat kondisi tanah berada di luar ambang batas yang ditetapkan. Metode *Research and Development (R&D)* digunakan untuk mengembangkan prototipe, dan pengujian sistem dilakukan di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam memantau kondisi tanah secara *real-time* dan meningkatkan efisiensi penggunaan air serta pengelolaan lahan pertanian. Sistem ini diharapkan dapat menjadi Solusi yang praktis dan efisien untuk petani dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Kata kunci: IoT, ESP32, Pemantauan Tanah, Pertanian, *Real-time*

ABSTRACT

*This study aims to develop an IoT-based soil monitoring system using the ESP32 platform, equipped with Wi-Fi and Bluetooth connectivity. The system is designed to monitor soil conditions in real-time, including moisture, pH, and temperature, which significantly affect agricultural productivity. The study also focuses on developing a client-server application that enables farmers to efficiently monitor soil conditions through a website and receive automatic notifications via the Telegram app when soil conditions exceed the predefined thresholds. The **Research and Development (R&D)** method was used to develop the prototype, and field tests were conducted. The results show that this system is effective in monitoring soil conditions in real-time and improving water usage efficiency and land management in agriculture. This system is expected to provide a practical and efficient solution for farmers to enhance agricultural productivity and sustainability.*

Key Word: IoT, ESP32, Soil Monitoring, Agriculture, *Real-time*

PENDAHULUAN

Produktifitas pertanian sangat bergantung pada kondisi tanah. Seperti kelembaban, pH, dan suhu, yang mempengaruhi pertumbuhan dan Kesehatan tanaman. Pemantauan secara manual terhadap kondisi tanah masih menjadi tantangan bagi para petani, yang seringkali mengakibatkan ketidakakuratan dalam pengelolaan lahan, berujung pada penurunan hasil panen. Untuk itu diperlukan teknologi yang dapat memantau kondisi tanah secara *real-time* pada petani guna meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian.

Internet of Things (IoT) adalah salah satu Solusi inovatif yang telah diterapkan di berbagai sektor, termasuk pertanian. *IoT* memungkinkan pengumpulan data secara otomatis dari berbagai sensor, yang kemudian diproses dan diakses kapan saja dan dimana

saja. Menurut Behmann & Wu (2015), IoT mengintegrasikan internet, komputasi *mobile*, dan konektivitas dalam kehidupan sehari-hari, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efisien.

Pemantauan kondisi tanah merupakan Langkah penting untuk menjaga produktivitas lahan, karena tanah merespons perubahan lingkungan dan pengelolaan secara lambat. El Behairy et al., (2024), menekankan pentingnya pemantauan tanah untuk mendeteksi area dengan produksi rendah, memantau dampak pengelolaan lahan, serta membantu dalam pengambilan keputusan jangka panjang terkait penggunaan lahan pertanian. Tanpa pemantauan yang efektif, kerusakan tanah yang tidak terdeteksi dapat menyebabkan penurunan kualitas lahan yang permanen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan tanah berbasis IoT menggunakan platform ESP32, sebuah *microcontroller* yang dilengkapi dengan konektivitas *WiFi* dan *Bluetooth*. ESP32 digunakan karena kehandalannya dalam menangani sensor tanah serta kemampuan integrasi dengan protokol komunikasi seperti HTTP dan WebSocket untuk transmisi data *real-time*.

Microcontroller ESP32 merupakan alat serbaguna dalam penelitian IoT, menawarkan berbagai aplikasi mulai dari sistem keamanan, pemantauan industri dan alat pendidikan. Integrasi ESP32 dalam berbagai sistem IoT menunjukkan adaptabilitas dan efisiensinya dalam pemrosesan data dan komunikasi *real-time*. Penggunaan ESP32 dalam sistem keamanan ruangan telah dilakukan oleh (Humam & Triawan, 2024), untuk mendeteksi adanya pergerakan di dalam ruangan dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi *mobile*.

Untuk keperluan pemantauan industri ESP32 dan berbagai sensor digunakan untuk mengumpulkan data operasional, seperti tegangan arus, kebakaran, sensor gas MQ2, sensor suhu, dan kelembaban (Kumari et al., 2024).

