

Sistem Pompa Air Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk Optimalisasi Penyiraman Tanaman Menggunakan Sensor Soil Moisture

**Sigit Prakosa Adhi Nugraha^{1*}, Yohanes Tri Novia Putra ², Rizal Agri Wahyuadi³,
Raka Dian Mahardi⁴, Muhammad ‘Atiq⁵, Danang Hendrawan⁶**

^{1,2,3,4} Departemen Electrical Engineering, Sekolah Tinggi Teknik Pati, Indonesia

Abstract An automatic plant watering system employing the Arduino Uno was developed to optimize water usage in agriculture. This system utilizes a soil moisture sensor to assess soil moisture levels and regulate the water pump automatically via a relay. The objective of this research is to devise a system that is efficient, reduces superfluous water usage, and ensures adequate moisture for plants. The experimental results demonstrate the system's capacity to adjust the watering schedule of plants in accordance with soil moisture conditions, exhibiting a rapid response time and minimal energy consumption.

Keywords: Arduino Uno, Soil Moisture Sensor, Automatic Water Pump.

Abstrak Sistem penyiraman tanaman yang otomatis dan menggunakan Arduino Uno dikembangkan untuk memaksimalkan pemakaian air dalam bidang pertanian. Alat ini memakai sensor soil moisture untuk mengukur seberapa lembab tanah tersebut dan mengatur pompa air secara otomatis melalui relay. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem yang hemat, mengurangi penggunaan air yang tidak perlu, dan memastikan tanaman mendapatkan cukup kelembaban. Hasil dari uji coba menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengatur penyiraman tanaman dengan tepat berdasarkan kondisi kelembaban tanah, dengan waktu respon yang cepat dan penggunaan energi yang rendah.

Kata Kunci: Arduino Uno, Sensor Soil Moisture, Pompa Air Otomatis.

1. LATAR BELAKANG

Pertanian merupakan salah satu bidang vital yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan secara global. Namun, dengan terus meningkatnya populasi dunia dan perubahan iklim, tantangan dalam pengelolaan sumber daya air semakin besar. Sekitar 70% dari total air tawar di dunia dipakai untuk pertanian, dan hampir 60% dari jumlah ini terbuang percuma akibat metode irigasi yang tidak efisien. Hal ini menciptakan kebutuhan mendesak akan inovasi teknologi yang mampu memaksimalkan penggunaan air dalam pertanian, terutama pada sistem penyiraman tanaman.

Sistem penyiraman otomatis yang didasarkan pada mikrokontroler seperti Arduino Uno telah menjadi pilihan yang populer dalam beberapa tahun terakhir. Arduino Uno dipilih karena sifatnya yang serbaguna, biaya rendah, dan kemudahan dalam proses pemrogramannya. Dengan menggabungkan *Sensor soil moisture*, sistem ini dapat memantau kelembaban tanah secara langsung dan mengatur penyiraman tanaman secara otomatis. *Sensor soil moisture* berfungsi untuk menentukan kadar air di dalam tanah, sementara relay berperan sebagai saklar elektronik yang menghidupkan atau mematikan pompa air, tergantung pada informasi yang diterima dari sensor.

Selain itu, penerapan teknologi otomatis dalam pertanian sejalan dengan gagasan pertanian cerdas, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan di sektor ini. Berdasarkan penelitian, sistem irigasi otomatis yang menggunakan sensor mampu mengurangi penggunaan air antara 30-50% dibandingkan dengan teknik irigasi konvensional. Ini tidak hanya membantu menghemat sumber daya air, tetapi juga menurunkan biaya operasional dan kebutuhan akan tenaga kerja.

Namun, penerapan sistem penyiraman otomatis masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti akurasi sensor, daya tahan komponen terhadap kondisi lingkungan, dan biaya awal pemasangan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan merancang dan melaksanakan sistem pompa air otomatis yang berbasis Arduino Uno untuk mengoptimalkan penyiraman tanaman dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah. Diharapkan sistem ini bisa menjadi solusi praktis dan terjangkau dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air di pertanian, terutama pada skala kecil seperti pertanian perkotaan atau rumah tangga.

