

Sistem Monitoring Ph Pada Tanaman Kelapa Sawit Berbasis IoT

M Yusuf Nurul Yakin¹, Jefri Lianda², Adam³

¹Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

^{2,3}Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

*myusufnurulyakin@gmail.com

Abstrak: Rancang bangun sistem monitoring pH pada tanaman kelapa sawit berbasis Internet of Things (IoT) bertujuan untuk memantau tingkat keasaman tanah secara real-time guna mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan merancang sistem yang terdiri dari sensor pH tanah, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta platform monitoring untuk menampilkan data hasil pengukuran. Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi tanah di area perkebunan kelapa sawit untuk mengetahui kinerja sistem dalam membaca dan mengirimkan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur nilai pH tanah dengan baik serta mengirimkan data secara kontinu dan real-time. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan pada perangkat monitoring sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi pH tanah tanpa harus melakukan pengukuran secara manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring pH tanah berbasis IoT dapat bekerja dengan baik dan efektif dalam mendukung pemantauan kondisi tanah pada tanaman kelapa sawit, sehingga dapat membantu pengelolaan lahan menjadi lebih efisien dan tepat.

Kata Kunci: Arus, Monitoring, Suhu, Tegangan, Real Time

Abstract: *This study presents the design of a soil pH monitoring system for oil palm plants integrated with Internet of Things (IoT) technology for real-time monitoring of soil conditions. The system consists of a soil pH sensor, a NodeMCU ESP8266 microcontroller, and a monitoring platform for data visualization. Testing was conducted on several soil samples to evaluate the performance of the system in measuring and transmitting pH data. The results show that the system is capable of monitoring soil pH accurately and continuously in real time. The monitoring platform successfully displays pH data, allowing users to observe soil conditions remotely and efficiently. The results indicate that the proposed system works effectively and can support better soil management practices for oil palm cultivation.*

Keywords: *Current, Monitoring, Temperature, Real Time, Voltage*

Pendahuluan

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan utama yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Produktivitas tanaman kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, terutama tingkat keasaman (pH) tanah yang berperan dalam menentukan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Nilai pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan penyerapan nutrisi menjadi kurang optimal sehingga berdampak pada pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Oleh karena itu, pemantauan pH tanah secara berkala menjadi langkah penting dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit guna menjaga kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman (Putri, et al., 2024; Tembusai, 2024).

Ada umumnya, pengukuran pH tanah masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur portabel dan pengamatan langsung di lapangan. Metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti membutuhkan waktu, tenaga, serta tidak dapat memberikan informasi kondisi tanah secara berkelanjutan. Selain itu, luasnya area perkebunan kelapa sawit sering kali menjadi kendala dalam proses pemantauan yang efektif. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan

monitoring pH tanah secara otomatis dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna (Sarwansah, R et al., 2022).

