

SISTEM MONITORING DAN KONTROL TANAMAN BERBASIS
SENSOR KELEMBAPAN DAN SENSOR NPK BERBASIS IOT
(INTERNET OF THINGS)

Rakhen Aryo Setio¹, Anja Saputra¹, Yudhi^{1*}, Lesta¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: Yudhi@polman-babel.ac.id

ABSTRAK

Pertanian modern menuntut efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan sumber daya, khususnya dalam pemantauan kelembapan tanah dan kandungan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol tanaman berbasis Internet of Things yang mengintegrasikan sensor kelembapan tanah dan sensor NPK. Sistem dirancang untuk mengumpulkan data kondisi tanah secara real-time dan mengirimkannya ke server XAMPP, sehingga dapat diakses melalui aplikasi web pada smartphone. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sensor, serta analisis data hasil monitoring dan kontrol otomatis penyiraman serta pemupukan. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap standar kebutuhan tanaman. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memantau dan mengendalikan kondisi tanaman secara efektif, memberikan informasi akurat, serta memudahkan pengelolaan pertanian dari jarak jauh. Kesimpulannya, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk serta produktivitas tanaman, sehingga mendukung pertanian presisi dan berkelanjutan.

Kata Kunci: sistem monitoring, kontrol tanaman, sensor kelembapan tanah, sensor NPK, efisiensi pertanian

ABSTRACT

Modern agriculture demands efficiency and accuracy in resource management, particularly in monitoring soil moisture and the content of essential macronutrients such as nitrogen, phosphorus, and potassium. This study aims to design and implement a plant monitoring and control system based on the Internet of Things that integrates soil moisture and NPK sensors. The system is designed to collect real-time soil condition data and transmit it to an XAMPP server, allowing smartphone access via a web application. The research method includes hardware and software design, sensor testing, data analysis of the monitoring results and the automatic control of irrigation and fertilization. Data analysis is carried out by comparing sensor measurement results with the standard requirements of the plants. The test results show that the system can effectively monitor and control plant conditions, provide accurate information, and facilitate remote agricultural management. In conclusion, this system can improve the efficiency of water and fertilizer use and crop productivity, thus supporting precision and sustainable agriculture.

Keywords: monitoring system, plant control, soil moisture sensor, NPK sensor, agricultural efficiency

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor utama dalam perekonomian Indonesia, namun produktivitasnya masih terkendala oleh pengelolaan lahan yang belum optimal, terutama dalam hal pemantauan kelembapan dan kandungan unsur hara tanah[1]. Pemberian air dan pupuk yang masih dilakukan secara manual seringkali menyebabkan ketidaktepatan dalam pemenuhan kebutuhan tanaman, sehingga berpotensi menurunkan hasil panen dan efisiensi penggunaan sumber daya[2]. Seiring perkembangan teknologi, penerapan *Internet of Things (IoT)* di bidang pertanian telah menjadi solusi inovatif, memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lahan secara *real-time* melalui integrasi sensor kelembapan dan sensor NPK[3]. Sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan akurasi data, efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta memudahkan pengelolaan lahan dari jarak jauh[4]. Berdasarkan perkembangan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem *monitoring* dan kontrol tanaman berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor kelembapan tanah dan sensor NPK. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi otomatisasi penyiraman dan pemupukan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian. Lingkup kajian meliputi perancangan perangkat keras dan lunak, pengujian sensor, serta analisis efektivitas sistem dalam mendukung pertanian presisi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi pengembangan teknologi pertanian cerdas yang berkelanjutan di masa depan.

2. METODE

Dalam metode pelaksanaan yang berjudul Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Dengan Sensor Kelembapan Dan Sensor NPK, adapun metode pelaksanaan yang digunakan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Metode Pelaksanaan

Proses pelaksanaan dimulai dari studi literatur dan perancangan sistem, dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan, perakitan serta instalasi perangkat monitoring dan kontrol. Setelah pemrograman dan integrasi IoT selesai, sistem diuji dan dikalibrasi. Data sensor kelembapan dan NPK dikumpulkan secara *real-time*, kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem sebelum pembuatan laporan dan penarikan kesimpulan.

1. Studi Literatur
Mengumpulkan dan mempelajari referensi ilmiah terkait sistem monitoring dan kontrol tanaman berbasis sensor kelembapan dan NPK untuk mendapatkan dasar teori dan gambaran teknologi yang akan digunakan.
2. Rancangan Sistem Hardware dan Software
Membuat desain perangkat keras (pemilihan sensor, mikrokontroler, relay, pompa) serta perangkat lunak (pemrograman mikrokontroler dan aplikasi web) sesuai kebutuhan sistem.
3. Pembuatan dan Perakitan Alat
Merakit seluruh komponen hardware sesuai rancangan, termasuk pemasangan sensor, pengkabelan, dan integrasi dengan mikrokontroler.
4. Pemrograman & Integrasi IoT
Menulis dan mengunggah program ke mikrokontroler untuk membaca data sensor, mengendalikan pompa, serta mengirimkan data ke server XAMPP agar dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi web.
5. Pengujian Sistem
Melakukan pengujian fungsi alat, kalibrasi sensor, dan memastikan semua komponen bekerja sesuai perancangan, termasuk otomatisasi penyiraman dan pemupukan.
6. Analisa & Evaluasi
Menganalisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem, membandingkan hasil pembacaan sensor dengan standar kebutuhan tanaman, serta menilai efektivitas sistem.
7. Penyusunan Proposal
Mendokumentasikan seluruh proses, hasil, dan analisa ke dalam proposal atau laporan akhir sebagai dasar pengembangan dan implementasi sistem lebih lanjut.