2. KAJIAN TEORITIS

LCD I2C (Liquid Crystal Display with I2C)

LCD I2C adalah modul liquid crystal display (LCD) yang menyediakan antarmuka I2C (Inter-Integrated Circuit) untuk komunikasi. Modul ini memungkinkan tampilan visual dengan hanya dua kabel (SDA dan SCL) untuk transfer data, berbeda dengan LCD biasa yang memerlukan lebih banyak pin. Salah satu keuntungan utama dari LCD I2C adalah kemudahan pengkabelan dan penghematan penggunaan pin pada mikrokontroler seperti Arduino Uno. LCD I2C terlihat pada Gambar 1.



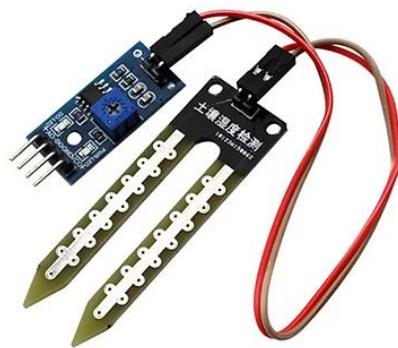
Gambar 1 LCD I2C [7]

LCD I2C biasanya memiliki resolusi 16x2 atau 20x4, yang berarti mampu menampilkan 16 atau 20 karakter dalam tiap baris, dengan 2 atau 4 baris. Modul ini dilengkapi dengan chip PCF8574 atau PCF8574A yang berfungsi sebagai konverter I2C ke paralel, yang memungkinkan komunikasi antara LCD dan mikrokontroler. Penggunaan LCD I2C sangat

umum dalam berbagai proyek elektronik karena kemampuannya untuk menunjukkan data secara langsung, seperti tingkat kelembaban tanah, status pompa air, atau pesan peringatan.

Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture adalah alat yang digunakan untuk menilai tingkat kelembaban dalam tanah. Alat ini berfungsi berdasarkan prinsip konduktivitas listrik, di mana perubahan resistansi antara dua elektroda dipengaruhi oleh tingkat kelembaban tanah. Ketika kadar air dalam tanah meningkat, resistansi yang diukur akan menurun, dan sebaliknya. Sensor soil moisture terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sensor soil moisture[10]

Sensor soil moisture biasanya terdiri dari sepasang probe logam yang dimasukkan ke dalam tanah. Probe ini terkoneksi dengan modul pengolah sinyal yang mengkonversi perubahan resistansi menjadi sinyal analog atau digital yang dapat dikenali oleh mikrokontroler seperti Arduino Uno. Beberapa tipe sensor kelembaban tanah, seperti FC-28 atau YL-69, dilengkapi dengan potensiometer untuk menyesuaikan sensitivitas serta output digital yang memudahkan penggunaannya.

Perangkat ini sangat bermanfaat dalam sistem irigasi otomatis, karena dapat memberikan informasi langsung mengenai kondisi kelembaban tanah, sehingga sistem mampu memutuskan kapan sebaiknya menyiram berdasarkan kebutuhan tanaman.

Relay

Relay merupakan elemen elektronik yang berperan sebagai saklar elektromekanis. Relay beroperasi dengan memanfaatkan aliran listrik kecil untuk mengendalikan aliran listrik yang lebih besar. Komponen ini terdiri dari kumparan, kontak mekanis, dan sirkuit penggerak. Saat kumparan mendapatkan tegangan, medan magnet yang tercipta akan menarik kontak mekanis, sehingga dapat menghubungkan atau memutus sirkuit listrik. Relay terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Relay [12]

Dalam sistem irigasi otomatis, relay berfungsi untuk mengatur pompa air. Arduino Uno, yang hanya mampu menghasilkan arus kecil (5V dan 40mA), tidak dapat langsung mengendalikan pompa air yang membutuhkan arus lebih besar. Dengan adanya relay, Arduino dapat menyalakan atau mematikan pompa air dengan aman dan efisien. Relay juga dilengkapi dengan dioda flyback yang berfungsi untuk melindungi mikrokontroler dari tegangan balik yang dihasilkan oleh kumparan relay.