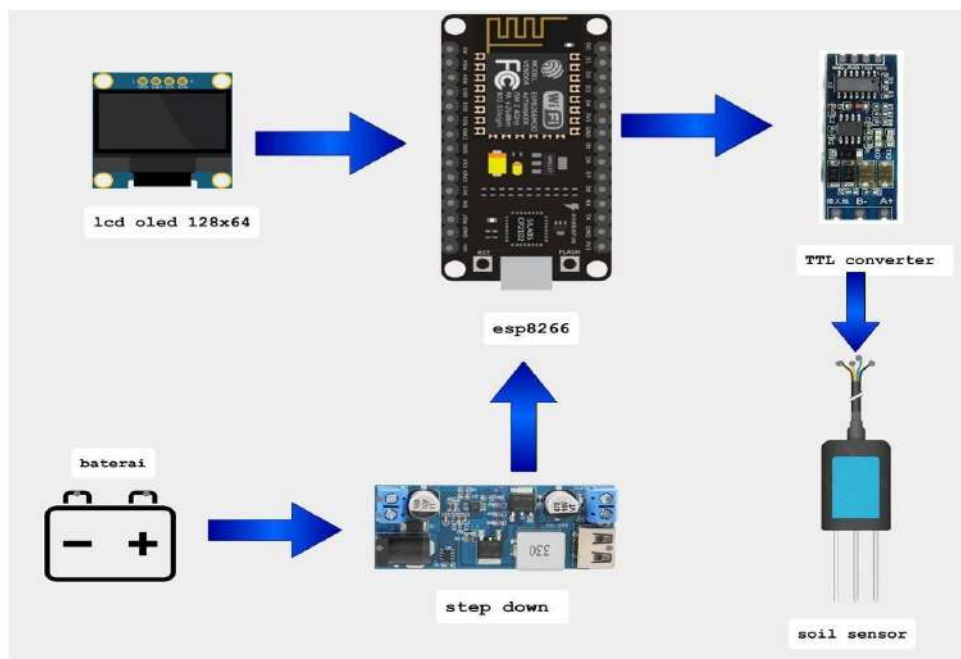
Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk mengembangkan sistem monitoring yang lebih efisien dan terintegrasi. Dengan memanfaatkan sensor pH tanah, mikrokontroler, serta jaringan komunikasi data, informasi mengenai kondisi pH tanah dapat diperoleh secara real-time dan ditampilkan melalui perangkat monitoring. Sistem berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tanah dari jarak jauh sehingga proses pengambilan keputusan terkait pengelolaan lahan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Selain itu, penerapan teknologi ini dapat membantu meningkatkan efisiensi pemeliharaan tanaman dan mendukung praktik pertanian modern yang berbasis data (Nugraha, R. F. A. et al., 2025; Romadan, D. P. et al., 2025).

Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan rancang bangun sistem monitoring kelembaban tanah berbasis Internet of Things (IoT). Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami prinsip kerja sensor kelembaban tanah, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta teknologi IoT yang digunakan dalam sistem monitoring jarak jauh. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang meliputi perangkat keras berupa baterai sebagai sumber daya, modul step-down sebagai penurun tegangan, NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali sistem, sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) sebagai pendeteksi kadar air tanah, modul TTL converter sebagai antarmuka komunikasi data sensor, dan layar OLED 128×64 sebagai media tampilan hasil pengukuran secara langsung. Selain itu, dirancang sistem komunikasi data berbasis Wi-Fi menggunakan NodeMCU ESP8266 yang berfungsi untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor secara real-time ke platform monitoring berbasis internet. Setelah proses perancangan selesai, dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor, kestabilan pengiriman data, serta kinerja keseluruhan sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT.

Tahap berikutnya adalah Data yang diperoleh dari sensor kelembaban tanah kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk menentukan kondisi tanah berdasarkan nilai kadar air yang terukur. Informasi hasil pengukuran ditampilkan secara lokal pada layar OLED 128×64 sehingga pengguna dapat melihat kondisi kelembaban tanah secara langsung. Selain itu, NodeMCU ESP8266 memanfaatkan koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data ke platform IoT yang digunakan sebagai media monitoring jarak jauh. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat memantau kondisi kelembaban tanah secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke internet tanpa harus

melakukan pengukuran secara manual. Hasil pengujian sistem kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor, respons pembacaan data, serta keandalan sistem monitoring dalam mengirimkan informasi secara berkelanjutan. Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah proses analisis dan evaluasi kinerja sistem yang telah dirancang.