Umam et al., (2024) menggunakan ESP32CAM sebagai alat pembelajaran IoT, yang menyoroti potensinya dalam media pendidikan. Penelitian oleh Umam ini juga mengevaluasi kelayakan penggunaan ESP32CAM sebagai trainer melalui analisis data yang dikumpulkan dari ahli dan pengguna.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem monitoring tanah menggunakan ESP32 dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian. Penelitian ini juga berfokus pada pengembangan aplikasi *client-server* untuk pemantauan kondisi tanah secara *real-time*, serta mengevaluasi keunggulan dan keterbatasan dari platform ESP32.

Dengan menggabungkan teknologi IoT dan sensor canggih, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang praktis dan efisien bagi petani dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan *prototyping*. Metode *R&D* digunakan karena memungkinkan pengembangan sistem secara iteratif dengan mendapatkan umpan balik dari pengguna pada setiap tahapannya. Sedangkan model *prototyping* digunakan untuk memungkinkan pengembangan cepat, pengujian, dan penyempurnaan sistem berdasarkan kebutuhan pengguna dan kondisi lapangan.

Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu analisis prinsip kerja sistem, desain dan perancangan sistem, pencarian komponen, pembuatan desain alur kerja sistem, pelaksanaan tahap pembuatan, pengujian, dan uji coba lapangan. Berikut adalah penjelasan lebih rinci dari setiap tahapan tersebut:

1. Analisis Prinsip Kerja Sistem
Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap prinsip kerja sistem monitoring tanah yang diinginkan. Identifikasi kebutuhan pengguna dan lingkungan tempat sistem akan diimplementasikan menjadi fokus utama. Hal ini termasuk menentukan parameter tanah yang akan dipantau (seperti kelembaban, pH, dan suhu), serta cara data tersebut akan dikumpulkan dan dikirimkan secara *real-time*.
2. Desain dan Perancangan Prototipe
Tahap desain dan perancangan sistem adalah langkah yang memastikan desain alur kerja sistem. Dalam tahap ini, dilakukan pembuatan desain untuk pengembangan dengan mengintegrasikan komponen-komponen secara presisi. Hal ini bertujuan untuk menciptakan prototipe yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat oleh penulis.
3. Proses Pencarian Kebutuhan Komponen
Pada tahap pencarian kebutuhan komponen, penulis melakukan analisis yang cermat terhadap spesifikasi teknis, ketersediaan, kompatibilitas, dan performa komponen yang dibutuhkan. Penulis juga mempertimbangkan aspek biaya untuk memastikan bahwa prototipe yang dibuat tetap terjangkau. Dengan memperhitungkan harga, kualitas, dan dukungan teknis dari produsen

komponen, penulis berhasil menemukan komponen-komponen yang dapat memenuhi kebutuhan prototipe dengan biaya yang ekonomis, namun tetap menjaga kualitas dan performa yang diinginkan..

4. **Desain Alur Kerja Rancangan Prototipe**
Pada tahap ini, fokus utama adalah merancang alur kerja prototipe yang akan menjadi dasar dari sistem yang dikembangkan. Langkah pertama yang diambil adalah membuat desain alur kerja secara mendetail, menggambarkan serangkaian langkah-langkah yang harus diambil oleh pengguna saat menggunakan sistem yang sedang dirancang.
5. **Tahap Pembuatan Rancangan Yang Telah Dibuat**
Dalam tahap perancangan ini, skema rangkaian untuk setiap komponen akan dijelaskan satu per satu.
6. **Tahap Pengujian Fungsi dan Performa Prototipe**
Proses ini melibatkan serangkaian pengujian yang bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem berfungsi sesuai dengan harapan dan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa semua komponen beroperasi dengan baik dan terintegrasi dengan sempurna.
7. **Tahap Uji Coba Lapangan**
Pada tahap ini, perangkat keras akan dipasang di lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Selama tahap uji coba di lapangan, sistem akan diuji dengan berbagai skenario, melibatkan setiap sensor pada berbagai jenis tanah di lokasi yang berbeda. Hasil dari pengujian ini akan menunjukkan sejauh mana sistem mampu membaca kelembaban, pH tanah, dan suhu dengan akurat.

