

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR PH TANAH DAN AIR UNTUK PEMILIHAN LAHAN BERKUALITAS BERBASIS MIKROKONTROLER

Triyono Budi Santoso

*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
triyono.budi@gmail.com*

Abstrak

Keberhasilan budidaya tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas lahan, salah satunya tingkat keasaman (pH) tanah dan air. Alat pengukur pH tanah dan air yang portabel dan mudah digunakan sangat dibutuhkan untuk membantu petani dalam memilih lahan yang berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengukur pH tanah dan air berbasis mikrokontroler. Alat ini menggunakan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman tanah dan air, dan mikrokontroler untuk memproses dan menampilkan hasil pengukuran pada layar LCD. Alat ini diuji coba pada berbagai jenis tanah dan air dengan hasil yang akurat dan presisi. Alat ini juga dilengkapi dengan fitur klasifikasi kualitas tanah berdasarkan nilai pH, sehingga memudahkan petani dalam memilih lahan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penelitian ini menghasilkan alat pengukur pH tanah dan air yang portabel, mudah digunakan, dan akurat. Alat ini diharapkan dapat membantu petani dalam meningkatkan kualitas lahan dan hasil panen. Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat pengukur pH tanah dan pH air berbasis mikrokontroler, didapatkan data yang menunjukkan variasi nilai pH pada kedua lokasi pengujian. Pada lokasi pertama, pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23 (netral hingga sedikit basa), sementara pH air berkisar antara 8,23 hingga 9,27 (sedikit basa). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dan air di lokasi pertama cukup baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman tertentu. Pada lokasi kedua, pH tanah memiliki rentang yang lebih luas, yaitu 4,35 hingga 6,59 (masam hingga netral), sedangkan pH air berkisar antara 7,52 hingga 9,54 (netral hingga sedikit basa).
Kata Kunci : pH tanah, pH air, mikrokontroler, sensor pH, lahan berkualitas.

1. PENDAHULUAN

Tanah dan air merupakan dua faktor penting yang menentukan keberhasilan budidaya tanaman. Tingkat keasaman (pH) tanah dan air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tanah dengan pH yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat menyebabkan tanaman keracunan, pertumbuhan terhambat, bahkan mati. Pupuk bagi tanaman memiliki peran penting seperti makanan bagi manusia, digunakan untuk mendukung hidup, tumbuh, dan berkembang. Pupuk adalah bahan yang diberikan kepada tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk mendorong pertumbuhan, meningkatkan hasil produksi, dan memperbaiki kualitas tanaman melalui perbaikan nutrisi. Dengan kandungan nutrisi yang diperlukan, pupuk membantu tanaman tumbuh lebih sehat, menghasilkan panen lebih optimal, serta meningkatkan kualitas hasil, seperti rasa, warna, atau kandungan gizinya. Pemberian pupuk yang tepat juga berkontribusi pada kesuburan tanah, menjaga keberlanjutan sistem pertanian (A. Sutandi, 2004). Air adalah

salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan makhluk hidup di bumi, berperan penting dalam proses metabolisme tubuh manusia, hewan, dan makhluk hidup lainnya. Selain itu, air juga digunakan manusia untuk berbagai kebutuhan seperti rekreasi, pembangkit energi listrik, transportasi, serta pengairan di sektor pertanian. Ketersediaan air yang cukup dan berkualitas menjadi faktor penting dalam mendukung kehidupan dan aktivitas sehari-hari, baik bagi keberlangsungan ekosistem alami maupun kebutuhan sosial dan ekonomi manusia (Effendi, 2003).

Oleh karena itu, penting untuk mengetahui pH tanah dan air sebelum melakukan budidaya tanaman. Alat pengukur pH tanah dan air yang ada di pasaran umumnya memiliki harga yang mahal dan tidak portabel. Hal ini menyulitkan petani, khususnya petani kecil, dalam mengukur pH tanah dan air secara rutin. Sehingga, ketersediaan sebuah alat pengukur PH tanah dan air yang portable dan terjangkau akan sangat membantu para pihak di dalam menyediakan sebuah lahan pertanian yang berkualitas untuk

mendukung kegiatan perkebunan ataupun sejenisnya dimana sifat tanah dapat diketahui sebelumnya atau pada saat berlangsungnya kegiatan. (D. Fortuna et al, 2022)

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian dengan menggunakan data kuantitatif dari sumber-sumber data yang ada dan dihasilkan dari kegiatan perancangan, simulasi serta pengukuran menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mendukung tujuan penelitian, dimulai dari identifikasi dan pengumpulan data, perancangan dan uji coba, dan berakhir pada penarikan kesimpulan dalam pelaporan penulisan. Evaluasi penerapan alat, dilakukan secara berkesinambungan saat alat tersebut nantinya di terapkan di setiap keadaan/kondisi lapangan pertanian.