Gambar 1. Rancangan Hardware

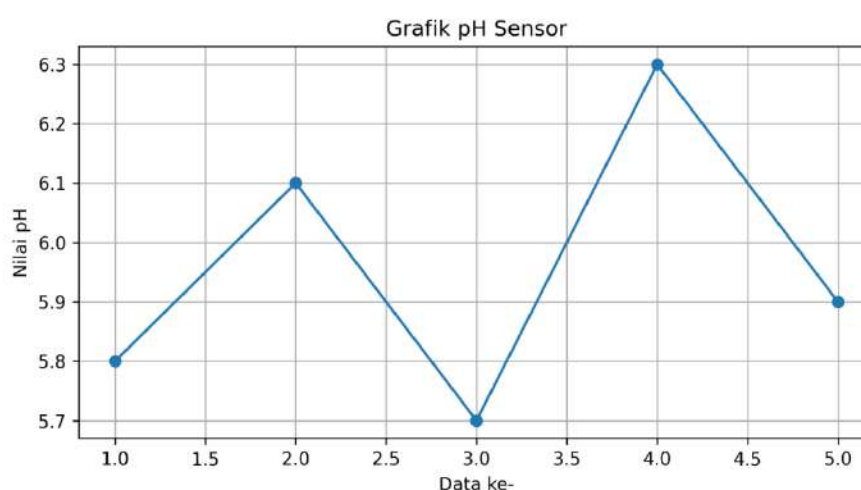
Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kinerja sistem monitoring kelembaban tanah berbasis Internet of Things (IoT). Analisis dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik guna memperjelas perubahan nilai kelembaban tanah selama periode pengujian. Selain itu, data yang ditampilkan secara real-time pada layar OLED dan platform monitoring berbasis internet digunakan untuk mengevaluasi kestabilan sistem dalam membaca dan mengirimkan data. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui respons sensor terhadap berbagai kondisi kelembaban tanah, mulai dari kondisi kering hingga basah. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan kondisi aktual media tanam untuk menilai tingkat akurasi pembacaan sensor. Data yang diperoleh dari NodeMCU ESP8266 dianalisis untuk mengetahui keberhasilan komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi, serta keandalan sistem dalam melakukan monitoring secara berkelanjutan. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam menarik kesimpulan mengenai performa sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT yang telah dirancang, serta efektivitas penerapan teknologi IoT dalam mendukung pemantauan kondisi tanah secara *real-time* dan efisien.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian sensor pH tanah dilakukan pada tanggal 02 Mei 2026 dengan pengambilan data pada pukul 08.00 hingga 16.00 WIB. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor pH yang digunakan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur pH referensi. Parameter yang diamati meliputi nilai pH sensor, nilai pH referensi, persentase error (%), serta status kondisi tanah berdasarkan nilai pH yang diperoleh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH yang terbaca oleh sensor berada pada rentang 5,7-6,3 sedangkan nilai pH referensi berada pada rentang 5,8-6,2. Persentase error yang diperoleh berkisar antara 1,61% hingga 1,72%, yang menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam melakukan pengukuran pH tanah. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, kondisi tanah yang terdeteksi berada pada kategori asam dan netral. Nilai error yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor pH yang digunakan layak diterapkan pada sistem monitoring berbasis internet of things (IoT) untuk pemantauan kondisi tanah secara real-time

Tabel 1. perbandingan antara hasil pembacaan sensor pH dengan nilai pH referensi

Waktu	pH sensor	pH Referensi	Error(%)	Status tanah
08.00	5,8	5,9	1,69	Asam
10.00	6,1	6,0	1,67	Netral
12.00	5,7	5,8	1,72	Asam
14.00	6,3	6,2	1,61	Netral
16.00	5,9	6,0	1,67	Asam