Pengujian ini juga mencakup penerimaan notifikasi melalui aplikasi *Telegram* dan kemampuan sistem untuk menampilkan data secara *Real-time* melalui website. Pengguna akan menerima notifikasi secara *Real-time* ketika data yang dibaca oleh sensor menunjukkan nilai di luar batas optimal kondisi tanah. Selain itu, pengguna dapat memantau kondisi tanah

secara *Real-time* melalui website dan mengambil tindakan, seperti menyalakan atau mematikan pompa air, berdasarkan data yang diterima.



Gambar 1. Diagram Alur Pengembangan Sistem

Dengan mengikuti tahapan-tahapan ini, sistem monitoring tanah berbasis *IoT* dengan platform *ESP32* dapat dikembangkan dan diuji secara efektif untuk memastikan kinerjanya dalam memantau kondisi tanah secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengidentifikasi beberapa masalah utama yang dihadapi dalam pengelolaan pertanian, terutama terkait dengan pemantauan kondisi tanah. Masalah-masalah tersebut meliputi kebutuhan akan pemantauan tanah secara *real-time*, keterbatasan teknologi di lapangan, penggunaan sumber daya yang tidak efisien, dan kecepatan respons terhadap perubahan kondisi tanah.

Berdasarkan analisis situasional, beberapa masalah yang muncul dalam sistem monitoring kondisi tanah pada lahan pertanian adalah sebagai berikut:

1. **Keterbatasan Teknologi di Lapangan**
Petani di daerah pedesaan sering kali menghadapi keterbatasan akses terhadap teknologi yang terjangkau dan mudah digunakan. Banyak dari petani tidak memiliki pengetahuan atau sumber daya untuk mengimplementasikan sistem pemantauan tanah yang canggih. Solusi yang diusulkan adalah menciptakan sistem yang *user-friendly* dan terjangkau menggunakan perangkat *ESP32* yang relatif murah dan mudah diprogram serta

menyediakan panduan yang jelas untuk instalasi dan penggunaan sistem.

2. Penggunaan Sumber Daya yang Tidak Efisien

Tanpa informasi *real-time* tentang kondisi tanah, sering kali terjadi pemborosan dalam penggunaan air dan pupuk. Hal ini tidak hanya meningkatkan biaya produksi tetapi juga berisiko terhadap keberlanjutan lingkungan. Solusi yang diusulkan adalah integrasi kontrol pompa air berdasarkan data sensor kelembaban tanah. Dengan cara ini, pengguna dapat mengatur penggunaan air secara efisien, hanya menyiram tanaman saat diperlukan.

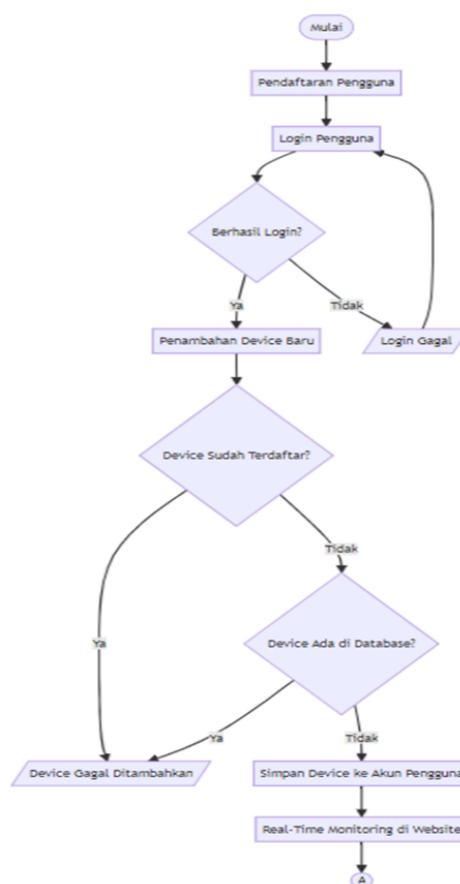
3. Kecepatan Respons terhadap Kondisi Tanah

