



Sistem Otomatis Penyiraman, Pemupukan, dan Pengusir Hama Berbasis Arduino Uno dengan Pemantauan Kelembapan dan pH Tanah

Dany Sucipto^{1*}, Martselani Adias Sabara², Rony Darpono³

¹⁻³ Program Studi Teknik Elektronika, Universitas Harkat Negeri, Indonesia

dany_sucipto@yahoo.com¹, baradiaz@gmail.com², ronydr80@gmail.com³

*Penulis Korespondensi: dany_sucipto@yahoo.com

Abstract. *This study aims to design, implement, and test a prototype that automates three functions, namely watering, fertilizing, and pest control based on Arduino Uno with the ability to directly monitor soil moisture and pH. This system is equipped with four main types of sensors. Soil condition monitoring involves an FC-28 soil moisture sensor and a soil pH sensor, water level measurement involves an HC-SR04 ultrasonic sensor, and pest detection in the plant area involves a RIP sensor. All data obtained from these sensors is then processed by the Arduino Uno microcontroller to automatically activate actuators such as water pumps, liquid fertilizer pumps, buzzers, and DC motors according to soil conditions and plant needs. Prototype testing was conducted on simulated land with various scenarios of moisture, soil pH, and pest activity. The test results revealed that the system was proven to be able to significantly optimize water and fertilizer utilization, as well as reduce pest disturbances that could potentially damage plants. In addition, this system also displays the operational status directly through an LCD screen, making it easy for users to monitor. The advantage of this system is its multi-function integration in a single device that is cost-effective and easy to operate. In the future, the functionality of this system can be improved through integration with Internet of Things (IoT) technology, enabling remote monitoring and control with greater efficiency. More broadly, this study is expected to support increased production and sustainable agricultural practices in Indonesia.*

Keywords: *Agricultural Automation; Arduino Uno; Moisture Sensor; Pest Repellent; Soil Ph.*

Abstrak. Studi ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sebuah prototipe yang mengotomasi tiga fungsi, yaitu penyiraman, pemupukan, serta pengusiran hama berbasis Arduino Uno dengan kemampuan pemantauan kelembapan dan pH tanah secara langsung. Sistem ini dilengkapi dengan empat jenis sensor utama. Pemantauan kondisi tanah melibatkan sensor kelembapan tanah tipe FC-28 dan sensor pH tanah, pengukur ketinggian air melibatkan sensor ultrasonik HC-SR04, dan untuk mendeteksi keberadaan hama di area tanaman melibatkan sensor RIP. Seluruh data yang diperoleh dari sensor tersebut selanjutnya diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengaktifkan aktuator seperti pompa air, pompa pupuk cair, buzzer, dan motor DC secara otomatis sesuai dengan kondisi lahan dan kebutuhan tanaman. Pengujian prototipe dilakukan pada lahan simulasi dengan berbagai skenario kelembapan, pH tanah, dan aktivitas hama. Hasil pengujian mengungkapkan bahwa sistem terbukti mampu mengoptimalkan pemanfaatan air dan pupuk secara signifikan, serta mengurangi gangguan hama yang berpotensi merusak tanaman. Selain itu, sistem ini juga menampilkan status operasional secara langsung melalui layar LCD, sehingga memudahkan pemantauan oleh pengguna. Keunggulan sistem ini adalah integrasi multi-fungsi dalam satu perangkat yang hemat biaya dan mudah dioperasikan. Kedepannya, sistem ini dapat ditingkatkan fungsionalitasnya melalui integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT), memungkinkan pengawasan dan kontrol secara jarak jauh dengan efisiensi yang lebih baik. Secara lebih luas, studi ini diharapkan mampu mendukung peningkatan produksi serta praktik pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci: Arduino Uno; Otomatisasi Pertanian; Pengusir Hama; PH tanah; Sensor Kelembapan.

1. LATAR BELAKANG

Tantangan utama bagi Indonesia, sebuah negara dengan basis agraris, adalah bagaimana meningkatkan produktivitas sektor pertanian untuk memenuhi permintaan pangan yang terus bertambah. Sektor pertanian memegang peranan vital dalam perekonomian nasional, khususnya dalam produksi padi sebagai makanan pokok utama (Purnomo & Utami, 2019). Namun, petani sering menghadapi masalah gagal panen yang disebabkan oleh berbagai faktor

seperti perubahan cuaca, serangan hama, kondisi tanah yang tidak optimal, dan sistem pengairan yang tidak efisien (Purnomo & Utami, 2019). Kehilangan hasil akibat gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat mencapai 40% atau lebih. (Purnomo & Utami, 2019)

