

DESAIN SISTEM KADAR AIR DALAM TANAH DENGAN BERBASIS ARDUINO UNO

Gilang Adel Kuswara¹, Muhammad Miftahul Huda², Muhammad Teguh Andriansyah³, Hidayat⁴,
Paduloh^{5*}

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia. e-mail:

*202210215002@mhs.ubharajaya.ac.id, 202210215039@mhs.ubharajaya.ac.id,

202210215012@mhs.ubharajaya.ac.id, 202210215004@mhs.ubharajaya.ac.id,

paduloh@dsn.ubharajaya.ac.id

[*coressponding author : Paduloh](#)

Abstrak

Dalam era globalisasi yang terjadi saat ini membuat segi Agrikultur mengalami kemajuan pesat dalam hal teknologi, salah satunya adalah system sensor yang mengukur kadar air dalam tanah. System ini diciptakan dengan tujuan membantu para petani agar tidak mengalami kesulitan dalam menjaga kelembaban tanah guna untuk menjaga tanaman agar tidak kekurangan air. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan eksperimental. Kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah secara sistematis, eksperimental dilakukan dengan merancang, merakit, dan menguji sistem pengukuran kadar air dalam tanah. Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai pusat pengendali, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air, modul komunikasi Bluetooth untuk pengiriman data, serta sumber daya berupa baterai 9V. Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain sistem yang dikembangkan berfungsi dengan sangat baik dan memenuhi tujuan yang telah ditetapkan. Penggunaan Arduino Uno sebagai mikrocontroller utama memberikan kemampuan pengolahan data yang cepat dan efisien, sehingga sistem dapat merespons perubahan kondisi dengan tepat waktu.

Kata Kunci : Arduino Uno, Kadar Air, Pertanian, Mikrocontroller

Abstract

In the current era of globalization, the agricultural sector has experienced rapid progress in terms of technology, one of which is a sensor system that measures soil water content. This system was created with the aim of helping farmers not to experience difficulties in maintaining soil moisture in order to keep plants from lacking water. This study uses a quantitative and experimental approach. Quantitative is used to measure soil moisture levels systematically, experimentally carried out by designing, assembling, and testing a soil water content measurement system. The designed system consists of several main components, namely Arduino Uno as a control center, a soil moisture sensor to detect water content, a Bluetooth communication module for sending data, and a power source in the form of a 9V battery. The test results show that the developed system design functions very well and meets the stated objectives. The use of Arduino Uno as the main microcontroller provides fast and efficient data processing capabilities, so that the system can respond to changing conditions in a timely manner.

Keywords : Arduino Uno, Water Content, Agriculture, Microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut, teknologi otomasi semakin banyak diterapkan dalam sistem pertanian. Otomasi sistem pengelolaan kadar air dalam tanah merupakan solusi yang efisien untuk memantau dan mengatur kadar air secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta memastikan pemanfaatan sumber daya air yang lebih bijak. Sistem ini menggunakan sensor kelembapan tanah yang terhubung dengan perangkat pengendali, seperti sistem

irigasi otomatis, yang dapat menyesuaikan jumlah air yang diberikan berdasarkan tingkat kelembapan tanah yang terdeteksi.

Kebutuhan akan peningkatan efisiensi dan produktivitas dalam sektor pertanian semakin mendesak seiring dengan pertumbuhan populasi dunia dan perubahan iklim yang memengaruhi pola curah hujan. Salah satu faktor penting dalam menentukan hasil pertanian adalah kadar air dalam tanah, yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Pengelolaan kadar air yang optimal sangat penting untuk memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup tanpa kelebihan atau kekurangan, yang dapat menyebabkan kerusakan tanaman atau pemborosan sumber daya air.

Kadar air dalam tanah dalam pertanian sangat penting karena dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman, hasil panen, dan efisiensi penggunaan sumber daya alam. Banyak hal yang akan terjadi pada pertanian jika tanah memiliki kadar air yang tidak terstruktur pada pertanian, seperti kekurangan air, kelebihan air, ketidak seimbangan kadar air, perubahan struktur tanah dan permasalahan lainnya.

