

Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Ph Tanah Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis IoT

Aziz Musthafa, Faisal Reza Pradhana, Enggal Prayogi
Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Darussalam Gontor
Jl. Raya Siman, Kec. Siman, Kab. Ponorogo
aziz@unida.gontor.ac.id

Abstrak— Tingkat kesuburan tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah derajat kesuburan tanah (pH tanah). Cara mengetahui kualitas tanah berdasarkan tingkat pH tanah adalah menggunakan pH meter tanah. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah alat pH meter tanah yang terdapat di pasaran tidak memberikan informasi terkait dengan penanganan apabila pH tanah kurang atau berlebihan serta pH tanah perlu dikunjungi dan diuji secara rutin agar pertumbuhan tanaman sesuai dengan harapan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan tanah yang akan digunakan untuk media tanam dan membantu pengguna dalam melakukan pemantauan. Perancangan prototipe sistem kontrol pH tanah menggunakan metode Internet Of Thing. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe sistem kontrol pH tanah yang mampu memberikan informasi dalam penanganan pH tanah yang kurang atau berlebihan serta terintegrasi dengan sistem berbasis website. Pada tahap selanjutnya, prototipe dapat dikembangkan dengan menambahkan fungsi penghitungan kalibrasi secara manual dan langsung, serta pengujian alat pada jenis tanah yang lebih beragam.

Kata kunci— tanah; mikrokontroler; ph tanah; integrasi; kalibrasi

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan media alami yang diperlukan dalam kegiatan bercocok tanam. Tanaman akan tumbuh dengan baik apabila tanah yang digunakan berupa tanah yang subur. Tingkat kesuburan tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah derajat kesuburan tanah (pH tanah). Keasaman tanah merupakan salah satu faktor utama bagi tanaman untuk melakukan proses pertumbuhan.

Dengan perkembangan teknologi saat ini tingkat kelembapan tanah dapat dikontrol secara otomatis atau sering disebut dengan Internet of Thing (IoT). Thingspeak merupakan sebuah layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian "Internet of Things". Thingspeak merupakan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat open source untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan HTTP (Hypertext Transfer Protocol) melalui internet atau melalui LAN (Local Area Network). Dengan menggunakan Thingspeak, seseorang dapat membuat aplikasi logging sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jaringan sosial dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaruan status [1].

Dengan Aplikasi ini dapat membantu kita memantau pH tanah yang sedang diukur ukur, nilai pH dan parameter lainnya dari jarak jauh selama ada koneksi internet. Kita tidak harus membuat program yang sulit karena kita telah dibantu oleh infrastruktur yang ada. Dalam hal ini kita dapat melihat grafik suhu sesuai dengan sensor dan parameter yang ingin kita ketahui.

Yahwe dengan penelitiannya ini telah dibuat alat ukur pH, suhu, dan kelembaban yang terintegrasi dan dilengkapi dengan sistem penyimpanan data. Sistem penyimpanan data menggunakan Secure Digital Card (SD Card). Alat ini juga dilengkapi dengan Real Time Clock (RTC) [2]. Menurut Amelia yang meneliti tentang pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH, hasil yang didapatkan pada penelitian menunjukkan bahwa nilai temperatur tanah dan kelembaban tanah berpengaruh terhadap tinggi rendahnya nilai pH tanah [3].

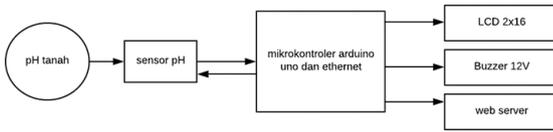
Bagi pengguna yang tidak mengetahui cara penanganannya akan mendapat kesulitan. Selain itu, proses untuk pemantauan tingkat kualitas tanah pada tanaman dengan menggunakan alat pH meter yang tersedia dipasaran perlu dilakukan secara rutin mengunjungi dan menguji kadar pH tanah sesuai jadwal pemantauan agar pertumbuhan tanaman sesuai dengan harapan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti ingin mengembangkan alat pengukur pH tanah yang terintegrasi dengan sistem berbasis website agar nantinya pemantauan pertumbuhan tanaman dapat dilakukan kapan pun melalui layar monitor dari jarak jauh tanpa harus mengunjungi tanaman tersebut.

II. METODE

A. Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem kontrol pH tanah terdiri dari rangkaian Sensor pH Probe, rangkaian sistem minimum mikrokontroler, rangkaian LCD, dan rangkaian relay. Diagram blok dari perancangan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Diagram Blok sistem

Pada Gambar 1 menjelaskan rangkaian sistem yang akan dibangun dalam menunjang penelitian. Diagram diatas terdiri dari sensor pH Probe, mikrokontroler arduino uno, LCD 16x2, buzzer 12v, modul GSM dan tanah.