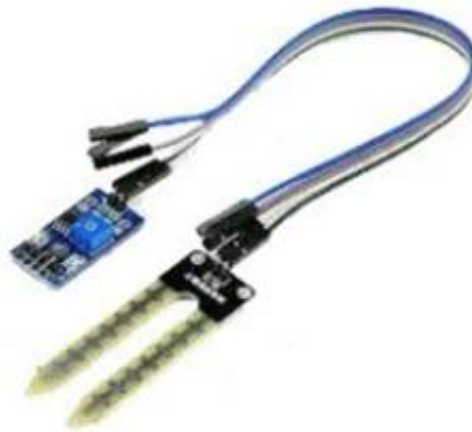
Sistem irigasi otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah telah terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 34.2% dibandingkan metode konvensional. Implementasi teknologi sensor dalam pertanian memungkinkan petani melakukan monitoring real-time terhadap kondisi tanah, kelembaban, dan parameter lingkungan lainnya.

Oleh karena itu, untuk menanggapi permasalahan yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem otomatis berbasis Arduino Uno. Sistem ini akan menangani penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama, serta dilengkapi dengan kemampuan pemantauan kelembaban dan pH tanah secara langsung. Sistem ini diharapkan dapat menurunkan ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, meningkatkan efisiensi pemakaian air dan pupuk, serta memberikan perlindungan terhadap serangan hama pada tanaman padi.

2. KAJIAN TEORITIS

Sensor Kelembaban Tanah

Soil moisture sensor fc-28 adalah sensor kelembaban yang berfungsi untuk mendeteksi kadar air dalam tanah. Meski desainnya sederhana, sensor ini sangat cocok untuk memantau kelembaban di taman umum atau tanaman rumah. Cara kerjanya menggunakan dua buah probe yang mengalirkan arus listrik melalui tanah dan mengukur nilai resistensinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Prinsip dasarnya, tanah yang basah memiliki konduktivitas lebih tinggi (resistensi rendah), sedangkan tanah kering bersifat lebih isolatif (resistensi tinggi). Dengan demikian, sensor ini dapat menjadi alat yang efektif untuk memperingatkan kondisi kekeringan atau memonitor kelembaban tanah.² Dari sisi lain, *Soil moisture* sensor fc-28 memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3v atau 5v, tegangan output sebesar 0 – 4.2v, arus sebesar 35 ma, dan memiliki value range adc sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit. Adapun gambar *soil moisture* sensor fc-28 dapat dilihat pada ilustrasi berikut (Gorontalo & Things, 2018).



Gambar 1. Sensor *Soil moisture*.

Prinsip kerja moisture sensor pada alat ini adalah dengan menanamkan satu buah sensor kelembaban ke dalam tanah. Fungsi utama sensor ini adalah mendeteksi persentase kandungan air dalam media tanah. Nilai pembacaan ini kemudian dibandingkan dengan suatu ambang batas kritis yang telah ditetapkan. Apabila kelembapan tanah menyentuh atau melampaui batas tersebut, sistem akan mengeluarkan peringatan sebagai indikasi meningkatnya risiko terjadinya tanah longsor.

Sensor PH Tanah

Sensor pH tanah adalah komponen yang digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) suatu media tanah. Kemampuan pengukurannya mencakup skala pH 3, 5, hingga 15. Sensor ini beroperasi pada tegangan listrik 5-volt DC dan memiliki jangkauan pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. Keunggulan praktisnya, sensor ini dapat diintegrasikan langsung ke pin analog mikrokontroler tanpa memakai modul penguat (Daniel et al., 2022).

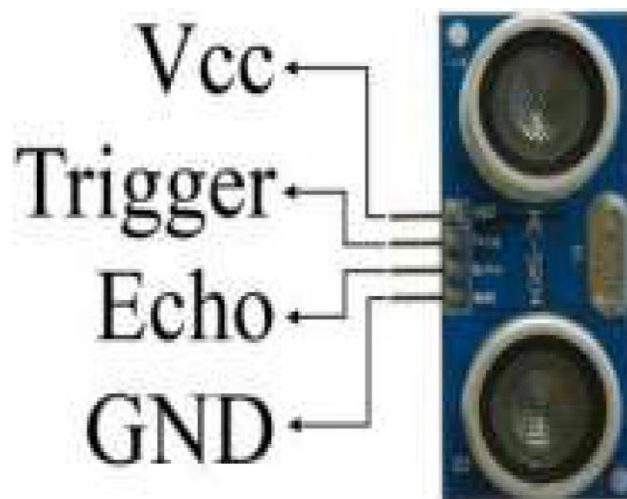


Gambar 2. Sensor pH Tanah.