Menurut Barus et al (2018) Arduino adalah jenis papan sirkuit yang mengandung mikrokontroler. Dengan kata lain, Arduino juga bisa disebut sebagai papan mikrokontroler. Salah satu papan Arduino yang paling terkenal adalah Arduino Uno. Papan mikrokontroler ini berukuran kartu kredit dan memiliki set pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain. (Fadilah, Ramadhan, Darwinto, & Paduloh, 2024). Arduino Uno merupakan salah satu jenis board yang berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit dan memiliki beberapa pin yang berfungsi untuk berkomunikasi dengan komponen lainnya. Arduino merupakan mikrokontroler serbaguna yang dapat diprogram. Program pada Arduino biasanya kita kenal sebagai sketsa. Arduino memiliki dua bagian utama, yaitu mikrokontroler dan perangkat lunak (IDE) yang bekerja pada komputer sebagai compiler. (Maulana Ilham et al., 2024). Dalam system kadar air, kita perlu merakit beberapa alat dan bahan Setelah komponen dari setiap alat telah dipasang, langkah selanjutnya adalah menguji perangkat lunak atau program di mana pemrograman sangat penting dalam suatu sistem agar sesuai dengan yang diinginkan. Alat yang dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno memerlukan program dalam bahasa C. (Paduloh et al., 2022)

Kadar air tanah adalah sejumlah air yang terkandung dalam tanah, yang disebut juga kelembapan tanah. Kadar air tanah digunakan secara luas dalam bidang ilmiah dan teknik, dinyatakan dalam ratio atau % (persen), hingga nilai jenuh air dimana semua pori-pori tanah terisi air. (Aulia Rahman et al., 2019)

Semakin meningkat kadar air yang diberikan pada tanaman maka semakin baik pertumbuhan dan produksinya, sebaliknya semakin menurun kadar air maka berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produksi hijauan. Jika air yang diberikan melebihi kemampuan tanaman untuk menyerap air juga dapat berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produksi hijauannya. (Yulina & Ambarsari, 2021)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Asnidar et al (2023) menyatakan bahwa alat ukur kelembapan tanah ini menggunakan sensor lempeng tembaga yang berfungsi sebagai elektroda untuk mengukur kelembapan tanah dan diubah menjadi tegangan analog kemudian akan diubah menjadi data digital agar bisa diproses oleh prosessor Arduino Uno. Pada saat pengujian ditemukan bahwa semakin kering suatu tanah maka kelembapan nya akan semakin kurang begitupula sebaliknya semakin basah suatu tanah maka kelembabannya akan semakin tinggi. (Asnidar et al., 2023)

Menurut penelitian dari Roy Harry Syidiq Pamungkas & Cinthya Bella (2021) menyatakan bahwa alat ini bertujuan untuk menggantikan pekerjaan manual menjadi otomatis. Manfaat yang didapat dari alat ini adalah dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam menyiram tanaman cabai. Alat ini menggunakan sensor soil moisture /kelembapan tanah yang berfungsi sebagai pendeteksi kelembapan tanah dan mengirim perintah kepada Arduino uno guna menghidupkan driver relay agar motor wiper dapat menyiram air sesuai kebutuhan tanah secara otomatis. (Pamungkas & Bella, 2021)

