

Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Jagung Berbasis IoT

Mohammad Ikhfian Mahmud¹, Sujono^{2*}, Nurul Yaqin³

^{1,2,3} Informatika , Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

*Email: sujono@unwaha.ac.id

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has driven automation in various aspects of life, including agriculture and water resource management. This final project designs and builds a soil moisture monitoring system based on IoT that can be monitored in real-time through a website. The system is implemented on corn crop fields, which highly depend on soil moisture conditions for optimal growth. The system uses an ESP8266 microcontroller connected to the internet to transmit data from soil moisture sensors to a database. The data is displayed through a website interface, showing current soil water levels, historical data, and land moisture status. The system is also capable of storing data locally when offline and synchronizing it once the connection is restored. The system is powered by a 12V battery recharged via a solar panel, enabling autonomous and energy-efficient operation. Testing was conducted using the black box method to evaluate system functionality, power efficiency, and monitoring accuracy. The results show that the system operates as intended, providing accurate and real-time information, and supports efficient and environmentally friendly monitoring of corn cultivation fields.

Keywords: *Internet of Things, Soil Moisture, ESP8266, Real-time Monitoring.*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong otomasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pertanian dan pengelolaan sumber daya air. Tugas akhir ini merancang dan membangun sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT yang dapat dipantau secara real-time melalui website. Sistem ini diterapkan pada lahan pertanian tanaman jagung, yang sangat bergantung pada kondisi kelembaban tanah untuk pertumbuhan optimal. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke jaringan internet untuk mengirim data dari sensor kelembaban tanah ke basis data. Data ditampilkan dalam antarmuka website untuk menampilkan kondisi kadar air tanah, riwayat data, serta status kelembaban lahan. Sistem ini juga mampu menyimpan data secara lokal saat offline dan melakukan sinkronisasi saat koneksi kembali. Sumber daya sistem berasal dari aki 12V yang diisi ulang menggunakan panel surya, sehingga mendukung operasi mandiri dan hemat energi. Pengujian dilakukan menggunakan metode black box pada fungsi sistem, daya, serta akurasi monitoring. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja sesuai kebutuhan, memberikan informasi secara akurat dan real-time, serta mendukung monitoring lahan tanaman jagung secara efisien dan ramah lingkungan.

Kata-kata Kunci: *Internet of Things, Kelembaban Tanah, ESP8266, Monitoring real-time.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sistem irigasi yang efisien semakin meningkat seiring pertumbuhan sektor pertanian dan urbanisasi. Banyak petani masih menggunakan metode manual untuk menyiram tanaman, yang memerlukan tenaga kerja lebih banyak dan sering tidak efisien karena tidak memerhatikan kondisi kelembaban tanah secara real-time. Hal ini dapat menyebabkan penyiraman berlebihan atau kekurangan air, yang berdampak pada kualitas tanaman dan penggunaan sumber daya air yang tidak optimal.

Dengan kemajuan teknologi Internet of Things (IoT), memungkinkan pengembangan sistem irigasi atau pompa air otomatis yang dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mengatur penyiraman sesuai kebutuhan. Sistem semacam ini dapat mengurangi tenaga kerja, dan meminimalkan kesalahan manusia dalam proses penyiraman. Selain itu, penggunaan sumber daya listrik yang stabil menjadi faktor penting dalam sistem otomatis ini, terutama jika digunakan di lokasi terpencil yang tidak memiliki akses listrik dari jaringan PLN. Oleh karena itu, integrasi panel surya sebagai sumber energi terbarukan dan aki sebagai penyimpan daya menjadi solusi yang ramah lingkungan dan dapat mendukung kontinuitas operasi sistem.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kelembaban tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan sensor kelembaban tanah, sensor waterflow, dan mikrokontroler Wemos D1 Mini, dengan daya berasal dari panel surya dan aki 12V. Sistem ini diterapkan pada lahan pertanian tanaman jagung, yang membutuhkan tingkat kelembaban tanah yang optimal untuk pertumbuhan dan produktivitas yang maksimal. Sistem ini diharapkan mampu bekerja secara otomatis dan dapat dipantau secara real-time melalui website, sehingga memberikan solusi praktis dan hemat energi bagi pengguna dalam pengelolaan lahan tanaman jagung secara efisien dan berkelanjutan.