Probe pH tanah berbasis elektrode menghasilkan tegangan diferensial yang diubah menjadi nilai pH melalui penguat operasional terintegrasi.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pengukur jarak antara penghalang dan sensor. Jangkauan pengukurannya berkisar antara 2 cm sampai 400 cm. Sensor ini memiliki 4 pin yaitu VCC sebagai sumber tegangan positif sensor, pin Trigger yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik, pin Echo yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonic, dan pin Gnd sebagai sumber tegangan negatif sensor.



Gambar 3. Sensor Ultrasonik.

Secara internal, sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki dua komponen utama. Bagian pemancar (transmitter) menghasilkan gelombang ultrasonik 40 KHz, sedangkan bagian penerima (receiver) mendeteksi pantulan gelombang tersebut dari suatu objek. Jarak sensor ke objek dapat dihitung karena waktu tempuh gelombang (dari pemancar, ke objek, dan kembali ke penerima) berbanding lurus dengan dua kali jarak tersebut (Missa et al., 2018).

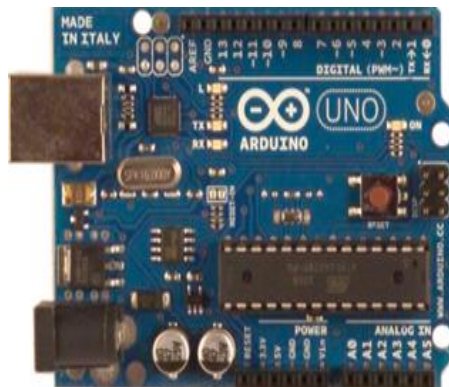
Mekanisme pengukuran jarak dengan sensor HC-SR04 diawali dengan pemberian pulsa trigger. Sinyal ini memicu pemancar (*transmitter*) untuk menghasilkan gelombang ultrasonik. Secara bersamaan, sensor menghasilkan sinyal TTL rising edge yang menandai dimulainya penghitungan waktu. Saat penerima (*receiver*) mendeteksi pantulan gelombang dari objek, penghitungan waktu dihentikan dan sinyal TTL falling edge dihasilkan. Dengan waktu tempuh (t) dan asumsi kecepatan suara 340 m/s, jarak sensor-objek dapat ditentukan menggunakan Persamaan (1). (Missa et al., 2018)

$$S = \frac{t \times 340}{2} \quad (1)$$

Dalam persamaan ini, simbol s mempresentasikan jarak yang diukur dari sensor ke objek (m), sedangkan t menunjukkan waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (s).

Arduino Uno

Arduino uno adalah papan mikrokontroler yang banyak diaplikasikan di bidang elektronika dan perancangan proyek berbasis mikrokontroler. Papan ini didukung oleh adanya mikrokontroler atmega328p yang berperan dalam pengaturan berbagai komponen elektronik seperti led, sensor, motor, dan lainnya. Arduino uno memiliki 14 pin input/output digital, 6 pin input analog, serta beberapa port komunikasi seperti uart, spi, dan i2c. Salah satu keunggulan utama dari Arduino Uno adalah kemudahan dalam pengoperasiannya, terutama untuk pemula, berkat lingkungan pemrograman yang sederhana dan mudah dipahami. Papan ini dapat diprogram melalui koneksi usb menggunakan software arduino ide yang menyediakan berbagai pustaka dan contoh kode untuk mempermudah pengembangan proyek. Selain itu, arduino uno bersifat open-source, memungkinkan pengembang untuk memodifikasi serta berbagi kode dan desain hardware. Arduino uno sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari prototyping hingga robotika, dan otomasi (Gorontalo & Things, 2018).

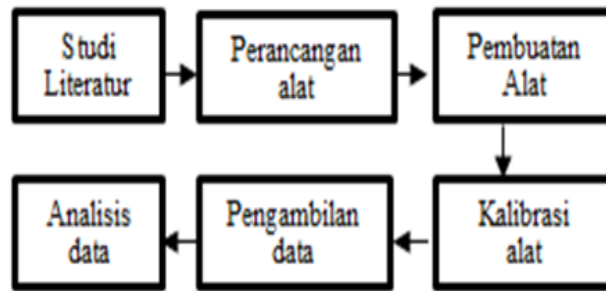


Gambar 4. Arduino UNO Atmega 328P.

3. METODE PENELITIAN

Alur Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian ini mengikuti alur kerja standar pengembangan prototipe. Tahap awal diawali dengan studi literatur terhadap berbagai sumber relevan, dilanjutkan dengan perancangan desain prototipe. Selain itu, dilakukan proses perakitan berdasarkan desain, pengujian fungsional untuk pengumpulan data, serta analisis hasil uji. Tahap akhir adalah menyusun kesimpulan dari seluruh temuan. Alur lengkap penelitian dapat dilihat pada diagram berikut. Perancangan Sistem (Hastariyadi et al., 2024).