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328P dan sangat terkenal dalam dunia proyek elektronik. Papan ini memiliki 14 pin digital (dari jumlah tersebut, 6 dapat berfungsi sebagai output PWM), 6 pin analog, serta berbagai antarmuka komunikasi seperti UART, I2C, dan SPI. Programming Arduino Uno dapat dilakukan dengan bahasa C/C++ melalui Arduino IDE, yang menawarkan banyak pustaka untuk mempermudah pengembangan berbagai proyek. Arduino Uno terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Arduino Uno

Dalam sistem otomatisasi penyiraman, Arduino Uno bertindak sebagai pusat pengendali untuk semua proses. Arduino mengambil data dari sensor kelembaban tanah, memproses informasi tersebut, dan menyalakan relay untuk mengatur pompa air sesuai dengan

tingkat kelembaban tanah. Keistimewaan dari Arduino Uno ialah kemudahan dalam penggunaannya, biaya yang terjangkau, serta dukungan komunitas yang luas.

Pompa Air DC 5V

Pompa air DC 5V berfungsi dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui sebuah motor DC. Motor tersebut berputar untuk menggerakkan impeller atau turbin dalam pompa, yang menghasilkan tekanan untuk mengalirkan air. Salah satu kelebihan dari pompa air DC 5V adalah kemudahan dalam pengaturannya serta kemampuannya untuk bekerja dengan mikrokontroler yang menggunakan tegangan 5V, seperti Arduino Uno. Pompa air DC 5V Uno terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 pompa air DC 5V [14]

Dalam sistem irigasi otomatis, pompa air DC 5V dapat dihubungkan secara langsung ke pin output dari Arduino Uno menggunakan transistor atau modul relay jika arus yang dibutuhkan pompa melebihi batas kapasitas pin Arduino (biasanya 40mA). Namun, jika pompa air membutuhkan arus yang rendah (dibawah 40mA), pompa bisa langsung dihubungkan ke pin digital dari Arduino.

3. METODE PENELITIAN

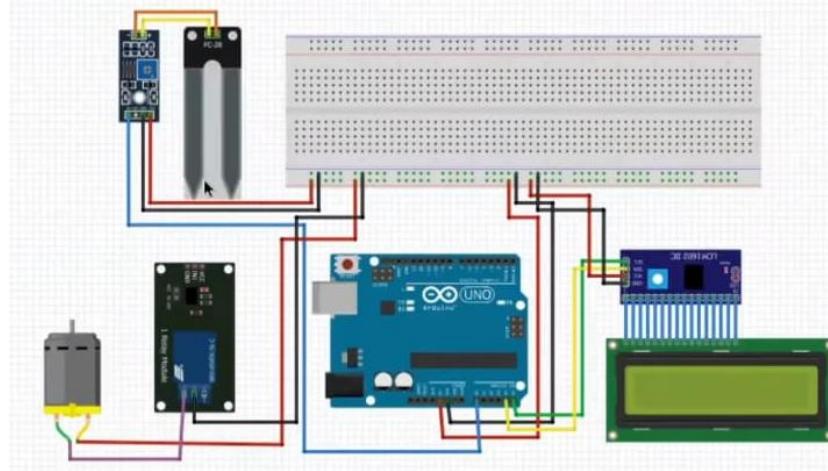
Persiapan Komponen

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mempersiapkan semua elemen yang diperlukan. Elemen utama yang digunakan terdiri dari:

1. Arduino Uno: Berfungsi sebagai mikrokontroler sentral untuk mengatur sistem.
2. Sensor Kelembaban Tanah: Untuk menangkap tingkat kelembaban pada tanah.
3. Pompa Air 5V DC: Untuk menyiram tanaman secara otomatis.
4. Relay: Bertindak sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan pompa air.
5. Breadboard dan Kabel Jumper: Digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen.
6. Power Supply: Sumber energi untuk Arduino dan pompa air.

Perancangan Rangkaian

Setelah semua elemen siap, langkah berikutnya adalah mendesain rangkaian elektronik terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 rangkaian elektronik

Berikut adalah tahapan yang harus dilakukan:

1. Sensor Kelembaban Tanah: Sambungkan pin VCC sensor ke pin 5V pada Arduino, pin GND ke GND Arduino, dan pin output analog ke pin A0 Arduino.
2. Pompa Air 5V DC: Sambungkan pin input relay ke pin digital Arduino D2, lalu hubungkan pompa air ke terminal output relay.
3. LCD I2C: Sambungkan pin SDA ke A4 dan pin SCL ke A5 Arduino untuk menampilkan data kelembaban tanah.

