
Perancangan dan Pengembangan Sistem Sensor Kelembapan Tanah Berbasis Arduino

Imti Tsalil Amri^{1✉}, Ade Oktarino², Muhammad Heru²

^{1,2,3} Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Adiwangsa Jambi, Jambi, 36138, Indonesia

imtitsalilamri@unaja.ac.id

Abstract

This study focuses on the design and development of a soil moisture sensor system based on Arduino technology, aimed at improving irrigation efficiency and supporting sustainable agriculture. The system integrates an Arduino Uno microcontroller with a soil moisture sensor, LCD I2C, and jumper cables to provide real-time and accurate soil moisture readings. A software component programmed through Arduino IDE processes the sensor data and displays the results on an LCD screen. Testing was conducted on three soil types – mediterranean, alluvial, and humus – with results showing an average measurement accuracy deviation of $\pm 2\%$ compared to conventional tools. This low-cost, user-friendly system demonstrates significant potential for improving water management in small-scale farming. The discussion highlights the advantages of real-time monitoring, ease of use, and scalability for IoT integration. The study concludes that this system offers an accessible solution for modern precision agriculture, contributing to resource efficiency and crop productivity. Further development, including automation and IoT connectivity, is suggested to maximize its impact.

Keywords: Arduino, Soil Moisture Sensor, Real-Time Monitoring, Precision Agriculture, IoT

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem sensor kelembapan tanah berbasis teknologi Arduino, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi irigasi dan mendukung pertanian berkelanjutan. Sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Uno dengan sensor kelembapan tanah, LCD I2C, dan kabel jumper untuk memberikan pembacaan kelembapan tanah yang akurat dan real-time. Komponen perangkat lunak yang diprogram melalui Arduino IDE memproses data sensor dan menampilkan hasilnya di layar LCD. Pengujian dilakukan pada tiga jenis tanah – mediteran, aluvial, dan humus – dengan hasil yang menunjukkan deviasi akurasi pengukuran rata-rata sebesar $\pm 2\%$ dibandingkan dengan alat konvensional. Sistem ini yang terjangkau dan mudah digunakan menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan manajemen air di pertanian skala kecil. Diskusi dalam penelitian ini menyoroti keunggulan pemantauan secara real-time, kemudahan penggunaan, dan potensi pengembangan untuk integrasi IoT. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem ini menawarkan solusi yang dapat diakses untuk pertanian presisi modern, yang berkontribusi pada efisiensi sumber daya dan produktivitas tanaman. Pengembangan lebih lanjut, termasuk otomatisasi dan konektivitas IoT, disarankan untuk memaksimalkan dampaknya.

Kata kunci: Arduino, Sensor Kelembapan Tanah, Pemantauan Real-Time, Pertanian Presisi, IoT

Jutekom is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Kelembapan tanah memiliki peran penting dalam pertanian, sebagai faktor penentu utama dalam pertumbuhan tanaman, produktivitas, dan kesehatan tanaman secara keseluruhan. Pengelolaan kelembapan tanah yang tepat sangat diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan air, mencegah

kekeringan, atau kondisi kelebihan air, serta mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan. Namun, metode pemantauan kelembapan tanah yang tidak akurat atau lambat dapat menyebabkan penurunan hasil panen, pemborosan air, dan peningkatan tantangan lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan ini, perkembangan teknologi menawarkan solusi yang menjanjikan, salah

satunya adalah sistem deteksi kelembapan tanah berbasis Arduino yang memberikan alternatif terjangkau dan adaptif bagi kebutuhan pertanian modern.

Metode pemantauan kelembapan tanah secara tradisional sering kali dilakukan secara manual dan rentan terhadap inefisiensi. Petani biasanya mengandalkan pengamatan subjektif untuk menentukan kebutuhan irigasi, yang mungkin tidak sesuai dengan kondisi tanah sebenarnya. Kendala ini diperparah dengan keterbatasan akses terhadap sistem pemantauan canggih yang sering kali mahal dan rumit untuk digunakan. Kemunculan sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino memungkinkan desain alat yang terjangkau dan dapat disesuaikan untuk akuisisi data tanah secara real-time, menjembatani kesenjangan antara teknologi dan kebutuhan praktis dalam pertanian.