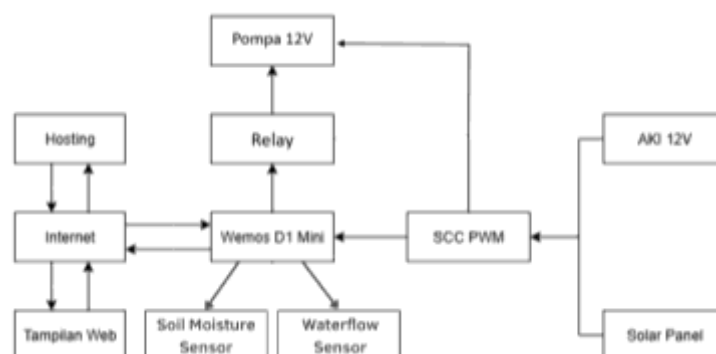
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode prototyping, yaitu pendekatan pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan dibuatnya versi awal (prototype) dari sistem untuk diuji, diperbaiki, dan disempurnakan sebelum produk akhir selesai dikembangkan. Metode ini dipilih karena proyek IoT ini melibatkan integrasi sensor, mikrokontroler, aktuator (pompa air), dan website, sehingga memerlukan iterasi pengujian dan penyesuaian yang terus-menerus.

Prototyping memungkinkan tim pengembang untuk mengidentifikasi masalah sejak tahap awal, melakukan perbaikan, serta menerima masukan dari pengguna atau ahli pertanian untuk memastikan sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai kebutuhan. Keunggulan metode ini adalah proses pengembangan lebih terstruktur, risiko kesalahan lebih rendah, dan sistem yang dihasilkan lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna karena setiap tahapan diuji sebelum pengembangan final. Adapun langkah-langkah atau tahapan yang ada dalam metode prototype adalah sebagai berikut:

- a) Komunikasi
- b) Identifikasi
- c) Perancangan
- d) Implementasi
- e) Pengujian
- f) Pemeliharaan

1. Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok

Gambar di atas menunjukkan diagram blok yang menjadi acuan utama dalam proses perancangan dan implementasi sistem monitoring kelembaban tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT.

1. Wemos D1 Mini (ESP8266) Mikrokontroler utama yang membaca data sensor kelembaban tanah dan waterflow, mengontrol relay pompa, serta mengirimkan data ke server melalui Wi-Fi.
 2. Soil Moisture Sensor Mendeteksi kelembaban tanah untuk menentukan kapan pompa perlu diaktifkan.
 3. Relay Module Berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghidupkan/mematikan pompa air.
 4. Pompa Air DC 12V Mengalirkan air ke tanaman sesuai perintah dari relay.
 5. Waterflow Sensor Mengukur debit air yang digunakan saat penyiraman.
2. Skematik



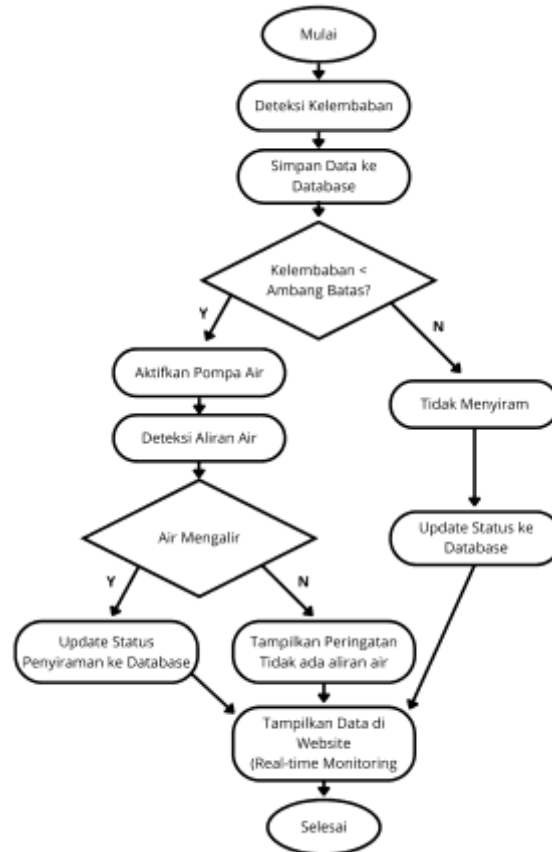
Gambar 2. Skematik Alat

Berikut adalah penjelasan mengenai skema koneksi antar komponen utama dengan Wemos D1 Mini