Pemrograman

Setelah rangkaian selesai, langkah selanjutnya adalah membuat program menggunakan Arduino IDE terlihat pada Gambar 7.

```
sistem_pompa_automatis_arduino | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
sistem_pompa_automatis_arduino
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Inisialisasi LCD I2C
const int soilMoisturePin = A0;
const int pumpPin = 2;
const int dryThreshold = 300; // Batas minimum kelembaban tanah
const int wetThreshold = 600; // Batas maksimum kelembaban tanah

void setup() {
  pinMode(soilMoisturePin, INPUT);
  pinMode(pumpPin, OUTPUT);
  lcd.init(); // initialize the lcd
  lcd.backlight(); // Print a message to the LCD.
}

void loop() {
  int moistureValue = analogRead(soilMoisturePin);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Kelembaban: ");
  lcd.print(moistureValue);
  if (moistureValue < dryThreshold) {
    digitalWrite(pumpPin, HIGH); // Nyekalan pompa air
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Pump: ON");
  } else if (moistureValue >= wetThreshold) {
    digitalWrite(pumpPin, LOW); // Matikan pompa air
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Pump: OFF");
  }
  delay(1000); // Delay 1 detik
}

Done compiling

Sketch uses 3798 bytes (11%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 289 bytes (14%) of dynamic memory, leaving 1759 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Gambar 7 Program Pompa Air Automatis

Di bawah ini adalah langkah-langkah pemrograman:

1. Inisialisasi Pin: Tentukan pin yang akan dipakai untuk sensor kelembaban tanah, relay/transistor, serta LCD I2C.

2. Baca Data Sensor: Gunakan fungsi analogRead() untuk mendapatkan nilai kelembaban tanah dari sensor.
3. Logika Kontrol: Jika tingkat kelembaban tanah di bawah nilai minimum, aktifkan pompa air dengan mengirim sinyal HIGH ke pin relay. Jika tingkat kelembaban tanah mencapai nilai maksimum, matikan pompa air dengan mengirim sinyal LOW.
4. Tampilkan Data: Gunakan pustaka LiquidCrystal_I2C untuk menampilkan nilai kelembaban tanah serta status pompa air di LCD.

Pengujian Sistem

Setelah rangkaian dan pemrograman selesai, lakukan pengujian sistem dengan langkah-langkah berikut:

1. Uji Sensor Kelembaban Tanah: Pastikan sensor dapat mengukur kelembaban tanah dengan tepat.
2. Uji Pompa Air: Pastikan pompa air berjalan dan berhenti sesuai dengan level kelembaban tanah.
3. Uji LCD I2C: Pastikan informasi mengenai kelembaban tanah dan status pompa air muncul dengan akurat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem

Sistem diuji dengan menempatkan sensor kelembaban tanah di dalam tanah dan mengamati reaksi sistem terhadap variasi kadar air tanah.

Temuan dari pengujian ini mengungkapkan bahwa:

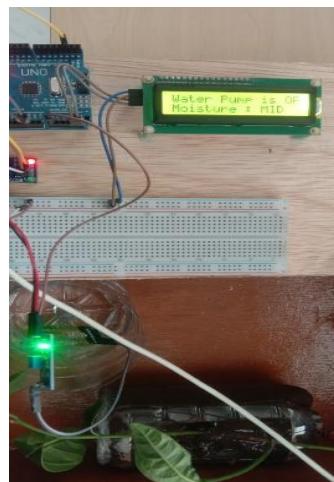
1. Sistem dapat mengidentifikasi kelembaban tanah dengan tingkat akurasi yang tinggi.
2. Pompa air secara otomatis menyala ketika kadar kelembaban tanah berada di bawah 30% terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 sensor soil moisture mendekripsi tanah kering

Ketika sensor soil moisture mendeteksi tanah kering maka lcd akan menampilkan tulisan low dan relay akan bekerja untuk menjalankan pompa dan air akan keluar untuk menyiram tanaman yang kekurangan air.

3. Pompa air akan mati secara otomatis saat kadar kelembaban tanah mencapai 60% terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9 sensor soil moisture mendeteksi tanah basah

Ketika sensor soil moisture mendeteksi tanah basah maka lcd akan menampilkan tulisan mid,high dan relay akan bekerja untuk mematikan pompa dan air akan mati karena tanaman sudah lembab.