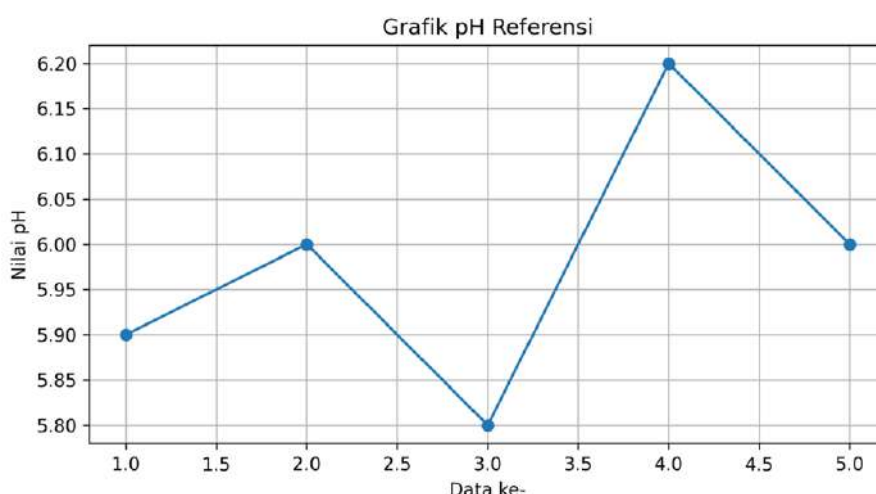


Gambar 2. Grafik pH sensor

Pada gambar 2 grafik pH sensor menunjukkan bahwa nilai pH tanah mengalami fluktuasi selama periode pengujian. Pada pengukuran pertama pukul 08.00 WIB, sensor membaca nilai pH sebesar 5,8 yang menunjukkan kondisi tanah bersifat asam. Nilai pH kemudian meningkat menjadi 6,1 pada pukul 10.00 WIB yang mengindikasikan kondisi tanah mendekati netral. Pada pukul 12.00 WIB, nilai pH mengalami penurunan menjadi 5,7 yang merupakan nilai terendah selama pengujian. Selanjutnya, nilai pH kembali meningkat dan mencapai nilai maksimum sebesar 6,3 pada pukul 14.00 WIB. Pada pengukuran terakhir pukul 16.00 WIB, nilai pH menurun kembali menjadi 5,9.

Perubahan nilai pH yang terjadi selama pengujian menunjukkan adanya variasi kondisi keasaman tanah pada area pengamatan. Fluktuasi tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kandungan air dalam tanah, aktivitas mikroorganisme, kandungan unsur hara, serta kondisi lingkungan sekitar. Meskipun terjadi perubahan nilai pH pada setiap waktu pengukuran, rentang pH yang diperoleh masih berada pada kisaran 5,7 hingga 6,3 sehingga kondisi tanah cenderung berada pada kategori asam hingga mendekati netral.

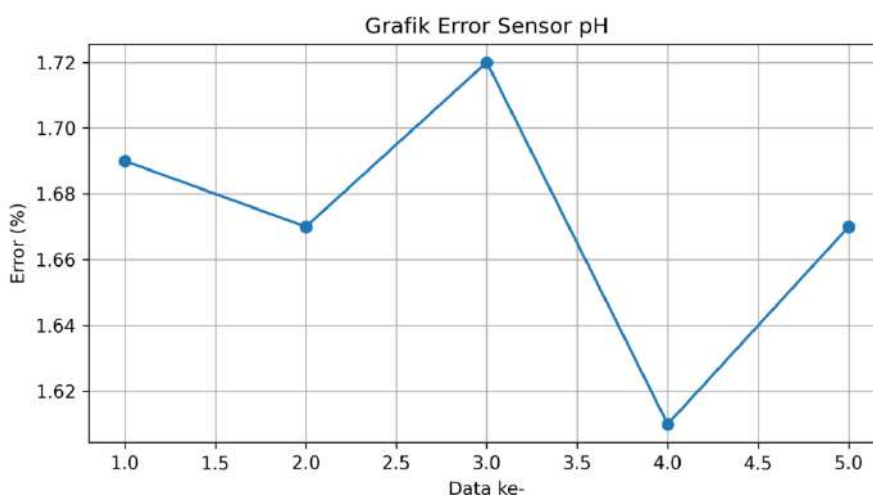
Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH mampu mendeteksi perubahan kondisi tanah dengan baik dan menghasilkan data yang stabil selama proses monitoring berlangsung. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 ke platform IoT secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi pH tanah tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung di lapangan. Dengan demikian, sistem monitoring pH berbasis IoT yang dirancang dapat digunakan sebagai alat pemantauan kondisi tanah secara efektif untuk mendukung pengelolaan tanaman kelapa sawit.