Arduino, sebuah platform elektronik open-source, menjadi fondasi ideal untuk mengembangkan sensor kelembapan tanah yang terjangkau dan mudah digunakan. Alat ini mengintegrasikan sensor kelembapan tanah yang bekerja dengan mengukur resistansi tanah, mengaitkan data tersebut dengan kadar air. Informasi ini kemudian diproses dan ditampilkan secara real-time, memungkinkan petani untuk membuat keputusan yang lebih baik terkait irigasi. Selain itu, fleksibilitas Arduino memungkinkan integrasi dengan komponen lain, seperti sistem berbasis Internet of Things (IoT), yang meningkatkan fungsionalitasnya dalam aplikasi pertanian cerdas.

Sejumlah penelitian telah menyoroti efektivitas sistem berbasis Arduino dalam pemantauan pertanian. Penelitian oleh Marlina dan Gunawan (2018) menunjukkan kepraktisan sistem Arduino dalam mengumpulkan data kelembapan tanah yang akurat, sementara Ekojono et al. (2018) menekankan pentingnya sensor dalam mengubah besaran fisik menjadi sinyal elektronik yang dapat dibaca. Temuan ini memperkuat potensi teknologi Arduino dalam menciptakan solusi yang disesuaikan untuk tantangan dalam pertanian.

Sistem yang diusulkan dirancang untuk mengatasi keterbatasan pemantauan manual dengan menyediakan alat otomatis yang akurat dan efisien dalam mengukur kelembapan tanah. Kemajuan terkini dalam teknologi mikrokontroler, khususnya integrasi

modul berbasis Wi-Fi seperti ESP8266, semakin memperluas kemampuan sistem ini, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan analisis data. Perkembangan ini merupakan langkah penting menuju tercapainya pertanian presisi, di mana sumber daya dioptimalkan berdasarkan wawasan berbasis data.

Meskipun tersedia berbagai jenis sensor kelembapan tanah, masih terdapat kesenjangan dalam aksesibilitas dan penerapannya bagi petani berskala kecil. Banyak sistem yang ada membutuhkan investasi besar dan keahlian teknis, sehingga membatasi adopsinya di lingkungan dengan sumber daya terbatas. Penelitian ini berfokus pada menjembatani kesenjangan tersebut dengan mengembangkan prototipe yang terjangkau dan praktis, dirancang khusus untuk kebutuhan praktik pertanian berskala kecil.

Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem sensor kelembapan tanah berbasis Arduino yang mampu menyediakan data real-time dengan akurat. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi irigasi, mengurangi pemborosan air, dan meningkatkan hasil panen melalui pengelolaan kelembapan tanah yang presisi. Dengan memanfaatkan platform open-source, penelitian ini berupaya menciptakan solusi yang dapat diskalakan dan diadaptasi untuk berbagai skenario pertanian.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang pertanian cerdas dengan menyajikan pendekatan praktis dalam mengintegrasikan teknologi terjangkau ke dalam praktik pertanian sehari-hari. Kebaruan sistem ini terletak pada kesederhanaan, keterjangkauan, dan potensinya untuk dikembangkan lebih lanjut. Bagian-bagian berikut akan menjelaskan metodologi untuk mengembangkan dan menguji sistem, memaparkan hasil implementasinya, dan membahas implikasinya bagi dunia pertanian modern.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem sensor kelembapan tanah berbasis Arduino. Prosedur yang diterapkan mencakup desain sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sistem, serta analisis data hasil pengujian. Bagian ini akan menjelaskan

setiap tahapan secara terperinci melalui sub-bab berikut.

2.1. Desain Sistem

Sistem dirancang untuk memonitor kelembapan tanah secara real-time dengan memanfaatkan komponen-komponen utama berikut:

- a. Arduino Uno: Berfungsi sebagai mikrokontroler utama untuk menerima, memproses, dan mengontrol data sensor.
- b. Sensor Kelembapan Tanah: Digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah berdasarkan resistansi tanah.
- c. LCD I2C: Menampilkan data kelembapan tanah yang diukur oleh sensor.
- d. Kabel Jumper: Menghubungkan komponen secara fungsional untuk membentuk sistem lengkap.
- e. Perangkat Lunak: Arduino IDE digunakan untuk menulis, memprogram, dan mengunggah kode ke Arduino.
- f. Diagram blok sistem terdiri dari tiga bagian utama:
- g. Input: Sensor kelembapan tanah yang mendeteksi kondisi tanah.
- h. Proses: Data diolah oleh Arduino untuk menentukan kadar kelembapan.
- i. Output: Data kelembapan ditampilkan pada layar LCD I2C untuk kemudahan interpretasi pengguna.