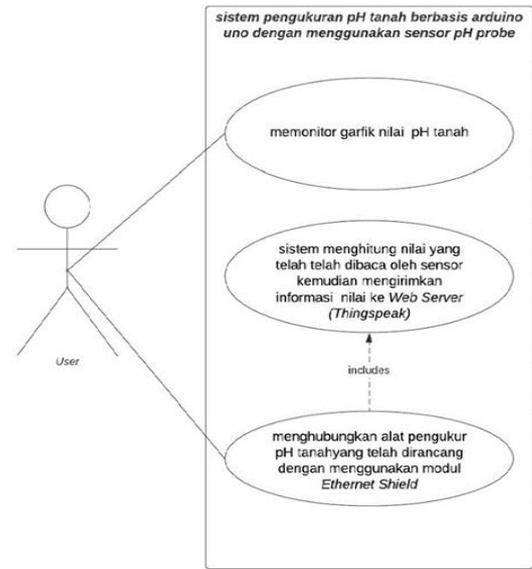
Sensor pH Tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah dengan range pH mulai dari 3,5 sampai dengan 8 [4]. Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler berbasis ATmega328 yang mempunyai 14 pin *input* dari *output* digital, dimana 6 pin input digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*) serta 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset [5]. Ethernet Shield merupakan alat penambah kemampuan Arduino bard agar terhubung pada jaringan komputer. *Ethernet shield* mempunyai basis chip berupa *ethernet Wiznet W5100*. Dalam menulis program, ethernet library pada ethernet shield berguna agar Arduino board dapat terhubung ke jaringan [6]. Ethernet berfungsi sebagai web server atau sebagai perangkat yang dapat berkomunikasi dengan perangkat lain menggunakan TCP/IP [7]. *Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* bekerja pada saat aliran atau tegangan listrik mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoelectric* tersebut. *Piezzo buzzer* dapat menghasilkan frekuensi pada kisaran 1-6 kHz hingga 100 kHz [8]. Detail penjelasan dari alur rangkaian sistem adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler arduino uno sebagai alat atau mesin utama yang menampung data untuk menjalankan seluruh alat yang tersambung. Data yang tertampung tersebut akan menggerakkan sensor pH Probe.
2. Sensor pH Probe sebagai alat untuk memberikan informasi terakait kadar keasaman tanah. Informasi yang diperoleh kemudian dikirim kepada mikrokontroler untuk ditampilkan.
3. *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 difungsikan untuk menampilkan data yang diperoleh oleh sensor pH Probe melalui mikrokontroler untuk menampilkan data tersebut.
4. *Buzzer* 12V sebagai alarm apabila kadar asam melebihi atau mengurangi standar yang diterapkan.
5. Web server memberikan informasi kepada pengguna berupa tingkat kadar keasaman tanah (pH tanah) dengan tampilan diagram.

B. Perancangan dan Desain Sistem

Pada perancangan *prototipe* sistem kontrol pH tanah ini digambarkan dalam use case diagram yang disajikan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 adalah penjelasan dari *Use Case Diagram* Prototipe Sistem Kontrol pH tanah disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 2. Use Case Diagram Prototipe Sistem Kontrol pH tanah

TABEL 1. NARRATIVE USE CASE PROSES MENGHUBUNGAN WEB SERVER DENGAN ARDUINO

Nama use case	Menghubungkan alat pengukur pH tanah ke jaringan internet	
Pengguna	Petani	
Deskripsi	Use case ini menghubungkan alat ke web server dengan menggunakan kabel LAN	
Kondisi Awal	Web server sudah dipairing dengan Ip Address pada arduino	
Kegiatan	Kegiatan pengguna	Respon sistem
	Menghubungkan alat ke jaringan internet	Mengambil ip address dan api key web server (thingspeak)
Hasil Akhir	Sistem terhubung dengan web server pengguna	

TABEL 2. NARRATIVE USE CASE MENGHITUNG NILAI YANG TELAH DIBACA OLEH SENSOR KEMUDIAN MENGIRIMKANYA KE WEB SERVER (THINGSPEAK)

Nama use case	Menghitung nilai yang telah dibaca oleh sensor kemudian mengirimkannya ke web server	
Pengguna	Petani	
Deskripsi	Use case ini menghitung nilai dari sensor dan mengirimkan hasil perhitungannya ke web server dengan menggunakan modul ethernet shield	
Kondisi Awal	Sensor telah mengirimkan nilai pH tanah yang telah di baca	
Kegiatan	Kegiatan pengguna	Respon sistem
	Masuk ke web server (thingspeak)	Memberikan informasi nilai pH tanah yang telah diukur

		dengan menggunakan sensor
Hasil Akhir	Sistem menampilkan nilai pH tanah	informasi hasil perhitungan

1) B.1. Sensor pH Tanah

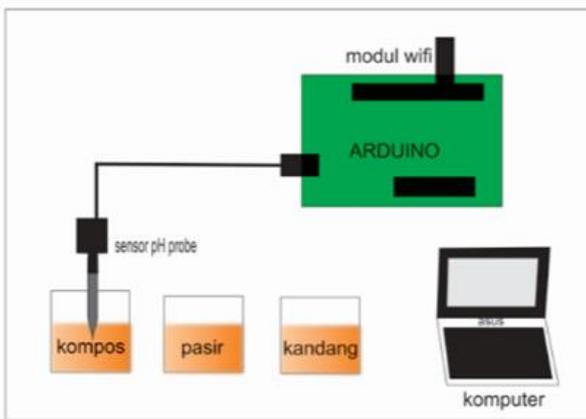
Sensor pH Tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH Tanah ini memiliki range 3.5 hingga 8. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog Arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan. Adapun karakteristik sensor pH Probe terdapat pada Tabel 3 sebagai berikut.