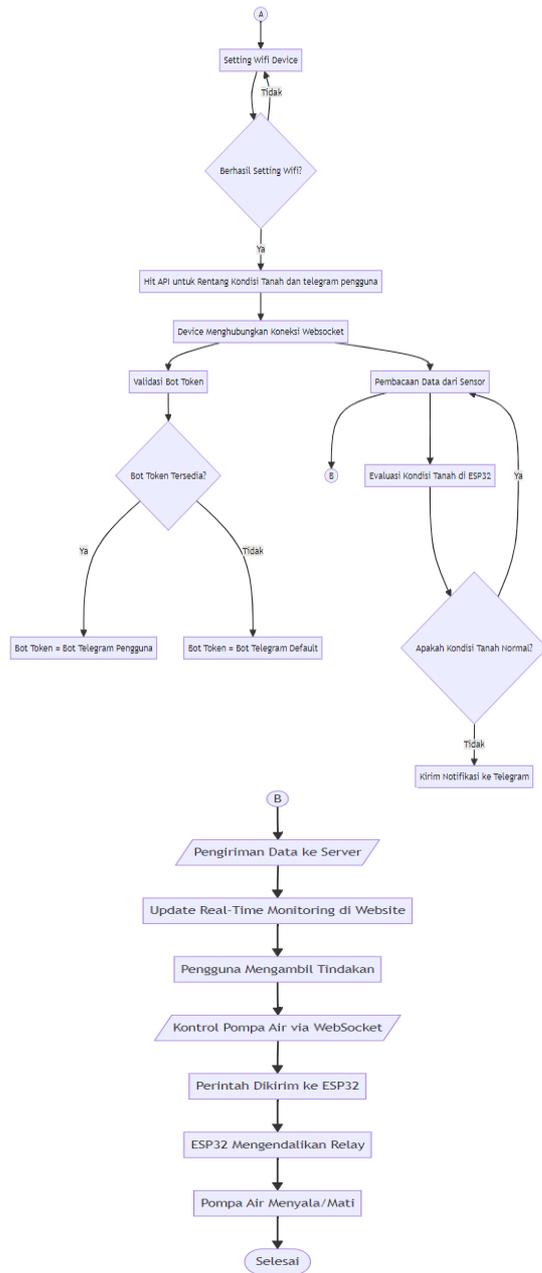
Sistem pemantauan yang ada saat ini tidak memungkinkan respons cepat terhadap perubahan kondisi tanah. Ini berarti bahwa tindakan pencegahan atau korektif sering kali terlambat dilakukan. Solusi yang diusulkan adalah penerapan notifikasi *real-time* melalui aplikasi *Telegram*. Notifikasi ini akan menginformasikan petani tentang perubahan signifikan dalam kondisi tanah, seperti kelembaban yang terlalu rendah atau pH yang tidak ideal, sehingga mereka dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan.

Algoritma

Perancangan algoritma, yang sering disebut sebagai diagram alir atau *flowchart*, merupakan metode yang digunakan untuk membantu analisis dalam memecahkan masalah pemrograman. Proses perancangan algoritma alur kerja melibatkan representasi visual dari komponen sistem dan interaksi di antara mereka. Simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* mewakili berbagai jenis tindakan, keputusan, dan aliran kontrol yang harus diambil oleh sistem. *Flowchart* ini membantu dalam memvisualisasikan langkah-langkah logis yang harus diikuti, memudahkan pemahaman dan komunikasi tentang bagaimana sistem akan beroperasi, serta membantu mengidentifikasi potensi masalah atau inefisiensi dalam alur kerja sebelum implementasi dilakukan.

Secara garis besar alur kerja sistem pemantauan tanah berbasis IoT menggunakan ESP32. Sistem terhubung dengan jaringan WiFi untuk mengumpulkan data sensor dan mengirimkannya ke server. Sistem ini menyediakan fitur monitoring *real-time* melalui website dan pengendalian jarak jauh (seperti mengaktifkan pompa air) berdasarkan data yang dikumpulkan. Selain itu, pengguna diberi notifikasi otomatis melalui telegram apabila kondisi tanah tidak sesuai dengan ambang batas yang ditetapkan, sehingga memungkinkan pengambilan tindakan yang cepat dan efektif. Secara umum algoritma sistem pemantauan tanah menggunakan ESP32 dapat dilihat pada gambar 2 berikut.