1. Panel Surya ke Solar Charge Controller (SCC)
Koneksi panel surya dilakukan dengan menghubungkan terminal positif panel ke terminal panel (+) pada SCC, dan terminal negatif panel ke terminal panel (-) pada SCC.
2. Aki ke Solar Charge Controller
Terminal positif aki dihubungkan ke terminal battery (+) pada SCC, sedangkan terminal negatif aki dihubungkan ke terminal battery (-) pada SCC.
3. Relay dan Pompa ke Solar Charge Controller
Keluaran positif dari load SCC dihubungkan ke VCC pada modul relay, dan keluaran negatif load SCC dihubungkan ke GND relay. Relay kemudian berfungsi mengontrol pompa, dengan jalur COM relay terhubung ke positif pompa, NO relay terhubung ke positif aki 12V, dan negatif pompa langsung dihubungkan ke terminal negatif aki.
4. Wemos D1 Mini (ESP8266)
Wemos mendapatkan suplai daya melalui jalur VCC yang terhubung ke 5V dari SCC (USB output) atau melalui step-down converter dari 12V ke 5V, serta jalur GND ke GND SCC. Pin D0 digunakan untuk membaca data dari soil moisture sensor (analog atau digital sesuai modul), pin D1 terhubung ke input relay, pin D2 menerima sinyal pulsa dari waterflow sensor, sedangkan pin 3V3 digunakan untuk memberi daya pada soil moisture sensor 3.3V, dan seluruh sensor dihubungkan ke jalur GND.

3. Flowchart

Berikut adalah alur kerja sistem secara keseluruhan yang menggambarkan bagaimana sistem beroperasi mulai dari proses pembacaan sensor kelembaban hingga pemantauan data melalui website secara real-time:



Gambar 3. Flowchart

1. Inisialisasi Perangkat
Seluruh sensor, pompa, dan NodeMCU ESP8266 diinisialisasi dengan pengaturan pin serta pengecekan awal.
2. Pembacaan Sensor
Sensor kelembaban membaca kondisi tanah untuk menentukan status kering atau lembap.
3. Penyimpanan Data
Data sensor disimpan ke database sebagai riwayat dan dasar monitoring.
4. Keputusan Penyiraman
Jika nilai kelembaban di bawah ambang batas, pompa diaktifkan; jika tidak, sistem hanya memperbarui status.
5. Monitoring Aliran Air
Saat pompa aktif, sensor waterflow memverifikasi aliran untuk mendeteksi masalah seperti pompa rusak atau pipa bocor.
6. Validasi Aliran
Jika air terdeteksi, penyiraman tercatat berhasil; jika tidak, sistem memberikan peringatan.
7. Tampilan Website
Data kelembaban, status pompa, dan aliran air ditampilkan secara real-time di website.
8. Siklus Berulang
Proses berjalan secara periodik untuk menjaga kelembaban tanah tetap stabil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengujian perencanaan sistem yang telah dibuat serta pembahasan dari pengujian.

Hasil Penelitian

Hasil dari perancangan ini adalah menghasilkan tampilan sistem monitoring kelembaban tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT sebagai berikut:

- a) Tampilan alat



Gambar 4. Flowchart

Pada gambar diatas terdapat kotak yang digunakan sebagai wadah untuk Esp8266 agar terhindar aman dan lebih rapi ketika dimasukkan kedalam kotak besi. pada kotk tersebut terdapat beberapa komponen utama yaitu Esp8266 dan juga sensor.

b) Tabel Pengujian Alat

Tabel 1. Pengujian Alat

| No | Pengujian | Input | Fungsi | Output/Next State | Hasil |
|----|-------------------------------|---|---|---|----------|
| 1 | Sensor Kelembaban Tanah | Kadar air di tanah bervariasi (kering, lembab, basah) | Sensor membaca kelembaban tanah dan mengirim data ke Wemos D1 Mini | Data kelembaban ditampilkan di website dalam bentuk persen dan menentukan status pompa (ON/OFF) | Berhasil |
| 2 | Sensor Waterflow | Debit air mengalir melalui pipa (0-max) | Sensor menghitung jumlah air yang keluar dan mengirim data ke Wemos D1 Mini | Total air yang keluar ditampilkan di website, dan data digunakan untuk monitoring pemakaian air | Berhasil |
| 3 | Pompa Air 12V | Data kelembaban dari sensor tanah < ambang batas | Wemos D1 Mini mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air 12V air | Pompa menyala secara otomatis saat tanah kering dan berhenti saat kelembaban tercapai | Berhasil |
| 4 | Pompa Air 12V | Data kelembaban tanah ≥ ambang batas | Wemos D1 Mini menonaktifkan relay | Pompa berhenti menyala | Berhasil |
| 5 | Aki / Battery | Tegangan aki 12V | Aki menyuplai daya ke sistem | Sistem menerima daya stabil dan pompa dapat beroperasi saat sumber daya tersedia | Berhasil |
| 6 | Solar Charge Controller (SSC) | Input dari panel surya dan aki | SSC mengatur pengisian aki dan aliran daya ke beban | Aki terisi sesuai kapasitas, beban mendapat daya stabil tanpa overcharge | Berhasil |
| 7 | Panel Surya | Intensitas cahaya matahari bervariasi | Panel surya menghasilkan daya listrik yang disalurkan ke SSC | Daya dari panel surya mengisi aki saat matahari tersedia, mendukung suplai sistem | Berhasil |