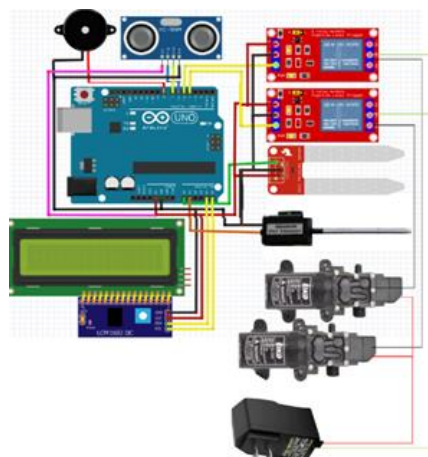
Gambar 5. Alur Penelitian.

Komponen dan Desain Alat

Table 1. Tabel Komponen.

Nama Komponen	Jumlah (buah)
Arduino Atmega328p	1
Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
LCD I2C 20x4	1
Sensor <i>Soil moisture</i>	1
Sensor PH Tanah	1
Relay 12v 5A	2
Pompa Air 12v	2
Buzzer	1
Adaptor 12v 5A	1
Adaptor 5v	1

Dalam studi ini, Arduino Atmega 328p menjadi inti sistem yang mengintegrasikan beberapa modul: Sensor *Soil moisture* (pembaca kelembapan), Sensor pH Tanah (pengukur pH), Sensor Ultrasonik (pendeteksi hama), LCD I2C 20x4 (penampil data), dan Relay (pengendali pompa air). Seluruh data hasil pengujian dapat diunggah melalui mikrokontroler ini. Tata cara penghubungan kelima komponen tersebut disajikan secara lengkap dalam Gambar 6.



Gambar 6. Wiring Componen.

Analisis Data

Pengambilan data dilakukan melalui rangkaian pengujian pada prototipe sistem otomatis penyiraman, pemupukan, dan pengusir hama berbasis Arduino UNO. Data yang diambil meliputi:

a. Data Kelembapan Tanah

Sensor *Soil moisture* FC-28 berfungsi untuk mengukur kadar air tanah pada berbagai kondisi, dari tingkat kering, lembap, hingga basah. Data sensor dibaca dalam bentuk nilai ADC (0 – 1023), kemudian dikonversi menjadi persentase kelembapan (%).

b. Data pH Tanah

Sensor pH tanah diukur pada larutan standar dengan pH 4, pH 7, dan pH 10 untuk memastikan kalibrasi sensor. Nilai sensor dikonversi ke skala pH menggunakan persamaan kalibrasi linear.

c. Data Jarak (Ultrasonik)

Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi sebagai pengukur jarak atau ketinggian air dengan memanfaatkan gelombang suara. Cara kerjanya melibatkan dua tahap, pertama, mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk kembali ke sensor, kedua, menerjemahkan durasi waktu tersebut menjadi besaran jarak memakai persamaan kecepatan suara (Salsabilah et al., 2024).

$$S = \frac{t \cdot 340}{2} \quad (1)$$

Dalam persamaan ini, simbol s mempresentasikan jarak yang diukur dari sensor ke objek (m), sedangkan t menunjukkan selang waktu yang diperlukan gelombang ultrasonik untuk dipancarkan dan diterima kembali (s) (Santoso, 2021).

d. Data Operasional Pompa dan Akuator

Waktu aktif pompa, relay, dan buzzer dicatat untuk mengevaluasi respon sistem terhadap kondisi lingkungan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Prototipe



Gambar 7. Hasil Prototipe.

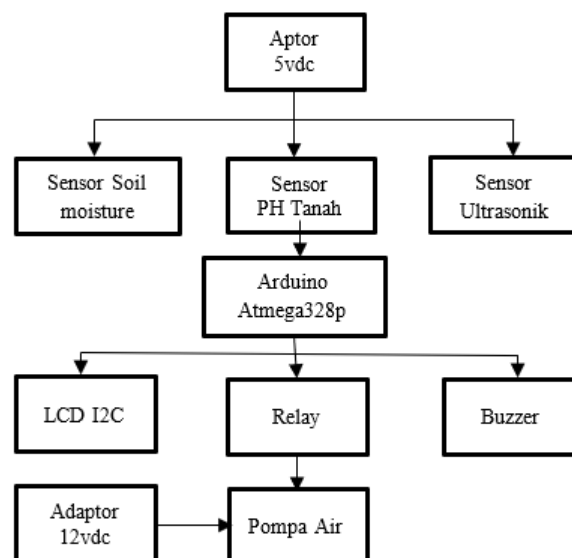
Pompa air aktif saat sensor *soil moisture* menunjukkan kelembapan $< 150\%$ RH dan berhenti pada 60% RH. Lalu Pompa pupuk terpicu Ketika sensor menunjukkan $\text{pH} < 5,5$ atau $> 7,5$ (Hartati et al., 2023).