Gambar 2. Diagram Alur Sistem Pemantauan Tanah

Rancangan Sistem

Pada rancangan sistem ini dibuat untuk mengintegrasikan setiap komponen-komponen secara presisi. Hal ini bertujuan untuk menciptakan prototipe yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat oleh penulis, bisa dilihat bahwa pada rancangan sistem ini terdiri dari alat *ESP32* yang terhubung dengan beberapa komponen *input* dan *output*, terdapat juga *web client* dan *server* yang saling terhubung menggunakan *protocol HTTP* dan juga *WebSocket*.

ESP32 merupakan pusat Kendali dari seluruh sistem. *Microcontroller* ini terhubung dengan berbagai sensor untuk membaca parameter kondisi tanah, dan berfungsi sebagai penghubung dengan server serta perangkat

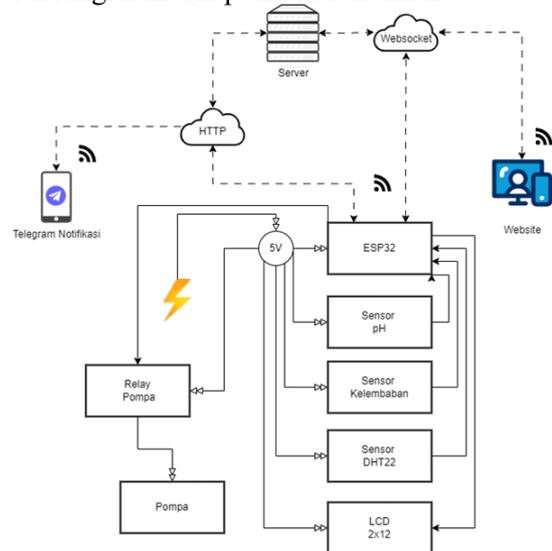
pengguna untuk pemrosesan dan pengendalian *real-time*.

Sensor-sensor yang terhubung dengan *ESP32*, yaitu sensor pH untuk mengukur Tingkat keawaman tanah. Informasi pH penting untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah dan menentukan apakah tanaman dapat tumbuh dengan baik. Selain sensor pH, terdapat juga sensor kelembapan, yang digunakan untuk mengukur kadar air di dalam tanah untuk mengelola irigasi. Kemudian terdapat sensor *DHT22*, untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan sekitar.

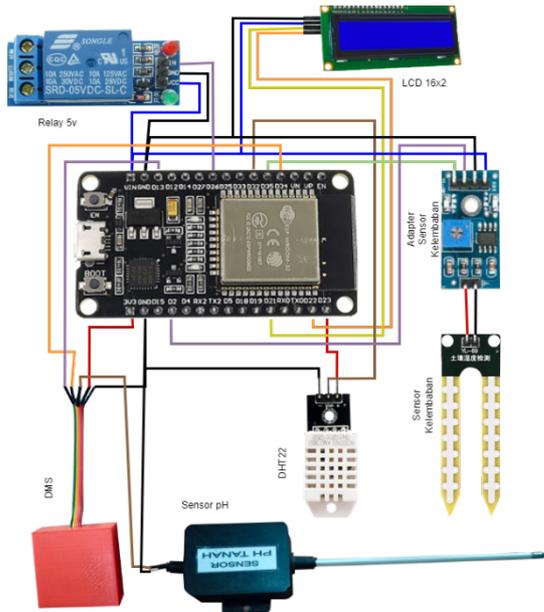
Relay Pompa dikendalikan oleh *ESP32* untuk menghidupkan dan mematikan pompa air secara otomatis. Ketika sistem mendeteksi tanah kering atau kelembabannya di bawah batas yang ditetapkan, maka relau akan aktif untuk menyalakan pompa air.