Gambar 3. Grafik pH Referensi

Nilai pH referensi yang diukur menggunakan alat standar mengalami fluktuasi selama periode pengujian dengan rentang nilai antara 5,8 hingga 6,2. Nilai pH terendah terjadi pada pukul 12.00

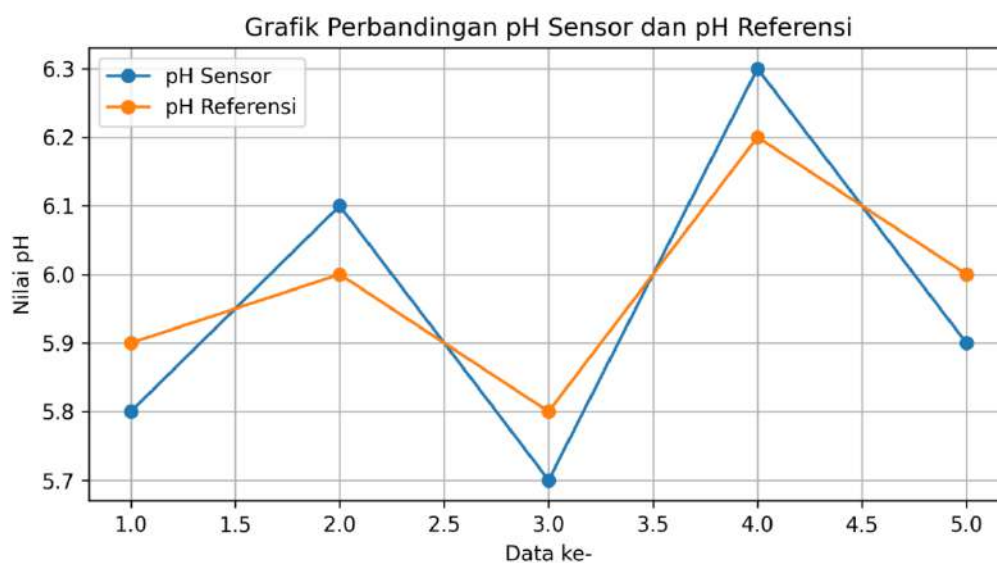
WIB sebesar 5,8, sedangkan nilai pH tertinggi terjadi pada pukul 14.00 WIB sebesar 6,2. Perubahan nilai pH tersebut menunjukkan adanya variasi tingkat keasaman tanah pada lokasi pengujian yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan kadar air tanah. Secara umum, nilai pH yang diperoleh berada pada kategori asam hingga mendekati netral. Hasil pengukuran referensi ini digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor pH pada sistem monitoring berbasis IoT. Kesamaan pola perubahan antara data referensi dan data sensor menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu melakukan pengukuran pH tanah dengan baik dan menghasilkan data yang mendekati kondisi sebenarnya.



Gambar 4. Grafik Error sensor pH

Berdasarkan grafik nilai error sensor pH selama pengujian berada pada rentang 1,61% hingga 1,72%. Nilai error tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB sebesar 1,72%, sedangkan nilai error terendah terjadi pada pukul 14.00 WIB sebesar 1,61%. Perbedaan antara hasil pembacaan sensor dan nilai pH referensi relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa sensor mampu melakukan pengukuran dengan tingkat ketelitian yang cukup baik. Selain itu, pola perubahan nilai error yang cenderung stabil menunjukkan bahwa sensor bekerja secara konsisten selama proses pengujian berlangsung.