HC-SR04 mendeteksi gerakan < 50 cm; buzzer 50 kHz aktif 2 s sebagai pengusir hama. Data timestamp, kelembapan, pH, siklus penyiraman, dan aktivitas buzzer ditampilkan ke I2C, memudahkan monitoring tanpa laptop. Deviasi bacaan kelembapan dan pH terhadap alat referensi berada dalam $\pm 5\%$ FS, memenuhi toleransi pertanian presisi (Missa et al., 2018).

Design

Blok Diagram

Gambar diagram blok dibawah ini mengilustrasikan alur kerja dan mekanisme operasional alat secara keseluruhan.

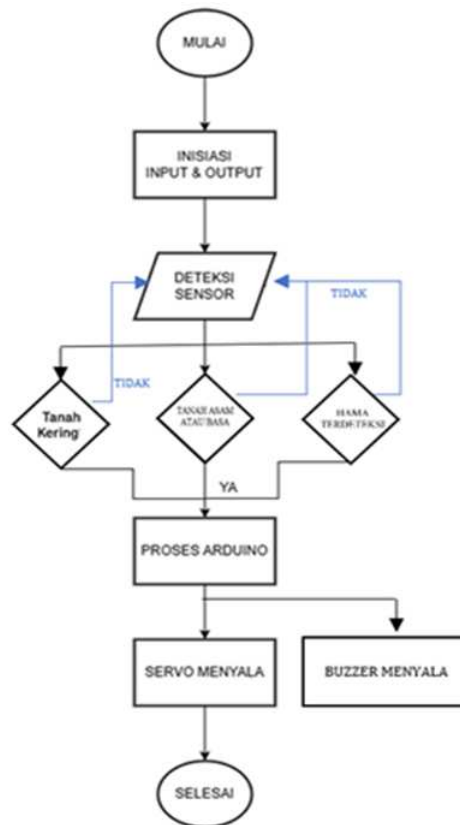


Gambar 8. Blok Diagram

Perangkat yang diteliti dalam studi ini adalah sistem otomatis untuk pemantauan dan pengendalian yang berdasarkan pada mikrokontroler Arduino Atmega328p, yang berfungsi untuk memantau kondisi tanah dan lingkungan secara langsung. Sistem ini berfungsi melakukan tiga pengukuran utama, yaitu mengukur kelembapan tanah, memeriksa tingkat keasaman (pH) tanah, serta memantau kedalaman atau keberadaan air melalui sebuah sensor ultrasonik. Data yang terkumpul akan digunakan untuk mengoperasikan pompa air secara otomatis serta memberikan sinyal melalui buzzer dan tampilan di LCD. Sumber energi utama untuk sistem ini berasal dari adaptor 5VDC yang menyediakan daya untuk mikrokontroler Arduino, sensor-sensor (kelembapan tanah, pH, dan ultrasonik), buzzer, serta LCD I2C. Di samping itu, tersedia juga adaptor 12VDC yang berfungsi khusus untuk menyuplai energi ke pompa air melalui relay yang berperan sebagai pengatur saklar elektronik.

Sensor kelembapan tanah bertugas untuk mendeteksi dan mengukur persentase kandungan air yang terdapat di dalam media tanah. Jika kadar kelembapan terdeteksi di bawah level tertentu, Arduino akan mengaktifkan relay untuk mengoperasikan pompa air secara otomatis. Sensor pH tanah berfungsi untuk mengetahui nilai pH tanah, yaitu ukuran yang menunjukkan derajat asam atau basa suatu zat. Angka pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mengaktifkan buzzer sebagai sinyal bahwa kondisi tanah tidak optimal untuk tanaman. Sensor ultrasonik digunakan untuk menentukan jarak atau kedalaman permukaan air, baik di dalam tangki maupun pada saluran irigasi. Jika air tidak tersedia atau terdeteksi habis, sistem ini dapat memberikan peringatan melalui bunyi buzzer atau menghentikan pompa untuk menghindari kerusakan. Mikrokontroler Arduino Atmega328p berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem ini. Arduino menerima informasi dari ketiga sensor dan memproses data tersebut berdasarkan logika program yang telah diinstal.

Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada modul LCD I2C, sehingga pengguna dapat melihat dan mengevaluasi kondisi lingkungan secara langsung. Sistem ini beroperasi secara terus menerus (looping), sehingga pemantauan dan pengendalian dilakukan secara otomatis tanpa perlu campur tangan manual. Sistem ini juga dirancang untuk menghasilkan penyiraman tanaman yang efisien dan sesuai kebutuhan dengan mengikuti kebutuhan aktual tanaman, serta mengurangi penggunaan air dan tenaga manusia. Pengembangan sistem ini dapat dilanjutkan dengan mengintegrasikan beragam fitur baru, seperti konektivitas IoT, pencatatan data, atau pengendalian jarak jauh melalui aplikasi mobile.



Gambar 9. Diagram Alir.

Implementation

Sistem yang dikembangkan merupakan sebuah alat monitoring dan pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis berbasis mikrokontroler Arduino ATmega328p. Sistem ini didesain untuk bekerja dengan mengandalkan sejumlah sensor, yaitu sensor kelembaban tanah (*soil moisture*), sensor pH tanah, dan sensor ultrasonik, yang semuanya memperoleh suplai daya dari adaptor 5VDC. Ketiga sensor ini secara terus-menerus mengirimkan data ke Arduino untuk dianalisis lebih lanjut.

Data dari sensor kelembaban tanah digunakan untuk mendeteksi status kelembaban tanah, apakah tergolong kering atau telah mencapai tingkat yang lembab. Sistem akan memulai penyiraman otomatis ketika sensor mendeteksi kelembaban tanah di bawah titik yang ditetapkan. Proses ini dimulai saat Arduino mengaktifkan relay pompa air sebagai respons terhadap rendahnya nilai kelembaban yang terbaca. Pompa ini disuplai oleh adaptor 12VDC karena membutuhkan tegangan yang lebih tinggi untuk beroperasi. Sementara itu, sensor pH tanah berfungsi untuk mengukur pH tanah guna mengetahui kondisi asam atau basa suatu tanah. Apabila terdeteksi kondisi pH tanah di luar batas ideal, sistem secara otomatis akan menyalakan buzzer sebagai peringatan kepada pengguna bahwa kondisi tanah tidak normal.

Selain itu, sensor ultrasonic digunakan untuk mendeteksi tinggi permukaan air di tangki penyimpanan. Jika ketinggian air terlalu rendah atau kosong, buzzer juga akan diaktifkan untuk memberi peringatan bahwa suplai air tidak tersedia. Semua informasi penting yang berkaitan dengan kondisi kelembaban, pH tanah, serta status pompa dan air ditampilkan melalui layar LCD I2C secara langsung (*real-time*), memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi sistem.

Secara keseluruhan, sistem ini beroperasi secara otomatis dan berkesinambungan tanpa memerlukan intervensi manual. Dengan mengimplementasikan teknologi ini, diharapkan proses perawatan tanaman menjadi lebih efisien, hemat air, serta mampu menjaga kesehatan tanah dengan memantau pH dan kelembaban secara berkala.

Table 2. Hasil Percobaan.

No	Sensor	Sensor Deteksi	Kondisi	Hasil
1	Soil moisture	150%	Sensor tidak mendeteksi	Pompa mati
2	Soil moisture	149%	Sensor mendeteksi	Pompa air menyala
3	PH Tanah	6-7	Sensor tidak mendeteksi	Pompa mati
4	PH Tanah	1-5 dan 8-14	Sensor mendeteksi	Pompa air menyala
5	Ultrasonic	21 cm – 400 cm	Sensor tidak mendeteksi	Buzzer mati
6	Ultrasonic	1 cm – 20 cm	Sensor mendeteksi	Buzzer menyala

Berdasarkan data pengujian, menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik dan memenuhi semua harapan yang direncanakan. Dalam pengujian, sensor *soil moisture* terbukti efektif menjalankan fungsinya sebagai pendeteksi tingkat kelembapan tanah dengan konsistensi. Saat nilai kelembapan terdeteksi sebesar 150%, yang berada di atas ambang batas kelembapan normal, sensor tidak mendeteksi kebutuhan penyiraman sehingga pompa air tidak menyala (mati). Sebaliknya, ketika sensor membaca kelembapan sebesar 149% yang berada di bawah ambang batas, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman tanaman.

Sensor pH tanah juga memberikan respons yang akurat. Ketika nilai pH berada dalam kisaran 6–7, yaitu kisaran optimal bagi pertumbuhan sebagian besar tanaman, sensor tidak mendeteksi adanya masalah dan pompa tetap mati. Namun, jika nilai pH tanah berada di luar rentang tersebut, yakni 1–5 atau 8–14, sensor mendeteksi kondisi tidak ideal dan sistem mengaktifkan pompa air sebagai bentuk respons terhadap ketidakseimbangan tingkat keasaman tanah.