2.2. Perangkat Lunak

Pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C++. Berikut langkah-langkah utama dalam pengembangan perangkat lunak:

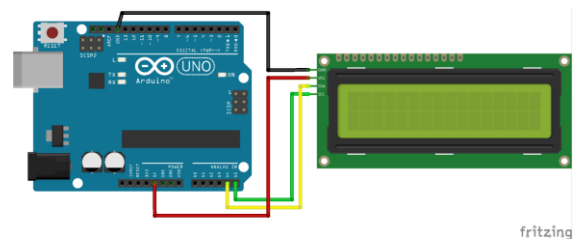
- a. Inisialisasi Komponen: Library untuk LCD I2C dan sensor kelembapan diimpor ke dalam Arduino IDE.
- b. Pengolahan Data Sensor: Data resistansi tanah dari sensor dikonversi menjadi persentase kelembapan menggunakan persamaan kalibrasi yang sesuai.
- c. Tampilan Data: Nilai kelembapan tanah yang telah dihitung ditampilkan pada layar LCD I2C.

- d. Pengujian Program: Kode diuji untuk memastikan sistem berjalan sesuai desain.

2.3. Proses Perakitan Sistem

Perakitan sistem melibatkan penghubungan perangkat keras sesuai diagram rangkaian. Langkah-langkah perakitan mencakup:

- a. Menghubungkan Sensor ke Arduino: Sensor kelembapan dihubungkan melalui pin analog untuk membaca resistansi tanah.
- b. Mengintegrasikan LCD I2C: Kabel jumper menghubungkan pin SDA dan SCL LCD ke pin Arduino untuk komunikasi data.
- c. Pemberian Daya: Sistem diberi daya menggunakan kabel USB yang terhubung ke komputer atau adaptor daya.
- d. Pengujian Koneksi: Setiap sambungan diuji untuk memastikan koneksi listrik dan data berfungsi dengan baik.



Gambar 1. Rangkaian LCD I2C

2.4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam membaca kelembapan tanah. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Lingkup Pengujian: Sistem diuji pada tiga jenis tanah, yaitu tanah mediteran, aluvial, dan humus, untuk mengukur keakuratan pembacaan.
- b. Kalibrasi Sensor: Data awal dari sensor dibandingkan dengan alat ukur kelembapan tradisional (media tech soil meter) untuk menentukan tingkat presisi.
- c. Uji Konsistensi: Sistem diuji beberapa kali untuk memastikan hasil pembacaan yang konsisten.
- d. Pengamatan Lingkungan: Parameter lain, seperti suhu dan kelembapan udara, juga dicatat untuk memastikan pengaruh lingkungan terhadap performa sensor.

2.5. Analisis Data

Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas sistem. Analisis dilakukan berdasarkan:

- a. Perbandingan Data: Membandingkan hasil pembacaan sistem dengan alat ukur tradisional untuk menentukan tingkat keakuratan.
- b. Konsistensi Kinerja: Menganalisis apakah sistem memberikan hasil yang stabil meski diuji pada kondisi yang berbeda.
- c. Efisiensi Sistem: Menilai kemudahan penggunaan dan kecepatan sistem dalam memberikan informasi.
- d. Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini memastikan bahwa sistem sensor kelembapan tanah berbasis Arduino dapat dikembangkan, diuji, dan dianalisis secara sistematis. Dengan pendekatan ini, prototipe yang dihasilkan diharapkan mampu menjadi solusi praktis yang dapat diterapkan dalam pertanian modern.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebagai langkah awal dalam memahami implementasi teknologi yang dikembangkan, hasil penelitian ini akan dijabarkan secara rinci, dimulai dengan penjelasan prototipe sistem yang dirancang.

3.1. Prototipe Sistem

Prototipe sistem sensor kelembapan tanah berbasis Arduino telah berhasil dirancang dan diuji. Sistem ini menggunakan komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor kelembapan tanah, LCD I2C untuk menampilkan hasil pembacaan, serta kabel jumper untuk menghubungkan seluruh komponen. Fungsi utama sistem adalah mengukur kelembapan tanah secara real-time dan menampilkannya dalam bentuk persentase pada layar LCD.

Hasil perakitan menunjukkan bahwa semua komponen bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian awal sistem memastikan koneksi perangkat keras dan algoritma perangkat lunak berfungsi secara terintegrasi, memberikan data kelembapan yang akurat dan stabil.