Kemudian server dan *websocket* digunakan untuk menyimpan dan memproses data dari sensor yang dikirimkan oleh *ESP32*. Server juga menyediakan platform bagi pengguna untuk mengakses melalui *website*. Sedangkan *websocket* digunakan untuk komunikasi *real-time* antara perangkat *ESP32* dan server.

Gambar 3 berikut adalah blok diagram untuk rancangan sistem pemantauan tanah.



Gambar 3. Blok diagram sistem pemantauan tanah
 Untuk sekema rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Skema Rangkaian Alat

Hasil Uji Coba

Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel yang merangkum jenis pengujian, deskripsi, hasil uji coba, serta kesimpulan yang diperoleh. Tabel berikut ini memberikan gambaran lengkap mengenai hasil dari setiap pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem ini telah siap untuk digunakan dalam skenario nyata.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengujian Fungsi

No	Jenis Pengujian	Deskripsi	Hasil Uji Coba	Kesimpulan
1	Pengujian Koneksi Wi-Fi	Menguji kemampuan <i>ESP32</i> untuk terhubung ke 3 jaringan Wi-Fi	<i>ESP32</i> berhasil terhubung ke 3 jaringan Wi-Fi berbeda dengan kekuatan sinyal variatif	Koneksi Wi-Fi stabil dan cepat tanpa putus
2	Pengujian Pembacaan Sensor	Menguji apakah sensor-sensor berfungsi dengan benar dan data yang dihasilkan konsisten	Pembacaan data sensor kelembaban, pH, dan suhu stabil dalam kondisi yang sama	Sensor bekerja dengan baik dan data konsisten
3	Pengujian Pengiriman Data	Menguji kecepatan dan akurasi pengiriman data dari <i>ESP32</i> ke server	Data diterima oleh server dalam waktu rata-rata 1,8 detik	Pengiriman data cepat dan akurat
4	Pengujian Real-time Monitoring	Menguji tampilan data sensor secara Real-time di website	Data sensor ditampilkan di website dengan delay	Monitoring Real-time berjalan lancar

No	Jenis Pengujian	Deskripsi	Hasil Uji Coba	Kesimpulan
			kurang dari 1 detik	
5	Pengujian Hit API	Menguji kemampuan <i>ESP32</i> dalam melakukan hit API untuk rentang kondisi tanah dan data Telegram	API merespons dengan data yang benar dalam waktu rata-rata 0,9 detik	Hit API berhasil dan data akurat
6	Pengujian Notifikasi Telegram	Menguji pengiriman notifikasi ke Telegram jika kondisi tanah tidak normal	Notifikasi diterima oleh pengguna dalam waktu kurang dari 4 detik	Notifikasi Telegram bekerja dengan baik
7	Pengujian Kontrol Pompa Air	Menguji kemampuan pengguna untuk mengendalikan pompa air melalui website	Pompa air merespons perintah dari website dalam waktu kurang dari 5 detik	Kontrol pompa air berjalan lancar
8	Pengujian Stabilitas Sistem	Menguji kestabilan sistem secara keseluruhan dalam jangka waktu yang lama	Sistem berjalan stabil tanpa kegagalan selama 24 jam	Sistem stabil dan handal
9	Pengujian Lingkungan Lapangan	Menguji kinerja sistem dalam kondisi lingkungan nyata (di lapangan)	Sistem berfungsi dengan baik di lokasi lapangan.	Sistem berfungsi optimal di lapangan

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem monitoring tanah *real-time* menggunakan teknologi *IoT*, dengan platform *ESP32* dan protokol *HTTP* serta *WebSocket*. Sistem ini meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian, melalui pemantauan akurat kelembaban, pH, dan suhu tanah.

Hasil penelitian menunjukkan teknologi *IoT* mempermudah petani memantau kondisi tanah secara *real-time* dan mengambil tindakan tepat. Sistem ini memungkinkan kontrol pompa air berdasarkan kondisi tanah terukur dan memberikan notifikasi *real-time* melalui Telegram, sehingga petani dapat merespons cepat dan efektif untuk menjaga kesehatan tanaman.