Pengujian sensor ultrasonik menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi jarak permukaan air atau keberadaan objek dengan akurat. Jika jarak yang terdeteksi berada dalam kisaran 21 cm hingga 400 cm, artinya tidak ada objek dekat atau kondisi normal, maka buzzer tidak menyala. Namun, ketika jarak berada antara 1 cm hingga 20 cm, sensor mendeteksi

keberadaan objek (misalnya hama atau air mendekati batas minimum), sehingga buzzer aktif menyala sebagai sistem peringatan (Rizky Wahyu Pradana et al., 2024).

Secara keseluruhan, pengujian membuktikan bahwa sistem mampu memberikan respons yang tepat berdasarkan data sensor, baik dalam hal penyiraman, pemantauan pH tanah, maupun peringatan melalui buzzer. Sistem ini terbukti efektif dalam menjalankan fungsinya secara otomatis sesuai dengan kondisi lingkungan yang dipantau.

Maintenance

Agar sistem monitoring dan pengendalian berbasis Arduino dapat berfungsi secara optimal dan memiliki ketahanan jangka panjang, maka diperlukan adanya perawatan dan pemeliharaan rutin pada setiap komponennya. Perawatan dimulai dari sistem catu daya, baik adaptor 5VDC maupun 12VDC, yang perlu diperiksa secara berkala untuk memastikan koneksi kabel tidak longgar atau aus, serta dijauhkan dari lingkungan lembab atau basah. Ventilasi adaptor juga perlu dibersihkan dari debu untuk mencegah *overheating*.

Sensor *soil moisture* perlu dibersihkan dari tanah yang menempel secara rutin, minimal seminggu sekali, agar hasil pembacaan tetap akurat. Sensor ini sebaiknya tidak digunakan terus-menerus dalam tanah yang terlalu asam karena dapat mempercepat korosi pada elektroda. Demikian pula, sensor pH tanah perlu dirawat dengan membersihkan ujung sensor setelah digunakan dan melakukan kalibrasi secara berkala sesuai petunjuk produsen. Sensor ultrasonik pun harus dijaga kebersihannya dari debu atau lumpur, serta dijauhkan dari penghalang yang dapat mengganggu pengukuran (Ivanova, 2025).

Papan Arduino ATmega328p sebagai pusat pengendali sistem harus ditempatkan dalam kotak yang terlindungi dari air dan debu. Konektor dan pin-pin harus diperiksa secara berkala agar tidak longgar atau berkarat. Agar sistem tetap andal, relay yang berperan menghidupkan dan mematikan air secara otomatis perlu dievaluasi secara periodik untuk menjamin fungsionalitasnya. Pompa air perlu diperiksa dan dibersihkan dari kotoran atau endapan yang dapat menyumbat aliran air, dan selang atau konektor diganti jika terjadi kebocoran (Parveen Sardar et al., 2022).

Buzzer yang digunakan sebagai indikator suara perlu diuji untuk memastikan masih dapat menyala saat terjadi kondisi peringatan. Sementara itu, layar LCD I2C yang menampilkan informasi sistem perlu dibersihkan dari debu dan diperiksa tampilannya secara rutin agar informasi tetap dapat dibaca dengan jelas.

Secara umum, pemeliharaan sistem ini dilakukan dengan jadwal rutin, misalnya pemeriksaan koneksi dan sensor dilakukan setiap minggu, sedangkan pemeriksaan pompa, relay, dan modul tampilan dilakukan setiap dua hingga empat minggu sekali. Dengan

melakukan perawatan secara rutin dan menyeluruh, sistem ini akan lebih andal dan dapat bekerja secara optimal dalam jangka waktu pengoperasian yang lama.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem ini merupakan prototipe otomatis untuk penyiraman, pemupukan, dan pengusiran hama yang berbasis mikrokontroler Arduino ATmega328p. Sistem ini mendapatkan suplai daya dari dua adaptor, yaitu adaptor 5VDC yang digunakan untuk menghidupkan komponen-komponen seperti sensor kelembapan tanah (*soil moisture*), sensor pH tanah, sensor ultrasonik, LCD I2C, dan buzzer, serta adaptor 12VDC yang digunakan untuk menyalakan pompa air melalui kendali relay.

Pemantauan kondisi lahan dilakukan melalui tiga indikator utama. Kadar air tanah dideteksi oleh sensor kelembapan, Tingkat keasaman atau kebasaaan tanah dipantau oleh sensor pH, sedangkan keberadaan dan ketinggian air diukur menggunakan sensor ultrasonik. Data dari ketiga sensor ini diolah oleh Arduino untuk mengaktifkan aktuator seperti pompa air saat tanah terdeteksi kering, atau menyalakan buzzer ketika nilai pH di luar ambang normal atau air dalam tangki habis. Pemantauan kondisi lahan dapat dilakukan secara real-time melalui tampilan pada LCD I2C. Hal ini memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi lahan di lokasi, tanpa perlu perangkat komputer.