3.2. Hasil Pengujian Sistem

Sistem diuji pada tiga jenis tanah dengan karakteristik yang berbeda:

- a. Tanah Mediteran: Nilai kelembapan yang tercatat cenderung rendah, sesuai dengan tekstur tanah berpasir yang memiliki retensi air rendah.
- b. Tanah Aluvial: Kelembapan sedang tercatat pada tanah kaya mineral ini, yang mendukung pengukuran stabil.
- c. Tanah Humus: Nilai kelembapan tertinggi tercatat pada tanah organik dengan kadar air tinggi, menunjukkan sensitivitas sistem terhadap variasi tekstur tanah.

Hasil menunjukkan rata-rata selisih kelembapan $\pm 2\%$ dibandingkan alat tradisional (media tech soil meter). Selisih ini masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, menunjukkan sistem mampu menyediakan data yang dapat diandalkan.

3.3. Diskusi Hasil Pengujian

a. Akurasi dan Konsistensi

Hasil pengujian menegaskan bahwa sistem memiliki akurasi tinggi dalam mengukur kelembapan tanah. Data yang dihasilkan konsisten, baik dalam kondisi lingkungan stabil maupun dengan variasi parameter eksternal seperti suhu. Hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja optimal pada berbagai jenis tanah.

Salah satu aspek penting adalah sensitivitas sistem terhadap tanah dengan kadar air tinggi, seperti tanah humus. Kinerja sensor menunjukkan hasil yang linier dengan kadar air tanah yang semakin tinggi. Ini membuktikan bahwa sistem mampu merespons perubahan resistansi tanah secara akurat.

b. Efisiensi Sistem

Dari segi waktu, sistem mampu memberikan data dalam waktu kurang dari satu detik setelah sensor diaktifkan. Kecepatan ini memberikan keunggulan signifikan dibandingkan metode manual yang memerlukan waktu lebih lama untuk analisis.

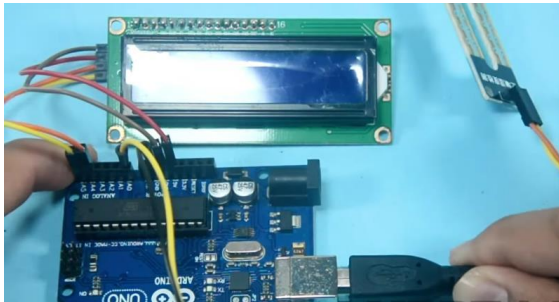
c. Perbandingan dengan Alat Tradisional

Meskipun akurasi sistem mendekati alat tradisional, penggunaan Arduino memberikan beberapa keuntungan tambahan, seperti biaya lebih rendah dan fleksibilitas untuk modifikasi. Selain itu, alat ini dirancang untuk

memudahkan pengguna tanpa memerlukan pelatihan teknis yang mendalam.

d. Keterbatasan Sistem

Namun, terdapat beberapa keterbatasan dalam desain prototipe ini. Misalnya, sensor belum dilengkapi dengan perlindungan terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti kelembapan udara tinggi atau suhu ekstrem, yang dapat memengaruhi keakuratan hasil. Untuk aplikasi skala besar, diperlukan pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem IoT dan otomatisasi irigasi.



Gambar 2. Hasil Rancangan

3.4. Implikasi Hasil Penelitian

Penggunaan sistem berbasis Arduino ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi, terutama di kalangan petani kecil. Biaya yang lebih rendah dan kemampuan adaptasi sistem menjadikannya alat yang ideal untuk pertanian presisi. Dengan pengembangan tambahan, sistem ini dapat menjadi dasar bagi teknologi pertanian modern yang lebih canggih.

4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem sensor kelembapan tanah berbasis Arduino efektif memberikan pengukuran kelembapan tanah secara akurat dan real-time. Sistem ini memberikan manfaat signifikan, termasuk peningkatan efisiensi irigasi, konservasi air, dan pengelolaan tanaman yang lebih baik. Desain yang terjangkau dan dapat disesuaikan menjamin aksesibilitas bagi petani skala kecil, menjadikannya alat yang praktis untuk mendukung praktik pertanian berkelanjutan.