c) Tampilan website



Gambar 5. Tampilan website saat pompa mati



Gambar 6. Tampilan website saat pompa nyala

Pada gambar ini halaman utama menampilkan status pompa saat ini (NYALA/MATI) dalam mode otomatis. Pompa akan beroperasi secara otomatis sesuai dengan pengaturan sensor dan sistem, sementara pengguna tetap dapat memantau kondisi terkini secara real-time.

d) Tabel Pengujian Website

Tabel 2. Pengujian Website

| No | Skenario | Aksi yang Dilakukam | Hasil yang Diharapkan | Hasil |
|----|--------------------------------|---|---|----------|
| 1 | Tampilan kelembaban | Setelah data dimuat, periksa nilai pada kelembaban | Nilai kelembaban tampil dengan nilai persen jika ada data | Berhasil |
| 2 | Tampilan debit air | Setelah data dimuat, periksa nilai pada debit air | Nilai debit air tampil dengan nilai 0-max jika ada data | Berhasil |
| 3 | Tampilan total air yang keluar | Setelah data dimuat, periksa nilai pada total air | Nilai total air tampil penjumlahan debit air selama pompa nyala | Berhasil |
| 4 | Tampilan status pompa | Setelah data dimuat, periksa status pada status pompa | Status pompa tampil sesuai kondisi (Mati/Nyala) | Berhasil |
| 5 | Tampilan grafik | Load Halaman | Grafik kelembaban(Chart.js) muncul tanpa error | Berhasil |
| 6 | Tampilan Riwayat data | Setelah data dimuat, periksa hasil pada riwayat data | Riwayat data menampilkan status akhir pompa "Mati" atau "Nyala" sesuai database | Berhasil |

e) Tabel Pengujian Aki

Aki yang digunakan memiliki spesifikasi 12V 7,8 Ah diuji dalam kondisi **standby** dan **aktif**.

Tabel 3. Pengujian Aki

| No | Keadaan | Durasi Pengujian | Konsumsi Daya |
|----|----------|------------------------|---------------|
| 1. | Stand By | 12 Jam | 25% |
| 2. | Aktif | 10 siklus pompa ON/OFF | 4% |

f) Tabel Pengujian Panel Surya

Panel Surya yang digunakan adalah 60 Wp, sedangkan aki yang digunakan memiliki spesifikasi 12V 7,8 Ah diuji pada kondisi intensitas cahaya berbeda.

Tabel 4. Pengujian Panel Surya

| No | Cuaca | LUX | Waktu | Daya Yang Bertambah |
|----|-------------|--------|----------|---------------------|
| 1. | Cerah | 21.432 | 30 Menit | 16,86% |
| 2. | Panas Terik | 94.524 | 30 Menit | 29.78% |

g) Tabel Analisis Kebutuhan Air Tanaman Jagung Sampai Panen

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui estimasi kebutuhan air tanaman jagung selama masa tanam hingga panen agar sistem penyiraman otomatis dapat disesuaikan secara optimal.