2.1 Perangkat Keras

1. Sensor *Soil Moisture* (Kelembapan Tanah)
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah secara *real-time*. Data yang dihasilkan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan otomatis untuk proses penyiraman tanaman.
2. Sensor NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium)
Sensor ini digunakan untuk mengukur kadar unsur hara makro (N, P, K) dalam tanah. Informasi kadar NPK menjadi acuan sistem dalam menentukan kebutuhan pemupukan secara otomatis.
3. Mikrokontroler ESP8266
ESP8266 bertindak sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor kelembapan dan sensor NPK, kemudian mengirimkan data tersebut ke server XAMPP melalui koneksi WiFi secara *real-time*. Selain itu, ESP8266 juga mengatur relay untuk mengaktifkan pompa air dan pompa pupuk sesuai kebutuhan.
4. Relay
Relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan pompa air dan pompa pupuk secara otomatis berdasarkan perintah dari ESP8266.
5. Pompa Air dan Pompa Pupuk
Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air ke tanaman ketika tingkat

kelembapan tanah di bawah ambang batas. Pompa pupuk digunakan untuk menyalurkan larutan pupuk ke tanaman jika kadar NPK terdeteksi rendah.

6. Slang dan Wadah Penampung

Slang digunakan sebagai saluran distribusi air dan pupuk dari pompa ke area tanaman. Wadah penampung berfungsi sebagai reservoir air dan pupuk cair.

7. Panel Sistem Monitoring dan Kontrol

Panel ini merupakan tempat terintegrasinya seluruh komponen elektronik, sensor, dan aktuator secara rapi dan aman.

2.2 Perangkat Lunak

1. Arduino IDE

Digunakan untuk menulis, mengunggah, dan memantau kode program pada mikrokontroler ESP8266. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C/C++, dengan pustaka tambahan untuk komunikasi sensor, pengendalian relay, serta koneksi WiFi ke server.

2. XAMPP (Apache, MySQL, PHP)

XAMPP digunakan sebagai server lokal untuk menerima, menyimpan, dan mengelola data sensor yang dikirimkan dari ESP8266. Data yang tersimpan dapat diakses secara real-time melalui aplikasi web.

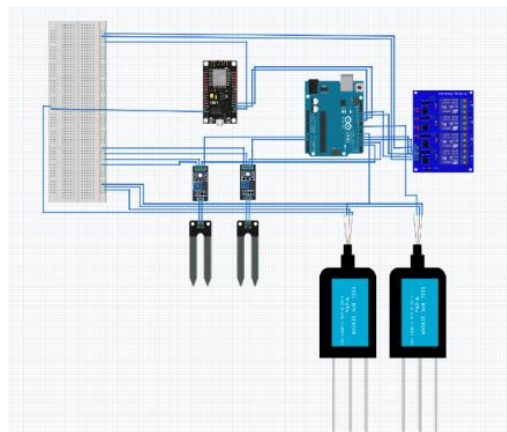
3. Aplikasi Web (HTML, PHP, JavaScript)

Aplikasi web ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau kondisi kelembapan tanah dan kadar NPK secara real-time melalui smartphone atau komputer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancangan Sistem

Sistem monitoring dan kontrol tanaman berbasis IoT yang telah dikembangkan terdiri dari sensor kelembapan tanah, sensor NPK, mikrokontroler ESP8266, relay, pompa air, pompa pupuk, serta server XAMPP sebagai pusat penyimpanan data. Data sensor dikirimkan secara real-time ke server dan dapat diakses melalui aplikasi web pada smartphone. Sistem ini secara otomatis mengaktifkan pompa air dan pompa pupuk jika parameter kelembapan tanah atau kadar NPK berada di bawah ambang batas yang ditentukan.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem Monitoring dan Kontrol Tanaman

3.2 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian dilakukan pada tiga sampel tanah berbeda untuk mengetahui respons sensor kelembapan dan keakuratan sistem dalam mengendalikan pompa air.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kelembapan Tanah 1

0>39 : Kering	Pengukuran Kelembapan Tanah				
	Kondisi Tanah	Soil Meter	Soil 1	Error (%)	
40-59: Lembab	Tanah Kering	9%	9%	0%	
	Lembab	56%	56%	0%	
60>: Basah	Basah	69%	68%	1%	
	Rata-rata Error				0.33%