Berdasarkan penelitian dari Sandy Prakoso & Intan Kumalasari (2024) menyatakan bahwa Arduino Uno digunakan sebagai pengontrol utama, sensor kelembaban tanah digunakan untuk membaca kadar kelembaban tanah dan digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan pompa penyiram. Sistem ini mengambil data dengan sensor kelembaban tanah dan pH tanah, untuk mencari nilai kelembaban tanah dan nilai pH tanah pada tanaman dengan cara menancapkannya di tanah. Kemudian data yang diperoleh di kirim ke jaringan dan hasilnya akan ditampilkan pada layar LCD. Sensor kelembaban tanah digunakan untuk mendeteksi kelembaban dan kekeringan tanah dengan cara menancapkan sensor di tanah yang kemudian dapat menggerakkan pompa ke arah tanaman lalu menyiramkan air, apabila tanah yang kering sudah mendapatkan asupan air yang cukup maka secara otomatis pompa dan kran akan berhenti bekerja. (Prakoso & Kumalasari, 2024)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dony Agam et al (2022) menyatakan bahwa alat pencatat kekuatan tanah ini dinyatakan lembab apabila nilai 501°C-1022°C dan kering dari nilai 0°C-499°C, karena sensor soil moisture dapat membaca kelembaban tanah dari 0°C-1022°C. Dari hasil penelitian untuk menjawab manfaat penelitian, tanah liat adalah tanah yang tidak bisa dihuni dikarenakan memiliki struktur yang dilihat dan jika disentuh terasa basah, halus, lentur, kental, lengket, dan bisa mengeras jika sudah mengering sehingga sulit dilalui air dan jenis tanah tersebut tergolong tanah yang kurang subur untuk lahan pertanian. (Agam et al., 2022)

Menurut penelitian dari Kevin Rochman & Muhammad Randyka Rojat (2022) menyatakan bahwa menurut pendeteksian kelembaban tanah, sistem irigasi tanaman otomatis dapat bekerja dengan baik, dan kondisi lingkungan dimana suhu udara naik sangat berpengaruh terhadap percepatan penurunan kelembaban tanah. Hasil pengujian sistem secara umum dapat ditransfer ke lingkungan tanaman yang meningkatkan dan menstabilkan kelembaban tanah. (Rochman et al., 2022)

Berdasarkan kondisi diatas maka dapat dinyatakan bahwa penelitian yang kami lakukan adalah membuat desain sensor kadar air dalam tanah berbasis Arduino Uno dengan tipe () karena () dengan harapan bisa menjaga kestabilan kandungan air yang berada dalam tanah.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan eksperimental. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban tanah secara sistematis menggunakan sensor yang terintegrasi dengan Arduino Uno. Pendekatan eksperimental dilakukan dengan merancang, merakit, dan menguji sistem pengukuran kadar air di pertanian.

Metodologi ini menggambarkan alur desain sistem kadar air dalam tanah berbasis Arduino Uno. Alur meliputi tahapan-tahapan yang komprehensif mulai dari studi literatur, identifikasi masalah, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga evaluasi sistem melalui pengujian di lapangan. Setiap langkah bertujuan untuk memastikan sistem berfungsi secara optimal dan dapat diterapkan di lapangan. Penjelasan berikut merinci setiap langkah dalam metodologi ini.

Alur Desain Sistem

1. Studi Literatur Proses dimulai dengan pengumpulan informasi dari berbagai referensi akademik, jurnal, dan buku terkait penggunaan sensor kelembaban tanah, prinsip kerja Arduino Uno, dan algoritma pengolahan data yang relevan. Penelitian sebelumnya juga dikaji untuk memahami tantangan yang dihadapi serta potensi solusi teknis yang tersedia. Dari hasil literatur, ditemukan berbagai jenis sensor kelembaban tanah seperti kapasitif dan resistif, beserta kelebihan dan kekurangannya.