Tabel 5. Analisis Kebutuhan Air Tanaman Jagung Sampai Panen

| No | Fase Pertumbuhan | Durasi (hari) | Kebutuhan Air (liter/m ²) |
|----|-----------------------|---------------|---------------------------------------|
| 1 | Perkecambahan | 10 | 50 |
| 2 | Pertumbuhan Vegetatif | 25 | 125 |
| 3 | Pembungaan | 20 | 160 |
| 4 | Pengisian Biji | 25 | 125 |
| 5 | Pematangan | 20 | 40 |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem monitoring kelembaban tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini, sensor kelembaban tanah, dan sensor waterflow telah berhasil diimplementasikan dan diuji dengan baik. Sistem ini diterapkan pada lahan pertanian tanaman jagung, yang membutuhkan pengelolaan air secara optimal untuk mendukung pertumbuhan dan hasil panen yang maksimal. Sistem mampu memantau kondisi tanah dan debit air secara real-time melalui website, serta mengaktifkan pompa secara otomatis saat kelembaban berada di bawah ambang batas. Antarmuka website dirancang sederhana namun fungsional, menampilkan data sensor dan riwayat penyiraman. Pengujian menunjukkan semua fitur berjalan sesuai harapan, dengan akurasi tinggi pada pengukuran debit air. Sistem juga terbukti hemat energi berkat dukungan aki dan panel surya, memungkinkan operasi mandiri tanpa listrik PLN, sehingga cocok digunakan di area pertanian jagung yang berada di lokasi terpencil. Ke depan, pengembangan sistem dapat mencakup penambahan fitur notifikasi dan integrasi sensor lingkungan lainnya untuk meningkatkan fungsionalitas dan cakupan pemantauan, khususnya dalam mendukung praktik pertanian presisi pada budidaya tanaman jagung.

Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini disarankan dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis (melalui WhatsApp atau Telegram), autentikasi pengguna, serta penyimpanan log data yang lebih rinci guna mendukung analisis jangka panjang. Integrasi sensor tambahan seperti suhu dan kelembaban udara juga perlu dipertimbangkan agar pengambilan keputusan penyiraman lebih akurat. Peningkatan antarmuka website dari segi tampilan, grafik analisis, dan responsivitas, khususnya untuk akses melalui perangkat mobile, juga akan meningkatkan pengalaman pengguna. Pengembangan ini sangat relevan terutama dalam budidaya tanaman jagung, yang memiliki kebutuhan air spesifik pada setiap fase pertumbuhannya. Dengan pemantauan lingkungan yang lebih menyeluruh dan data historis yang detail, petani jagung dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam mengelola irigasi, sehingga mendukung peningkatan hasil panen dan efisiensi penggunaan sumber daya. Dengan pengembangan berkelanjutan ini, sistem diharapkan menjadi solusi yang lebih andal, efisien, dan mendukung penerapan pertanian cerdas (smart farming) secara berkelanjutan, khususnya pada komoditas penting seperti jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu Wahyudi, D., Adi Wibowo, S., & Primaswara, R. P. (2021). Rancang Bangun Sistem Padi Aquaponic Berbasis Iot(Internet Of Things). In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 5, Issue 1).
- Hadi, F. M. K. M. (2017). Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Bulir Padi Menggunakan Panel Surya Sebagai Catu Daya. *Jurnal Tekro*.
- Hermawan, R., Yuliastari, T., & Kunci, K. (2022). Machine Learning Monitoring Hama Tanaman Bibit Anggrek Berbasis Iot Menggunakan Metode Knn Pada Platform Blynk. In *Stmik Subang* (Vol. 15, Issue 1). <http://www.Pertanian.Go.Id/>
- Hermawan, R., Yuliastari, T., & Kunci, K. (2022). Machine Learning Monitoring Hama Tanaman Bibit Anggrek Berbasis Iot Menggunakan Metode Knn Pada Platform Blynk. In *Stmik Subang* (Vol. 15, Issue 1). <http://www.pertanian.go.id/> <https://journal.ppmi.web.id/index.php/jcsit/article/view/1253>
- Iqbal, M., & Rahayu, A. U. (2022). Alat Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Arduino Uno Dan Gelombang Ultrasonik. In *Journal Of Energy And Electrical Engineering (Jeee)* (Vol. 1, Issue 1).
- Maulana, Y., & Supardi, D. (2022). Sistem Pengawasan Kelembaban Tanah Dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot Via Telegram. *Jurnal Coscitech (Computer Science And Information Technology)*, 3(3), 464-471. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i3.4429>
- Muddin, S., Kamal, K., Lianti, L., & Yuhardianti, Y. (2023). Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Buah Berbasis Suara Ultrasonic. *Iltek: Jurnal Teknologi*, 18(01), 6-10. <https://Doi.Org/10.47398/Iltek.V18i01.77>
- Rochman, S. S. B. P. (2014). Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial.
- Romadan, D. P. (2025). Prototipe Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Pada Tanaman Hias Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Malcom*, 2(7), 107-109. <https://journal.Irpi.Or.Id/Index.Php/Malcom/Article/View/1600>
- Wijaya, S. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Kelembaban Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Jagung Berbasis Iot. *Jurnal Csit*, 2(1), 50-55.