Tabel 2. Hasil Pengujian Kelembapan Tanah 2

0>39 : Kering	Pengukuran Kelembapan Tanah				
	Kondisi Tanah	Soil Meter	Soil 2	Error (%)	
40-59: Lembab	Tanah Kering	28%	27%	1%	
	Lembab	58%	58%	0%	
60>: Basah	Basah	66%	67%	1%	
	Rata-rata Error				0.67%

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi kadar air pada berbagai sampel tanah dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air ketika nilai kelembapan berada dibawah ambang batas, dan menonaktifkannya saat kelembapan sudah terpenuhi. Hal ini membuktikan bahwa sistem monitoring bekerja efektif dalam mengatur penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kondisi tanah yang terdeteksi.

3.3 Hasil Pengujian Sensor NPK

Pengujian sensor NPK dilakukan untuk mengukur kadar Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada tiga sampel tanah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor NPK 1

0-1.0 (To Little)	Pengukuran Sensor NPK				
	Kondisi Tanah	NPK Meter	NPK 1	Error	
2.0-2.9 (Ideal)	Tanah To Little	50±	55.50±	5.50	
	Ideal	43±	43.29±	0.29	
>3.0 (To Much)	To Much	70±	74.66±	4.66	
	Rata-rata Error				4.52

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor NPK 2

0-1.0 (To Little)	Pengukuran Sensor NPK				
	Tanah	Kondisi Tanah	NPK Meter	NPK 2	Error
2.0-2.9		To Little	50±	49.50±	0.50
(Ideal)		Ideal	43±	62.45±	2.45
>3.0 (To Much)		To Much	70±	66.76±	1.76
		Rata-rata Error			1.57

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, sensor NPK berhasil mengukur kandungan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada berbagai sampel tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara otomatis mengaktifkan pompa pupuk ketika kadar salah satu unsur hara terdeteksi rendah, dan menonaktifkannya saat kadar NPK sudah mencukupi. Hal ini membuktikan bahwa sistem monitoring mampu memantau kebutuhan nutrisi tanaman secara real-time dan mengatur pemupukan secara otomatis sesuai kondisi tanah, sehingga mendukung efisiensi penggunaan pupuk dan peningkatan produktivitas tanaman.

3.4 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kondisi kelembapan tanah dan kadar NPK secara real-time dengan akurasi yang baik. Sensor kelembapan tanah dapat mendeteksi perubahan kadar air dan secara otomatis mengaktifkan pompa air jika nilai kelembapan di bawah ambang batas [1][2]. Demikian pula, sensor NPK mampu mengukur kadar Nitrogen, Fosfor, dan Kalium, sehingga pompa pupuk dapat diaktifkan secara otomatis saat kadar unsur hara rendah[3].

Integrasi data sensor ke server XAMPP berjalan lancar, dan data dapat diakses melalui aplikasi web secara real-time[4]. Hal ini memudahkan petani untuk memantau dan mengendalikan kondisi tanaman dari jarak jauh, sehingga efisiensi penggunaan air dan pupuk dapat ditingkatkan dan produktivitas tanaman menjadi optimal[2].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring dan kontrol tanaman berbasis IoT dengan sensor kelembapan tanah dan sensor NPK telah berhasil dikembangkan dan dioperasikan dengan baik. Sistem ini mampu memantau kondisi kelembapan tanah dan kadar unsur hara NPK secara real-time, serta mengotomatisasi proses penyiraman dan pemupukan sesuai parameter yang terdeteksi.

Secara khusus, sistem yang dibangun dapat mengirimkan data sensor ke server XAMPP dan menampilkan informasi secara real-time melalui aplikasi web pada smartphone, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan mengelola kondisi tanaman dari jarak jauh. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih tepat untuk meningkatkan produktivitas tanaman.

Secara umum, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada bidang pertanian terbukti memberikan solusi efektif untuk pengelolaan sumber daya secara

optimal dan modern, serta mendukung upaya peningkatan hasil pertanian secara berkelanjutan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkenan untuk membantu penulis dari tahap awal hingga terealisasinya proyek akhir ini dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurhadi, A., & Putra, B. (2023). "Implementasi Sensor Kelembapan dan NPK pada Sistem Monitoring Tanaman." *Jurnal Informatika Pertanian*, 10(1), 2130.
- Rahman, F., Sari, D., & Putra, R. (2022). "Otomatisasi Penyiraman dan Pemupukan Berbasis IoT." *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*, 8(1), 45-53.
- Setyawan, A. (2021). "Pemantauan Kelembapan dan Unsur Hara Tanah untuk Optimasi Pertanian." *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 112-120.
- Wijaya, R. (2020). "Pengembangan Sistem Monitoring Tanaman Berbasis Internet of Things." *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 12(3), 67-75.