ESP32 unggul dalam koneksi Wi-Fi dan pengiriman data efisien, meski keterbatasan komputasi dapat mempengaruhi response sistem. Validasi sensor menunjukkan data yang akurat untuk pengambilan keputusan pertanian. Aplikasi *server* dan *web client* mendukung pemantauan tanah *real-time* dengan antarmuka *user-friendly* dan informatif.

Saran

Penelitian ini menyarankan beberapa langkah untuk meningkatkan dan mengembangkan implementasi *IoT* pada sistem monitoring tanah secara *real-time* menggunakan ESP32:

Pengembangan Teknologi:

Mengembangkan lebih lanjut platform ESP32 untuk meningkatkan kapasitas komputasi dan daya tahan, sehingga sistem dapat mengatasi berbagai kondisi lingkungan pertanian dengan lebih efektif.

Validasi Sensor:

Melakukan validasi lebih lanjut terhadap sensor kelembaban, pH, dan suhu tanah untuk memastikan akurasi dan keandalan data dalam berbagai kondisi tanah yang berbeda.

Optimalisasi Sistem:

Mengoptimalkan aplikasi *server* dan *web client* agar lebih responsif, *user-friendly*, dan mampu menyediakan informasi yang lebih terperinci dan bermanfaat bagi pengguna.

Kolaborasi dan Diseminasi:

Menjalin kerja sama dengan institusi pertanian dan stakeholder terkait lainnya untuk mengimplementasikan teknologi ini secara lebih luas.

Penelitian Lanjutan:

Mengeksplorasi lebih dalam mengenai integrasi teknologi *IoT* dengan kecerdasan buatan (AI) untuk analisis prediktif kondisi tanah dan penyusunan strategi manajemen pertanian yang lebih cerdas dan adaptif.

Simpulan menyajikan ringkasan dari uraian pada bagian hasil penelitian dan pembahasan. Simpulan harus sesuai dengan tujuan dan hipotesis penelitian, sedangkan saran harus bersifat membangun dan bermanfaat dalam penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indraprasta PGRI dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Behmann, F., & Wu, K. (2015).

Collaborative internet of things (C-IOT): For future smart connected life and business. In *Collaborative Internet of Things (C-IoT): for Future Smart Connected Life and Business*.

<https://doi.org/10.1002/9781118913734>

El Behairy, R. A., El Arwash, H. M., El Baroudy, A. A., Ibrahim, M. M., Mohamed, E. S., Kucher, D. E., & Shokr, M. S. (2024). How Can Soil Quality Be Accurately and Quickly Studied? A Review. In *Agronomy* (Vol. 14, Issue 8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/agronomy14081682>

Humam, F., & Triawan, M. A. (2024). Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan ESP32CAM dan Sensor Gerak Berbasis IoT. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 7(2), 575–584. <https://doi.org/10.29408/jit.v7i2.26109>

M, S. K., A, T., K, S., & G, S. K. (2024). Research on IoT Based Industrial Monitoring and Protection System. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(6), 52–56. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.62987>

Umam, K., Ibadillah, A. F., Ubaidillah, A., Sukri, H., Rahmawati, D., & Alfita, R.

(2024). Pengembangan Trainer Internet of Things (IoT) Sebagai Media Pembelajaran Dengan Menggunakan NodeMCU ESP32CAM. *Energy : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 14(1), 53–65. <https://doi.org/10.51747/energy.v14i1.1937>

Biografi Penulis



Farhan Nuryadi adalah mahasiswa Universitas Indraprasta PGRI dengan fokus penelitian di bidang *IoT* dan pertanian modern



Ni Wayan Parwati Septiani, Dosen tetap Universitas Indraprasta PGRI, mendapatkan gelar S2 Manajemen perbankan dan Ilmu Komputer dari Universitas Gunadarma, dan Universitas Budi Luhur. Fokus penelitian pada *Machine learning* dan *Datamining*



Mei Lestari, Dosen tetap Universitas Indraprasta PGRI. Mendapatkan gelar S2 Ilmu Komputer dari Universitas Budi Luhur. Fokus penelitian yang telah dilakukan dengan topik *GIS* dan *Deeplearning*