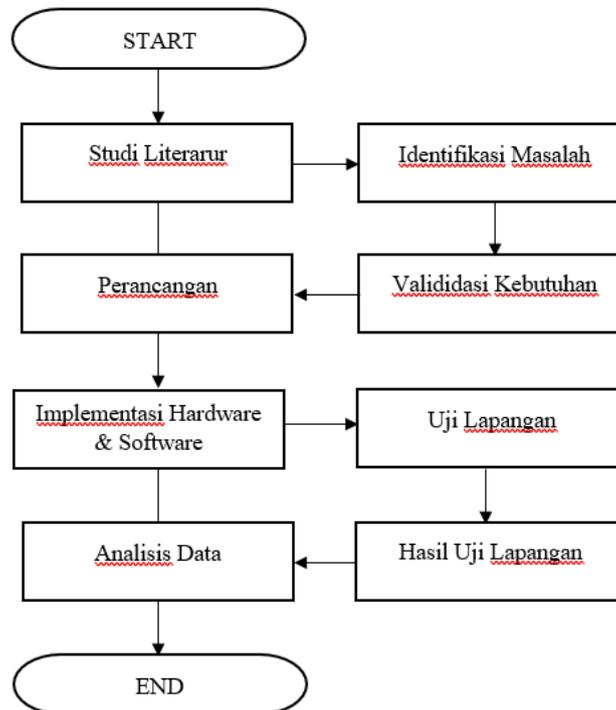
2. Identifikasi Masalah dan Rancangan Berdasarkan hasil kajian literatur, dirumuskan masalah utama seperti kurangnya akurasi pengukuran kelembapan tanah, konsumsi daya yang tinggi pada beberapa perangkat, dan keterbatasan dalam integrasi data real-time. Untuk mengatasi masalah ini, perancangan sistem dilakukan dengan memetakan kebutuhan komponen, merancang rangkaian, dan menentukan perangkat lunak pendukung yang sesuai. Diagram blok sistem mencakup komponen-komponen utama seperti:
 - Arduino Uno: Mikrokontroler yang mengatur seluruh operasi sistem.
 - Sensor Kelembapan Tanah: Untuk mendeteksi kadar air tanah dalam bentuk nilai analog.
 - Modul Komunikasi (Bluetooth/Wi-Fi): Mengirim data ke perangkat monitoring seperti smartphone atau komputer.
 - Relay dan Pompa Air: Mengatur otomatisasi penyiraman berdasarkan nilai kelembapan.
 - Baterai/Adaptor: Sumber daya untuk operasional sistem.
3. Perancangan dan Implementasi Hardware Desain perangkat keras dilakukan dengan menyusun sensor kelembapan ke pin analog Arduino Uno. Sensor disisipkan ke dalam tanah dan disambungkan ke unit kontrol menggunakan kabel jumper. Modul komunikasi, relay, dan pompa air juga dipasang sesuai dengan diagram rangkaian yang telah disusun.
 - Perakitan Rangkaian: Dilakukan menggunakan breadboard untuk pengujian awal sebelum dipindahkan ke PCB agar lebih stabil.
 - Penyusunan Desain Fisik: Sistem dirancang untuk portabel dan tahan terhadap lingkungan eksternal dengan melindungi komponen dalam casing plastik.
4. Pemrograman dan Implementasi Software Software ditulis menggunakan Arduino IDE. Program mencakup:
 - Pembacaan data dari sensor kelembapan.
 - Penentuan batas nilai kelembapan untuk menghidupkan/mematikan pompa air.
 - Integrasi komunikasi data dengan modul Bluetooth/Wi-Fi untuk monitoring jarak jauh.
 - Sistem alarm berupa notifikasi jika kadar air tanah berada di bawah batas minimum yang ditentukan.
5. Uji Coba awal dilakukan untuk memastikan sistem dapat membaca kelembapan tanah secara akurat. Simulasi dengan berbagai tingkat kelembapan (tanah kering, setengah kering, dan basah) dilakukan. Nilai kelembapan dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan metode gravimetri.

Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian ini mencakup:

- **Identifikasi Masalah:** Permasalahan utama dirumuskan berdasarkan studi literatur.
- **Rancangan Sistem:** Sistem dirancang sesuai dengan kebutuhan fungsional dan teknis.
- **Implementasi:** Komponen hardware dan software diterapkan untuk mewujudkan sistem secara fungsional.
- **Pengujian:** Validasi dilakukan melalui uji coba laboratorium dan lapangan.
- **Rekomendasi dan Perbaikan:** Sistem dikembangkan lebih lanjut berdasarkan analisis data.