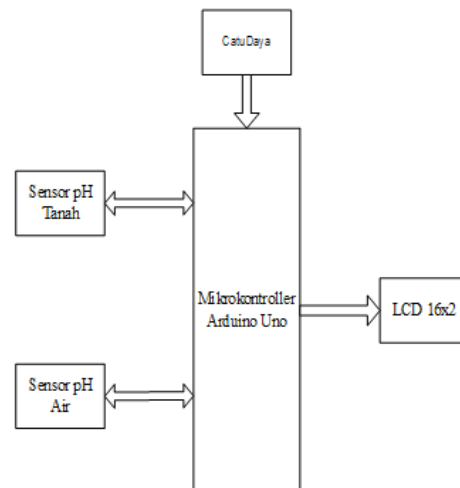
Gambar 1 menerangkan tentang diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

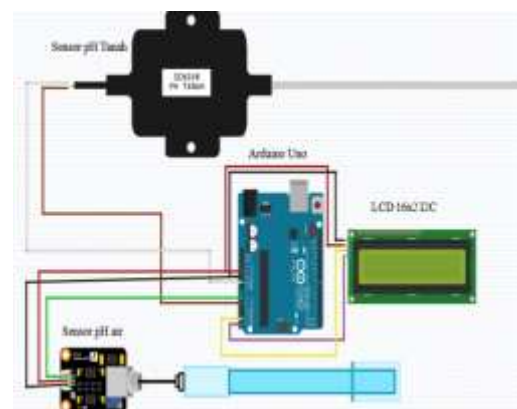
Sebuah diagram blok sebagai tahap awal perancangan alat, ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini, yang akan digunakan sebagai referensi menyusun konfigurasi peralatan pendukung (A. William et al, 2023) :



Gambar 2. Diagram Blok Konfigurasi
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.1 Perancangan rangkaian *hardware*

Gambar 3 menampilkan rangkaian perangkat keras (*hardware*) dari alat pengujian yang dihasilkan, yaitu sebuah modul kontroler arduino yang terhubung dengan sensor pH tanah dan pH air serta berfungsi untuk menganalisa hasil pengukuran untuk kemudian ditampilkan pada keluaran (*output*) display LED. (B. Ariwibowo, 2016)



Gambar 3. Rangkaian *Hardware*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Koneksi perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan sensor pH ke pin analog Arduino, sementara LCD dihubungkan ke pin SDA dan SCL melalui modul I2C. Semua komponen diatur di atas breadboard untuk kemudahan perakitan dan troubleshooting saat proses pengujian. Sebelum pengukuran, sensor pH dikalibrasi menggunakan *buffer solution* dengan pH 4, 7, dan 10 untuk memastikan akurasi pembacaan. Kalibrasi ini penting karena nilai yang dihasilkan sensor sangat bergantung pada kondisi awal perangkat. Keseluruhan pengkawatan setiap elemen rangkaian mengacu pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Konfigurasi PIN Rangkaian Perangkat Keras.

Arduino Uno	LCD 16x2 I2C	Sensor pH Air	Sensor pH Tanah
5 VDC	VCC	5VDC	-
GND	GND	GND	GND
A0	-	P0	-
A1	-	-	OUT
A4	SDA	-	-
A5	SCL	-	-

3.2 Perancangan rangkaian software

Pada gambar 4, 5 dan 6 selanjutnya menerangkan tentang bagaimana software dirancang untuk mendukung operasional dari *hardware*. Program yang dibuat bertujuan untuk mengukur pH tanah dan air secara real-time menggunakan dua sensor pH yang terhubung ke Arduino Uno. Data dari sensor pH dibaca melalui pin analog A0 untuk pengukuran tanah dan A1 untuk pengukuran air. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor dikonversi menjadi nilai pH melalui rumus tertentu yang disesuaikan dengan karakteristik sensor. Selain itu, program ini dilengkapi dengan fungsi kalibrasi menggunakan variabel offset, sehingga hasil pengukuran dapat disesuaikan untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik. Nilai pH yang telah diolah kemudian ditampilkan di LCD 16x2 yang menggunakan modul I2C untuk menghemat penggunaan pin Arduino.