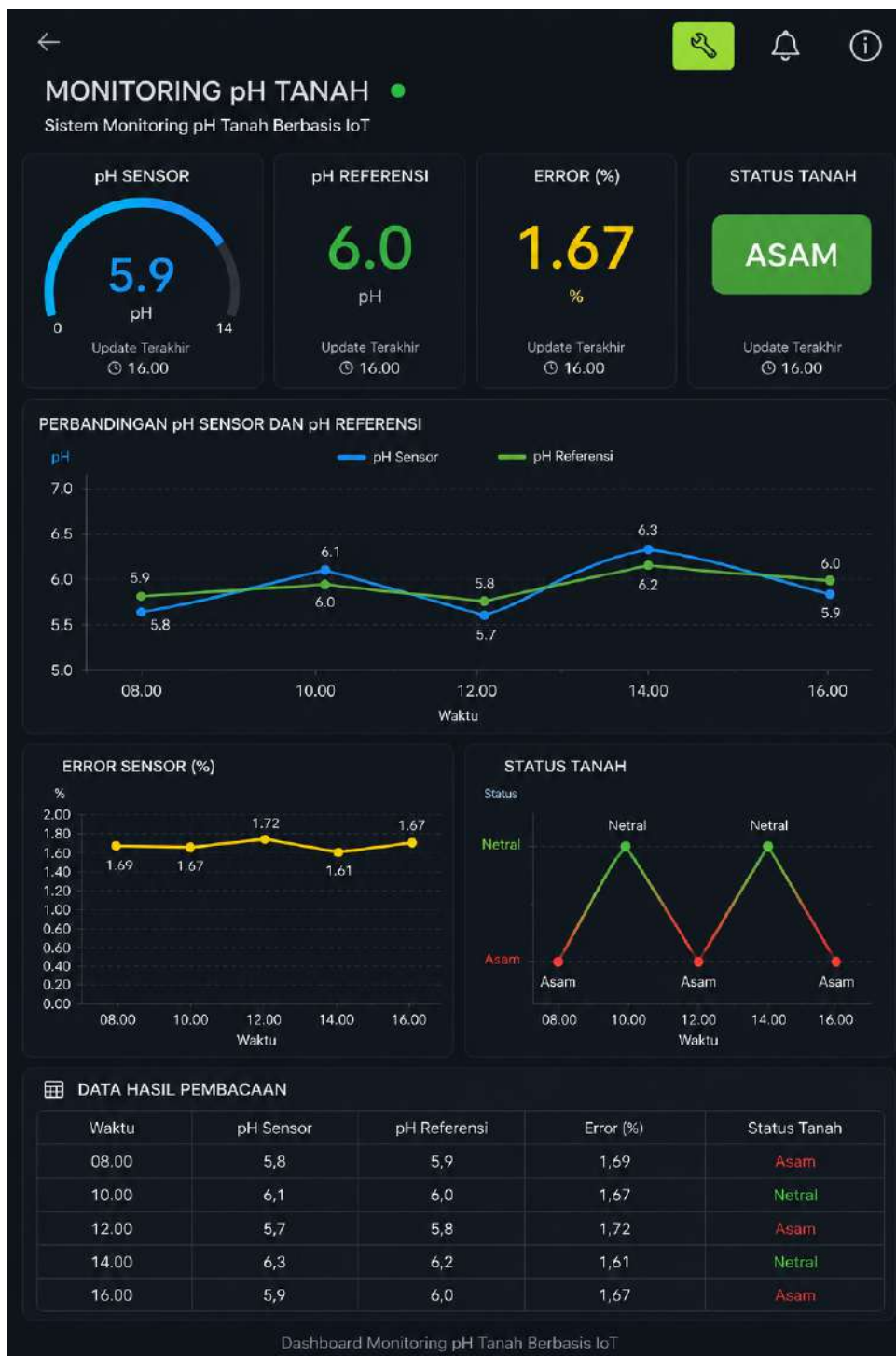
Nilai error yang rendah mengindikasikan bahwa sistem monitoring pH berbasis IoT yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memantau kondisi pH tanah pada tanaman kelapa sawit. Kesesuaian antara data sensor dan data referensi menunjukkan bahwa proses pembacaan, pengolahan, dan pengiriman data oleh NodeMCU ESP8266 berjalan dengan baik. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat monitoring pH tanah secara real-time dan berkelanjutan untuk membantu pemantauan kondisi lahan perkebunan kelapa sawit secara lebih efektif dan efisien.