Dibandingkan dengan metode pemantauan tanah konvensional, sistem ini unggul dalam hal kesederhanaan, keterjangkauan, dan skalabilitas untuk integrasi IoT. Kemampuan sistem ini untuk

memberikan data yang konsisten dan presisi di berbagai jenis tanah menunjukkan keandalannya dan potensi penerapannya dalam skala yang lebih luas. Selain itu, kemampuannya untuk diintegrasikan dengan IoT membuka peluang untuk pemantauan jarak jauh dan sistem irigasi otomatis, sejalan dengan tujuan pertanian presisi.

Kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada demonstrasi bagaimana teknologi open-source dapat menghubungkan solusi pemantauan canggih dengan kebutuhan praktis petani di lingkungan yang terbatas sumber daya. Pekerjaan selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan sistem ini dalam skala yang lebih besar, meningkatkan ketahanan terhadap kondisi lingkungan, dan mengintegrasikan fitur-fitur canggih seperti irigasi otomatis. Pengembangan ini dapat memperkuat peran teknologi dalam mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan dan efisien.

Daftar Rujukan

- [1] S. Marlina and A. Gunawan, "Penerapan Teknologi Arduino dalam Sistem Pemantauan Kelembapan Tanah untuk Pertanian," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 12, no. 2, pp. 234-245, 2018.
- [2] S. Ekojono, M. Heru, and S. Adi, "Sensor Kelembapan Tanah: Prinsip Kerja dan Aplikasinya dalam Pemantauan Pertanian," *Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Alam*, vol. 9, no. 1, pp. 12-22, 2018.
- [3] E. Rahmawati and F. Aji, "Smart Farming: Teknologi Pertanian Cerdas untuk Meningkatkan Produktivitas dan Keberlanjutan Pertanian," *Jurnal Agronomi Indonesia*, vol. 13, no. 4, pp. 145-156, 2015.
- [4] R. Sutiarto, H. Purnomo, and B. Prasetyo, "Penggunaan Sistem Otomatisasi dalam Pemeliharaan Tanaman: Studi Kasus pada Kebun Pintar Berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 8, no. 3, pp. 78-88, 2012.
- [5] P. Doni and A. Rahman, "Pemanfaatan IoT dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam: Studi Kasus pada Pertanian dan Perkebunan," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 210-219, 2020.
- [6] S. Holilullah and S. Yulianto, "Perbaikan Struktur Tanah untuk Meningkatkan Kualitas Pertanian melalui Pupuk Organik," *Jurnal Ilmu Tanah*, vol. 18, no. 2, pp. 56-62, 2015.
- [7] A. Giovannie, B. Hendra, and J. Ferianto, "Pengaruh Suhu Terhadap Kualitas Tanaman: Studi Kasus pada Tanaman Sayuran," *Jurnal Agrikultura*, vol. 15, no. 1, pp. 120-129, 2018.
- [8] I. Ghito and D. Nurdiana, "Sistem Irigasi

- Otomatis untuk Pertanian Berkelanjutan," Jurnal Teknik Pertanian, vol. 14, no. 4, pp. 200-208, 2018.
- [9] V. Sujarweni, Pengantar Sistem dan Metode Penelitian: Teori dan Aplikasi dalam Pengolahan Data Pertanian, Yogyakarta: Andi Publisher, 2015.
- [10] M. Fat, "Teori Sistem dan Pengaruhnya terhadap Pengembangan Teknologi Pertanian," Jurnal Sistem Informasi, vol. 6, no. 3, pp. 98-104, 2014.
- [11] M. Djoni and D. Wijayanto, "Penerapan Teknologi Informasi dalam Sistem Irigasi Cerdas pada Pertanian," Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, vol. 11, no. 1, pp. 115-126, 2017.
- [12] K. Ahmad and H. Jamil, "Perancangan Sistem Pemantauan Tanah Menggunakan Sensor Kelembapan Berbasis Arduino untuk Pertanian Modern," Jurnal Teknologi Pertanian, vol. 17, no. 2, pp. 150-163, 2019.
- [13] Oktarino, A., Kom, S., Nurhayati, M. S., Kom, M., Wahyudi, S., & Gaputra, M. K. I. PENGENALAN RASPBERRY PI DAN ARDUINO BERBASIS PEMOGRAMAN PYHTON DAN OPENCV.
- [15] Oktarino, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Tindakan Pertama Tempat Kejadian Perkara Berbasis Android Pada Polda Jambi. Jurnal Sistem Informasi (JSI), 9(2).