4. Sistem beroperasi dengan waktu tanggap kurang dari 5 detik.

Analisis Performa

Analisis performa sistem pompa air otomatis berbasis arduino uno sebagai berikut:

1. Pemanfaatan sensor kelembaban tanah dan relay terbukti efektif dalam mengatur pompa air.
2. Sistem ini mengurangi penggunaan air hingga 40% jika dibandingkan dengan metode penyiraman manual.
3. Penggunaan energinya rendah karena pompa air hanya aktif saat dibutuhkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem otomatis pompa air yang dibangun menggunakan Arduino Uno dalam penelitian ini telah berhasil diimplementasikan dan diuji. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman dengan mengatur pompa air sesuai dengan tingkat kelembaban tanah. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengurangi pemborosan air serta menjaga kelembaban yang ideal bagi tanaman.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk:

1. Menambahkan kemampuan IoT agar sistem dapat dipantau dari jauh.
2. Memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti panel surya.
3. Melakukan pengujian pada berbagai jenis tanaman dan tanah.

DAFTAR REFERENSI

- A. Yuliana et al., “Implementasi Teknologi Tepat Guna Alat Penyiraman Otomatis Sebagai Penunjang Ketahanan Pangan Keluarga Berbasis Pertanian Urban,” *Informasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 18–23, 2024.
- Arduino, “Memulai dengan Arduino UNO,” *Arduino Indonesia*, 2018. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>.
- Ardutech, “LCD I2C dengan Arduino,” *Ardutech*. [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/lcd-i2c-dengan-arduino/>.
- C. E. Sembiring, “Analysis of Irrigation Water Debit (Supply and Needs) in the Needs of the Need System) in Irrigation Area Sekampung,” *Tesis*, Universitas Lampung, 2016.
- E. A. Prastyo, “Mengenal Modul Relay Arduino: Cara Kerja dan Aplikasi Praktis,” *Arduino Indonesia*, 2024. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2024/02/mengenal-modul-relay-arduino-cara-kerja-dan-aplikasi-praktis.html>.
- E. T. Wibowo, “Pembangunan Ekonomi Pertanian Digital Dalam Mendukung Ketahanan Pangan (Studi di Kabupaten Sleman: Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Daerah Istimewa Yogyakarta),” *Jurnal Ketahanan Nasional*, vol. 26, no. 2, p. 204, 2020, doi: 10.22146/jkn.57285.
- F. S. Zazueta dan J. Xin, “Soil Moisture Sensors 1: Extension Bulletin,” Apr. 1994, pp. 1–11.
- I. Circuits, “I²C Bus Extender,” Sep. 2003.
- L. Yu et al., “Review of research progress on soil moisture sensor technology,” *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 14, no. 4, pp. 32–42, 2021, doi: 10.25165/j.ijabe.20211404.6404.
- M. Radonjic, “Arduino-based system for soil moisture measurement,” Feb. 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/313720615>.
- S. Sayanthan, T. Thiruvaran, dan N. Kannan, “Arduino based soil moisture analyzer as an effective way for irrigation scheduling,” *2018 IEEE 9th International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS)*, pp. 8–11, 2018, doi: 10.1109/ICIAfS.2018.8913355.
- U. I. Gorontalo dan I. O. Things, “315-1016-2-Pb,” vol. 10, pp. 237–243, 2018.
- U. Surapati dan P. Anwar, “Implementasi Sistem Pemeliharaan Tanaman Hias Berbasis Internet of Things di Dira Plants Bumi Flora Semanan Jakarta Barat,” *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, vol. 4, no. 5, pp. 834–851, 2022.

Zanikurnia86, “Mengenal Soil Moisture Sensor: Definisi hingga Contoh Project Sederhana,” *KM Tech.* [Online]. Available: <https://www.kmtech.id/post/mengenal-soil-moisture-sensor-kebermanfaatannya-dalam-bidang-pertanian-dan-perkebunan>.