Gambar 5. Grafik perbandingan pH sensor dan pH Referensi

Gambar 5 grafik perbandingan pH sensor dan pH referensi menunjukkan bahwa kedua data memiliki pola perubahan yang hampir sama pada setiap waktu pengukuran. Nilai pH sensor berada pada rentang 5,7–6,3, sedangkan nilai pH referensi berada pada rentang 5,8–6,2. Selisih antara kedua pengukuran relatif kecil, yang menunjukkan bahwa sensor pH mampu mengikuti perubahan kondisi tanah dengan baik. Kesamaan pola kenaikan dan penurunan nilai pH pada kedua grafik mengindikasikan bahwa sensor memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi perubahan tingkat keasaman tanah secara real-time.

Hasil perbandingan tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring pH berbasis IoT yang dirancang memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang baik. Perbedaan nilai yang kecil antara sensor dan alat referensi menunjukkan bahwa proses pembacaan sensor, pengolahan data oleh NodeMCU ESP8266, serta pengiriman data ke platform monitoring berjalan dengan optimal. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk memantau kondisi pH tanah pada tanaman kelapa sawit secara efektif, sehingga dapat membantu pengguna dalam melakukan pengelolaan dan pengawasan kondisi tanah secara lebih efisien.



Gambar 6. Hasil tampilan Sistem Monitoring

Selama proses pengujian, sistem monitoring pH tanah berbasis internet of Things (IoT) menunjukkan kinerja yang baik dalam menampilkan data hasil pengukuran secara real-time dan berkelanjutan. Nilai pH sensor yang ditampilkan pada dashboard mengalami perubahan sesuai dengan kondisi tanah pada setiap waktu pengamatan. Hasil pembacaan sensor juga menunjukkan

kesesuaian dengan nilai pH referensi, yang ditunjukkan oleh nilai persentase error yang dirancanag mampu melakukan pengukuran dan pengiriman data dengan tingkat akurasi yang baik serta responsif terhadap perubahan nilai pH tanah yang terjadi selama pengujian.

Dashboard monitoring yang dikembangkan mampu menampilkan informasi berupa nilai pH sensor, pH referensi, persentase error, status tanah, grafik perbandingan pH, serta tabel hasil pengukuran secara terintegrasi. Berdasarkan hasil pengujian, nilai pH sensor pada rentang 5,7-6,3 dengan nilai error berkisar antara 1,61% HINGGA 1,72%. Selain itu, tidak ditemukan keterlambatan yang signifikan dalam proses pengiriman data dari sensor ke platform IOT, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanah secara langsung melalui perangkat yang terhubung ke internet. Dengan demikian, sistem monitoring pH tanah berbasis IOT yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi dalam proses pemantauan dan pencatatan data, serta dapat digunakan sebagai media monitoring kondisi tanah secara akurat dan sistematis.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring pH tanah pada tanaman kelapa sawit berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik menggunakan sensor pH tanah, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform monitoring berbasis internet. Sistem mampu melakukan pengukuran, pengolahan, dan pengiriman data pH tanah secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanah dari jarak jauh dengan lebih mudah dan efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH sensor berada pada rentang 5,7-6,3, sedangkan nilai pH referensi berada pada rentang 5,8-6,2 dengan persentase error berkisar antara 1,61% hingga 1,72%. Nilai error yang relatif rendah menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang baik dalam melakukan pengukuran pH tanah.