Dalam implementasinya, program dimulai dengan inisialisasi perangkat keras seperti LCD dan serial monitor untuk debugging. Setiap siklus pengukuran, data dari kedua sensor pH diambil, diproses, dan ditampilkan baik di LCD maupun di Serial Monitor untuk mempermudah pengamatan. Program ini juga dirancang dengan jeda tertentu (*delay*) antar pengukuran, sehingga sistem berjalan stabil tanpa gangguan. Dengan desain ini, pengguna dapat secara efisien memantau kondisi pH tanah dan air untuk keperluan analisis atau dalam aplikasinya kemudian.

Sebuah *script* program ditanamkan dalam perangkat keras untuk mendukung iterasi / proses kegiatan berulang dan sebagai langkah evaluasi berkesinambungan dari setiap pengukurannya.

```
void loop() {
  // Membaca data dari sensor pH 1
  int sensorValue1 = analogRead(PH_PIN1);
  voltage1 = sensorValue1 * (5.0 / 1023.0);
  pH_value1 = (-0.027*sensorValue1)+31.03 + calibration_offset1;

  // Membaca data dari sensor pH 2
  int sensorValue2 = analogRead(PH_PIN2);
  voltage2 = sensorValue2 * (5.0 / 1023.0);
  pH_value2 = (-0.1078*sensorValue2)+26.938+ calibration_offset2;

  // Menampilkan data di Serial Monitor
  Serial.print("Sensor 1 - Voltage: ");
  Serial.print(voltage1, 2);
  Serial.println(" V");
  Serial.print("Sensor 1 - pH Value: ");
  Serial.println(pH_value1, 2);

  Serial.print("Sensor 2 - Voltage: ");
  Serial.print(voltage2, 2);
  Serial.println(" V");
  Serial.print("Sensor 2 - pH Value: ");
  Serial.println(pH_value2, 2);
}
```

Gambar 4. Tampilan Loop Program
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sedangkan untuk keluaran tampilan pada display LCD, menggunakan *script* sebagaimana ditampilkan berikut ini :

```
// Menampilkan data di LCD
lcd.clear(); // Clear the LCD before updating
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("PH1:");
lcd.print(pH_value1, 2);
lcd.print(" ");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("PH2:");
lcd.print(pH_value2, 2);
lcd.print(" ");

// Delay sebelum pengukuran berikutnya
delay(3000);
}
```

Gambar 5. Menampilkan Nilai Sensor Pada LCD

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sebagaimana dalam program pada umumnya dimana untuk mendukung setiap proses running berjalan lancar, dibutuhkan selalu inisialisasi yang ditunjukkan pada *script* dibawah ini:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Inisialisasi LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C LCD

// Pin untuk sensor pH
#define PH_PIN1 A0 // Sensor pH 1 terhubung ke pin analog A0
#define PH_PIN2 A1 // Sensor pH 2 terhubung ke pin analog A1