Dengan sistem kerja otomatis yang berlangsung terus-menerus, alat ini mampu mengoptimalkan penggunaan air, menjaga kualitas tanah, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, sehingga sangat mendukung efisiensi dan keberlanjutan dalam bidang pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik melalui dukungan, bimbingan, maupun bantuan praktis selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada institusi tempat penelitian berlangsung atas fasilitas dan kelengkapan sumber daya yang diperlukan. Tidak terlupakan, penghargaan terdalam penulis ditunjukkan kepada keluarga serta rekan, yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan semangat hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak keterbatasan. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala kritik dan saran untuk penyempurnaannya. Akhir kata, semoga setiap bantuan, dukungan, dan kebaikan yang telah diberikan dibalas oleh Allah SWT dengan ganjaran yang berlipat.

DAFTAR REFERENSI

- Adhamatika, A., Salsabilah, B. A., Triardianto, D., Putri, D. A., & Yuansah, S. C. (2024). Pengujian akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur jarak suatu benda. *NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)*, 2(1), 175–180. <https://doi.org/10.25047/nacia.v2i1.236>
- Daniel, R., Utomo, A. D. N., & Setyoko, Y. A. (2022). Rancang bangun alat monitoring kelembaban, pH tanah, dan pompa otomatis pada tanaman tomat dan cabai. *LEDGER: Journal of Informatics and Information Technology*, 1(1), 161–170. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i4.862>
- Hartati, R. D., Suryaman, M., & Saepudin, A. (2023). Pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat pada berbagai pH tanah terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal of Agrotechnology and Crop Science*, 1(1), 26–34.
- Hastariyadi, R. B. A., Sani, S. M., & Gianto. (2024). Prototipe pengukur volume bejana ukur standar berbasis internet of things dalam tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3), 2857–2864. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4931>
- Ivanova, I. (2025). Soil moisture forecasting from sensors-based soil moisture, weather, and irrigation observations: A systematic review. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100692. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100692>
- Lesmana, K., & Sukarno, S. A. (2025). Prototipe penggunaan motor servo untuk dispenser otomatis berbasis Arduino dan sensor HC-SR04. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2), 16–22. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6063>
- Missa, I. K., Laponi, L. A. S., & Wahid, A. (2018). Rancang bangun alat pasang surut air laut berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(2), 102–105. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.609>
- Nandi, R., & Shrestha, D. (2024). Assessment of low-cost and higher-end soil moisture sensors across various moisture ranges and soil textures. *Sensors*, 24(18), 5886. <https://doi.org/10.3390/s24185886>
- Pradana, R. W., Pratiwi, G. F., & Arifin, T. N. (2024). Rancang bangun sistem pemantau ketinggian air otomatis menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04) berbasis Arduino Uno dengan antarmuka komputer berbasis Microsoft Visual Basic 6.0. *Jurnal Teknik dan Science*, 3(1), 13–24. <https://doi.org/10.56127/jts.v3i1.1212>

- Purnomo, D., & Utami, P. N. (2019). Analisis produksi padi di Indonesia. *Prosiding University Research Colloquium*, 224–230.
<https://www.repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/538>
- Santoso, M. N. I. F. (2021). Aplikasi sensor ultrasonik HC-SR04 pada robot wall follower untuk menentukan kecepatan motor. *SinarFe7*, 4(1), 148–151.
<https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/41>
- Sardar, S. P., Prajapati, T., Prabhu, V., & Das, Y. (2022). Preventive maintenance using Arduino Uno. *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*, 10(1), 1–9.
- Sihombing, R., Azizah, A., Arifin, Z., Sari, W. E., Oscar, A. W., & Putra, P. R. S. (2025). Design of automatic irrigation system for post-mining land reclamation. *International Journal on Informatics Visualization*, 9(1), 65–71.
<https://doi.org/10.62527/joiv.9.1.2950>
- Syam, M. W. S., Latifa, U., & Nulpulaela, L. (2023). Perancangan kontrol aktuator berbasis NodeMCU ESP32 pada smart agriculture. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5(2), 141–151. <https://doi.org/10.30604/jti.v5i2.145>
- Universitas Ichsan Gorontalo, & Internet of Things. (2018). *315-1016-2-PB*. 10, 237–243.
- Vera, V. F. S., Ekawita, R., & Yuliza, E. (2021). Desain bangun pH tanah digital berbasis Arduino Uno. *Journal Online of Physics*, 7(1), 36–41.
<https://doi.org/10.22437/jop.v7i1.14589>