Selain itu, sistem monitoring yang dikembangkan mampu menampilkan informasi berupa nilai pH sensor, pH referensi, persentase error, status tanah, grafik perbandingan pH, dan tabel hasil pengukuran secara terintegrasi pada dashboard IoT. Selama proses pengujian tidak ditemukan keterlambatan pengiriman data yang signifikan, sehingga sistem dapat bekerja secara responsif dan berkelanjutan. Dengan demikian, sistem monitoring pH tanah berbasis IoT yang dirancang dapat digunakan sebagai solusi untuk mendukung pemantauan kondisi tanah pada tanaman kelapa sawit secara efektif, akurat, dan real-time, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan perkebunan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Laboratorium Simulasi Tenaga Listrik, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis dan ucapan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bengkalis yang telah memberikan dukungan finansial pada penelitian ini.

Referensi

- Agustian, I., Prayoga, B. I., Santosa, H., Daratha, N., & Faurina, R., "NFT Hydroponic Control Using Mamdani Fuzzy Inference System," 2022.
- Bohara, B., Maharjan, S., & Shrestha, B. R., "IoT Based Smart Home using Blynk Framework," 2020.
- Deshpande, G., Goswami, M., Kolhe, J., et al., "IoT-Based Low-Cost Soil Moisture and Soil Temperature Monitoring System," 2022.
- Kurniawan, A., & Saputra, R., "Rancang Bangun Sistem Monitoring pH Tanah Berbasis IoT pada Lahan Pertanian," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2023.
- Lazim, F., & Hidayat, I., "Study Internet of Things (IoT) untuk Autonomous Kelembaban Tanah pada Tanaman dengan NodeMCU V3 ESP8266," *Metrotech: Journal of Mechanical and Electrical Technology*, vol. 1, no. 3, 2021. DOI: 10.33379/metrotech.v1i3.1744.
- Maulidan, F. R., & Ardiansah, I., "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian dan Volume Air Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, 2025. DOI: 10.23960/jitet.v14i1.8888.
- Murdiantoro, R. A., Izzinnahadi, A., & Armin, E. U., "Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 3, no. 2, 2021. DOI: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- Nugraha, R. F. A., Rihartanto, & Wajiansyah, A., "Analisis Perbandingan Monitoring Tanaman Sawi pada Media Tanah dan Hidroponik Berbasis NodeMCU ESP8266," *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 21, no. 1, 2025. DOI: 10.30587/e-link.v21i1.11638.
- Putri, R. A., Fadillah, M. T., Prayuda, W. P., & Wibowo, M. R., "Prototype IoT-based Soil pH Measurement Tool with ESP8266 at UPT Palawija Tanjung Selamat," *JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, vol. 7, no. 2, 2024. DOI: 10.26905/jeemecs.v7i2.12020.
- Rahman, A., & Yusuf, M., "Monitoring Kualitas Tanah Menggunakan Sensor pH dan Platform IoT," *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2023.
- Romadan, D. P., Arinal, V., Sarimole, F. M., & Tundo, T., "Prototipe Sistem Monitoring Kelembaban Tanah pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan NodeMCU ESP8266, Blynk dan ThingSpeak," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 1, 2024. DOI: 10.57152/malcom.v5i1.1600.
- Saleem, Y., Crespi, N., Rehmani, M. H., & Copeland, R., "Internet of Things-aided Smart Grid: Technologies, Architectures, Applications, Prototypes, and Future Research Directions," 2017.
- Sarwansah, R., Jaelani, U., Hasad, A., Supratno, S., & Sugeng, "Aplikasi NodeMCU ESP8266 Untuk Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things," *Journal of Students' Research in Computer Science*, vol. 3, no. 1, pp. 63–72, 2022. DOI: 10.31599/px2krx70
- Setiawan, D., "Implementasi Sensor pH untuk Monitoring Kondisi Tanah Secara Real-Time," *Jurnal Instrumentasi dan Elektronika*, 2022.
- Tembusai, Z. R., & Armando, B., "Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis IoT dengan Sensor pH," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, 2024. DOI: 10.33395/jmp.v13i2.14364