// Variabel untuk pengukuran pH
float voltage1, pH_value1;
float voltage2, pH_value2;
float calibration_offset1 = 0.0; // Kalibrasi nilai pH untuk sensor 1
float calibration_offset2 = -3.0; // Kalibrasi nilai pH untuk sensor 2
```

Gambar 6. Inisialisasi Port

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.2 Hasil Pengujian dan Analisa *Realtime Data Monitoring*

Pengujian dilakukan pada 2 (dua) kondisi dan lokasi tanah yang berbeda untuk menguji apakah alat yang dirancang dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur dan menampilkan hasil pH tanah dan pH air pada lokasi tanah tersebut.

Gambar 7 menampilkan grafik pengukuran dari lokasi tanah pertama. Tanggal dan pewartuannya ditampilkan untuk memberikan pengkondisian realtime bagi para pembaca karena kondisi tanah dapat senantiasa berubah setiap waktu, baik pagi siang atau malam, juga tergantung pada aktivitas terkait disekitarnya.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengukuran pH Pada Lokasi Pertama

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari data hasil pengukuran pada lokasi pertama, nilai pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23, menunjukkan bahwa sebagian besar sampel tanah berada dalam kategori netral hingga sedikit basa. Kondisi ini sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman tertentu, terutama tanaman yang toleran terhadap pH netral atau basa. Perbedaan nilai pH ini dapat diakibatkan oleh kandungan mineral, aktivitas mikroorganisme, atau perlakuan terhadap tanah, seperti penggunaan pupuk atau kapur.

Untuk pH air pada lokasi pertama, nilainya berkisar antara 8,23 hingga 9,27, yang mengindikasikan bahwa air memiliki sifat sedikit basa. Meskipun nilai pH ini masih tergolong aman untuk beberapa aplikasi, tingkat basa yang lebih tinggi pada beberapa sampel, seperti 9,27, memerlukan perhatian lebih. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan zat kimia tertentu di dalam air. Secara keseluruhan, alat pengukur pH bekerja dengan baik dalam mendeteksi variasi nilai pH, memberikan data yang akurat dan konsisten untuk pemantauan kualitas tanah dan air secara efektif.

Dari data hasil pengukuran yang ditampilkan, terlihat variasi nilai pH pada tanah dan air untuk setiap sampel yang diuji pada lokasi kedua. Untuk pH tanah, nilai berkisar antara 4,35 hingga 6,59, menunjukkan kondisi tanah dari kategori masam hingga netral. Kondisi ini mengindikasikan bahwa beberapa sampel tanah memerlukan perlakuan seperti penambahan kapur untuk meningkatkan pH agar lebih mendukung pertumbuhan tanaman, terutama jika nilai pH berada di bawah 5,5. Variasi ini juga menggambarkan perbedaan karakteristik tanah yang dapat disebabkan oleh faktor lingkungan atau kandungan mineral.

Sedangkan pada lokasi kedua yang dijadikan sebagai sampel pengukuran, hasilnya menunjukkan sebagaimana dalam tampilan grafik pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran pH
Pada Lokasi Kedua
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada sisi pH air dilokasi kedua, nilai berkisar antara 7,52 hingga 9,54, menunjukkan kategori air dari netral hingga sedikit basa. Data ini menunjukkan bahwa kualitas air sebagian besar masih dalam batas yang dapat diterima, meskipun ada beberapa sampel yang memiliki nilai pH mendekati 9,54, yang mungkin memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk penggunaannya. Hasil ini dapat juga dibandingkan dengan cara melakukan hasil sandingan alat yang tersedia dipasaran sebagai sebuah pendekatan empiris terkait kinerja alat yang dirancang ini. Pada penelitian kali ini, performa alat pengukur terlihat stabil, dengan konsistensi pengukuran untuk setiap sampel yang diuji. Hasil ini menunjukkan keandalan sensor pH yang digunakan dalam alat, serta mendukung relevansi alat ini dalam memonitor kualitas tanah dan air secara akurat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat pengukur pH tanah dan pH air berbasis mikrokontroler, didapatkan data yang menunjukkan variasi nilai pH pada kedua lokasi pengujian. Pada lokasi pertama, pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23 (netral hingga sedikit basa), sementara pH air berkisar antara 8,23 hingga 9,27 (sedikit basa). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dan air di lokasi pertama cukup baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman tertentu. Pada lokasi kedua, pH tanah memiliki rentang yang lebih luas, yaitu 4,35 hingga 6,59 (masam hingga netral), sedangkan pH air berkisar antara 7,52 hingga 9,54 (netral hingga sedikit basa). Hasil ini menunjukkan adanya kebutuhan perlakuan khusus pada beberapa sampel tanah yang bersifat masam, seperti penambahan kapur, untuk meningkatkan pH agar lebih sesuai dengan kebutuhan tanaman. Alat pengukur pH yang dirancang mampu bekerja secara akurat, konsisten, dan memberikan data yang dapat diandalkan untuk mendukung pemantauan kualitas tanah dan air secara efektif..

DAFTAR PUSTAKA

- A. Sutandi (2004), "Pupuk dan pemupukan," *Dep. Tanah. Fak. Pertanian. Inst. Pertan. Bogor.*

- Bogor*, vol. 208
- Effendi, (2003) "Telaah kualitas air bagi *pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*,"
- A. William, H. Salsabilah, and D. Widhiantoro (2023), "Perancangan Alat Agriculture Soil Fertility Detection Berbasis IoT Untuk Pemantauan pH, Suhu dan Kelembaban Tanah, Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV), pp. 440–451.
- D. Fortuna and H. Zakaria (2022), "Sistem Otomatisasi Untuk Mengukur Kelembaban Suhu Dan pH Tanah Berbasis Android Menggunakan Arduino ESP32 Pada Tanaman Bayam (Studi Kasus: Syahmi Organik)," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sains*, vol. 1, no. 09, pp. 1512–1517.
- B. Ariwibowo (2016), "Pengertian, Kegunaan Khusus, Fasilitas, Sertaperangkat Keras Yang Dihubungkan Danrincian Teknis Operasi Pada Sistem Mikrokontroler," *Diakses dari https://www.Acad.edu/22425613/SISTEM_MIKROKONTROLER*.