Diagram Proses



Gambar 2. 1 Diagram Proses

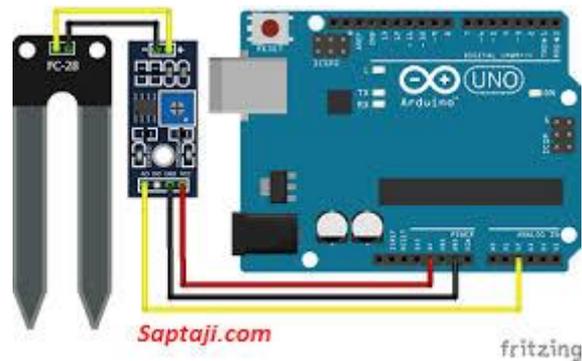
3. PEMBAHASAN

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai pusat pengendali, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air, modul komunikasi Bluetooth untuk pengiriman data, serta sumber daya berupa baterai 9V. Sistem ini dirancang agar mampu memberikan data kadar air tanah dalam waktu nyata dan mudah diakses melalui aplikasi monitoring.

Proses desain dimulai dengan menggambar diagram rangkaian sistem. Komponen dihubungkan sesuai diagram tersebut. Berikut langkah-langkah pemasangan:

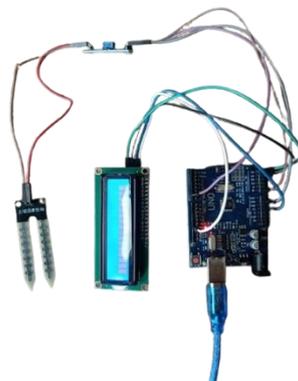
1. **Persiapan Perangkat:** Siapkan semua komponen, termasuk Arduino Uno, sensor kelembapan tanah, kabel jumper, modul komunikasi, dan baterai.
2. **Pemasangan Sensor:** Hubungkan kabel sensor kelembapan tanah ke pin input analog pada Arduino (misalnya pin A0) dan hubungkan ground serta VCC sensor ke Arduino.
3. **Integrasi Modul Komunikasi:** Sambungkan modul Bluetooth ke pin digital Arduino (misalnya pin TX dan RX untuk data) dengan memperhatikan konfigurasi yang benar untuk pengiriman data.
4. **Penyediaan Sumber Daya:** Hubungkan baterai ke konektor power Arduino untuk memastikan sistem mendapatkan pasokan listrik yang stabil.
5. **Pemrograman Arduino:** Tulis dan unggah kode menggunakan Arduino IDE. Program ini harus mencakup pembacaan data analog dari sensor, pengubahan data menjadi persentase kelembapan, dan pengiriman data melalui modul Bluetooth.
6. **Pengujian Awal:** Uji seluruh rangkaian untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai rencana.

Uji Coba Rangkaian



Gambar 3. 1 Desain Sensor

Gambar diatas merupakan contoh desain dalam sebuah rangkaian sensor kadar air dalam tanah berbasis Arduino Uno.



Gambar 3. 2 Sensor Kadar air

Berdasarkan gambar diatas dilakukan perakitan rangkaian sistem kadar air dalam tanah,

1. Melakukan penghubungan antara Arduino uno dengan laptop menggunakan kabel penghubung arduino uno.
2. Hubungkan indikator VCC ke VCC Arduino uno, A0 indikator ke A0, dan GND indikator dihubungkan ke GND Arduino uno.
3. Hubungkan indikator ke sensor .
4. Untuk LCD, hubungkan VCC LCD ke 5V Arduino, GND LCD dihubungkan ke GND Arduino, lalu hubungkan SDA LCD ke A4 Arduino, dan hubungkan SCL LCD ke A5 Arduino.

```

sketch_dec30a $
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// Inisialisasi LCD dan RTC
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C7, 16, 2);

// Pin konfigurasi
int sensorPin = A1; // Pin sensor kelembapan
int powerPin = 5; // Pin untuk suplai daya ke sensor

void setup() {
  // Inisialisasi serial, LCD, dan RTC
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  // Atur pin sebagai output/relay
  pinMode(powerPin, OUTPUT);

  // Nyalakan relay dalam keadaan mati di awal
  digitalWrite(powerPin, LOW);
}

void loop() {
  // Membaca kelembapan
  int kelembapan = bacaSensor();
  Serial.print("Kelembapan: ");
  Serial.println(kelembapan);

  // Menampilkan kelembapan di LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Kelembapan: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(kelembapan);

  delay(1000); // Delay 1 detik
}

// Fungsi untuk membaca nilai sensor kelembapan
int bacaSensor() {
  digitalWrite(powerPin, HIGH); // Aktifkan sensor
  delay(100);
  int nilaiSensor = analogRead(sensorPin);
  digitalWrite(powerPin, LOW); // Matikan sensor
  return 1023 - nilaiSensor; // Nilai kelembapan
}

```

Gambar 3. 3 Kode Program

Berdasarkan gambar diatas Kode yang diberikan digunakan untuk membaca nilai kelembapan tanah menggunakan sensor kelembapan analog dan menampilkan hasilnya di layar LCD serta serial monitor. Kode ini juga mengontrol suplai daya ke sensor menggunakan relay yang dikendalikan oleh pin digital. Di awal, pustaka LiquidCrystal_I2C diinisialisasi untuk mengatur komunikasi dengan layar LCD I2C dengan alamat 0x27 dan ukuran 16x2. Pada fungsi setup(), komunikasi serial diinisialisasi dengan baud rate 9600 untuk pemantauan di serial monitor, sementara layar LCD diinisialisasi dengan fungsi lcd.init() dan lampu latarnya dinyalakan dengan lcd.backlight(). Pin powerPin yang terhubung ke relay sensor kelembapan diatur sebagai output dan dipastikan dalam keadaan mati (LOW) pada awalnya. Pada bagian loop(), program akan secara berulang membaca kelembapan dari sensor dengan memanggil fungsi bacaSensor(), yang kemudian hasilnya dicetak ke serial monitor dan ditampilkan pada LCD. Di dalam fungsi bacaSensor(), pin powerPin diatur menjadi HIGH untuk menyalakan sensor, kemudian sensor dibaca dengan fungsi analogRead(sensorPin) yang mengembalikan nilai antara 0 hingga 1023, di mana 0 menunjukkan tanah sangat basah dan 1023 menunjukkan tanah sangat kering. Setelah pembacaan selesai, sensor dimatikan dengan mengatur powerPin kembali ke LOW. Nilai yang dibaca dari sensor kemudian dikurangi dari 1023 untuk menghasilkan nilai kelembapan yang lebih mudah dipahami. Nilai kelembapan ini kemudian ditampilkan di LCD dan dicetak ke serial monitor untuk pemantauan lebih lanjut, dengan penundaan 1 detik di antara setiap pembacaan untuk memberikan waktu bagi pengguna untuk melihat perubahan nilai kelembapan.

Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada tiga jenis tanah: tanah liat, tanah pasir, dan tanah humus. Berikut data hasil pengujian yang lebih rinci:

Jenis Tanah	Kondisi Tanah	Kelembapan Sensor (%)	Kelembapan Manual (%)	Error (%)
Tanah Liat	Basah	35,5	34,8	2,01
Tanah Liat	Setengah Kering	20,3	20,0	1,50
Tanah Liat	Kering	11,0	10,8	1,85
Tanah Pasir	Basah	12,8	13,2	3,03
Tanah Pasir	Setengah Kering	6,5	6,7	2,98

Tanah Pasir	Kering	3,1	3,0	3,33
Tanah Humus	Basah	45,7	46,0	0,65
Tanah Humus	Setengah Kering	29,5	30,0	1,67
Tanah Humus	Kering	15,2	15,1	0,66

Dari hasil pengujian di atas, sistem mampu memberikan data yang konsisten dengan rata-rata error kurang dari 2%. Ini menunjukkan tingkat akurasi yang memadai untuk aplikasi monitoring kelembapan tanah dalam skala kecil maupun menengah.

Pembahasan

Hasil menunjukkan bahwa desain sistem yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Penggunaan Arduino Uno memungkinkan pengolahan data secara cepat, sementara sensor kelembapan tanah memberikan hasil pengukuran yang akurat setelah kalibrasi. Selain itu, integrasi modul komunikasi mempermudah pengguna untuk memantau kondisi tanah tanpa harus berada di lokasi.

Kekuatan Sistem:

- Akurasi yang tinggi pada berbagai jenis tanah.
- Fleksibilitas modul komunikasi yang mempermudah penerapan di lapangan.
- Kemampuan real-time monitoring.

Tantangan Sistem:

- Ketergantungan pada kondisi sumber daya yang stabil, terutama saat digunakan di lapangan.
- Rentan terhadap interferensi lingkungan seperti kelembapan udara yang tinggi.

Implementasi Praktis: Sistem ini dapat digunakan untuk mendukung pertanian berbasis teknologi, terutama untuk pengelolaan irigasi yang tepat. Dengan memantau kadar air tanah secara berkala, petani dapat mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi hasil panen.

Rekomendasi Pengembangan

- Menambahkan fitur pengolahan data otomatis untuk memberikan rekomendasi tindakan berdasarkan kelembapan tanah.
- Mengintegrasikan panel surya sebagai sumber daya untuk mendukung penggunaan di lokasi terpencil.
- Menggunakan modul komunikasi jarak jauh seperti LoRa untuk area pertanian yang lebih luas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 3 jenis tanah yang berbeda maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pada tanah jenis tanah liat yang memiliki 3 jenis kondisi tanah yang berbeda, mulai dari basah, setengah kering, dan kering. Maka didapatkan hasil yang berbeda, yakni. Pada tanah liat basah memiliki kelembapan sensor sebesar 35,5%, kelembapan manual sebesar 34,8%, dan error sebesar 2,01%. Pada tanah liat setengah kering memiliki kelembapan sensor sebesar 20,3%, kelembapan manual sebesar 20,0%, dan error sebesar 1,50%. Pada tanah liat kering memiliki kelembapan sensor sebesar 11,0%, kelembapan manual sebesar 10,8%, dan error sebesar 1,85%.

2. Pada tanah jenis tanah pasir yang juga memiliki 3 jenis kondisi tanah yang berbeda, mulai dari basah, setengah kering, dan kering. Maka didapatkan hasil yang berbeda, yakni. Pada tanah pasir basah memiliki kelembapan sensor sebesar 12,8%, kelembapan manual sebesar 12,2%, dan error sebesar 3,03%. Pada tanah pasir setengah kering memiliki kelembapan sensor sebesar 6,5%, kelembapan manual sebesar 6,7%, dan error sebesar 2,98%. Pada tanah pasir kering memiliki kelembapan sensor sebesar 3,1%, kelembapan manual sebesar 3,0%, dan error sebesar 3,33%.
3. Pada tanah jenis tanah humus yang juga memiliki 3 jenis kondisi tanah yang berbeda, mulai dari basah, setengah kering, dan kering. Maka didapatkan hasil yang berbeda, yakni. Pada tanah humus basah memiliki kelembapan sensor sebesar 45,7%, kelembapan manual sebesar 46,0%, dan error sebesar 0,65%. Pada tanah humus setengah kering memiliki kelembapan sensor sebesar 29,5%, kelembapan manual sebesar 30,0%, dan error sebesar 1,67%. Pada tanah humus kering memiliki kelembapan sensor sebesar 15,2%, kelembapan manual sebesar 15,1%, dan error sebesar 0,66%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain sistem yang dikembangkan berfungsi dengan sangat baik dan memenuhi tujuan yang telah ditetapkan. Penggunaan Arduino Uno sebagai mikrocontroller utama memberikan kemampuan pengolahan data yang cepat dan efisien, sehingga sistem dapat merespons perubahan kondisi dengan tepat waktu. Selain itu, sensor kelembapan tanah yang digunakan mampu menghasilkan pengukuran yang sangat akurat setelah melalui proses kalibrasi yang cermat, menjamin kualitas data yang diperoleh dari tanah.

Keunggulan lainnya terletak pada integrasi modul komunikasi, seperti WiFi, yang memudahkan pengguna untuk memantau kondisi kelembapan tanah secara real-time tanpa harus berada langsung di lokasi. Dengan adanya modul komunikasi ini, pengguna dapat mengakses data yang dikirimkan oleh sistem melalui perangkat mobile atau komputer, memberikan kenyamanan dan efisiensi dalam pengelolaan irigasi atau pemeliharaan tanaman. Secara keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi yang praktis, hemat waktu, dan dapat diandalkan untuk memantau kondisi tanah dari jarak jauh dengan tingkat akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agam, D., Bani, A. U., & Nugroho, F. (2022). Design and Build a Strength Recorder Soil Using Arduino Soil Moisture Sensor. *Journal of Engineering ...*, 1(November), 126–132. <http://journal.binainternusa.org/index.php/jetcom/article/view/63%0Ahttp://journal.binainternusa.org/index.php/jetcom/article/download/63/36>
- Asnidar, Nur Hikmah Paletari, Wiwin Hildayanti, & Bardan Bulaka. (2023). Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Tanah Sayur Pertanian Berbasis Mikrokontroler Arduino di Desa Kowioha Kecamatan Wundulako kabupaten Kolaka. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains*, 1(3030–9069), 1–6.
- Aulia Rahman, M., Rachmawardani, A., & Sofwan Lukito, I. (2019). Rancang Bangun Kalibrator untuk Sensor Kadar Air Tanah. *Jurnal Sains Dasar*, 8(1), 30–37. <https://doi.org/10.21831/jsd.v8i1.38696>
- Fadilah, M. A., Ramadhan, G., Darwinto, K., & Paduloh. (2024). ARDUINO-BASED HUMAN SENSOR FAN ASSEMBLY AIMED TO SAVE ENERGY. *Jurnal Salome: Multidisipliner Keilmuan*, 173-182.
- Maulana Ilham, M., Khairil Ihsan, M., Yofinaldi, S., & Paduloh. (2024). *Design Using Rfid Sensor Based on Arduino Uno*. 2(2), 16–22.
- Paduloh, P., Fatahillah, H., Ramadhan, M. A., Muhendra, R., Widyantoro, M., & Sumanto. (2022). Designing of temperature control for agitator machine using Internet of Thing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1063(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012053>
- Pamungkas, R. H. S., & Bella, C. (2021). Sistem Prototype Penyiraman Tanaman Sayur Berbasis Arduino Dengan Sensor Kelembaban Tanah. *Portal Data*, 1(3), 1–16.
- Prakoso, S., & Kumalasari, I. (2024). PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS DAN KELEMBABAN TANAH BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 28-37.
- Rochman, K., Muhammad,), Rojat, R., & Komputer, T. (2022). PENERAPAN IoT UNTUK MENGOPTIMALKAN REGULASI AIR TANAH. *Portaldata.Org*, 2(7), 2022.
- Yulina, H., & Ambarsari, W. (2021). HUBUNGAN KADAR AIR DAN BOBOT ISI TANAH TERHADAP BERAT PANEN TANAMAN PAKCOY PADA KOMBINASI KOMPOS SAMPAH KOTA DAN PUPUK KANDANG SAPI. *Jurnal AgroTatanen* , 1-6.