TABEL 3. KARAKTERISTIK SENSOR

Parameter	Simbol	Min	Max	Units
Tegangan masukan	Vcc	3.0	4.7	V
Tegangan keluaran	Δ Volt	4	45	ADC
Respon waktu	T	0.1	0.3	S
Sensivitas	Vcc	0.036	0.234	V

2) B.2. Perancangan Alat

Pada Gambar 3 merupakan perencanaan rancangan diagram alat yang akan digunakan pada penelitian. Perencanaan pengembangan alat akan menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengontrol alat, LCD 2x16 untuk menampilkan data dari mikrokontroler, buzzer untuk memberikan notifikasi, dan ethernet shield sebagai penghubung Mikrokontroler dengan internet. Pada bagian lain untuk mendeteksi kadar pH tanah, peneliti menggunakan sensor pH Probe. Sensor akan ditanam didalam wadah polybag yang berisikan tanah dan tanaman kedelai.

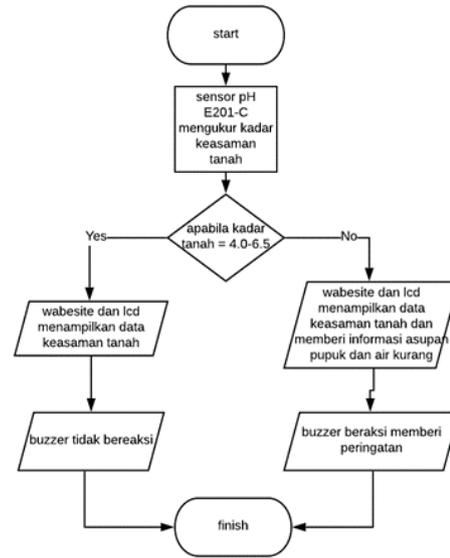


Gambar 3. Perancangan diagram alat

Cara kerja alat ini, sensor pH Probe yang ditanam didalam wadah polybag akan mendeteksi kadar pH tanah tanaman kedelai dan seterusnya data pH yang diperoleh akan dikirim ke mikrokontroler. Data yang tersimpan akan di publikasikan secara luas melalui modul ethernet.

3) B.3. Flowchart Sistem

Flowchart pada rangkaian sistem kontrol pH tanah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart rangkaian sistem

Pada gambar 4 merupakan alur rangkaian yang digunakan dalam penelitian. Alur rangkaian tersebut dijelaskan pada langkah-langkah berikut:

1. Proses pertama, sensor pH Probe akan membaca nilai kadar keasaman suatu tanah yang akan digunakan.
2. Proses kedua, hasil yang diperoleh oleh sensor pH Probe akan ditampilkan di layar Liquid Crystal Display (LCD) dan halaman website.
3. Proses ketiga, apabila nilai kadar keasaman tanah antara 5-8 maka buzzer tidak bereaksi dan sebaliknya apabila nilai kadar keasaman tanah kurang atau lebih dari 5-8 atau pH tanah optimum maka buzzer akan bereaksi atau memberikan alarm.
4. Proses yang terakhir semua data yang didapat dari sensor pH probe akan dikirimkan ke web server (*thingspeak*) melalui ethernet shield.

4) B.5. Perancangan Alat

Cara terbaik untuk menentukan kebutuhan kapur adalah jumlah kapur yang diperlukan untuk mengatur pH tanah pada tingkat pH yang diinginkan. Pembagian golongan pH tanah dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

TABEL 4. GOLONGAN PH TANAH

Range pH	Keterangan
4 – 4,5	Amat Sangat Asam
5 – 5,5	Amat Asam
5,5 – 6	Asam Sedang
6,0 – 7,0	Sedikit Asam
7,0	Netral
7,0 – 8,5	Alkalis Sedang
8,5 – 9,0	Alkalis Kuat

Pada Tabel 5 untuk menentukan kebutuhan kapur dapat dilakukan dengan menghitung selisih antara pH tanah yang dituju dengan pH tanah aktual yang terukur sebelum pengolahan tanah untuk menaikkan 1 point pH tanah diperlukan 0,2 kg kapur dolomit per meter [9]. Sebagai contoh, diketahui pH tanah 5,5. Sedangkan pH yang diinginkan adalah 7, maka $7 - 5,5 = 1,5$. Maka kebutuhan kapur dolomit pada pH 5,5 ke 7 dibutuhkan kapur dolomit sebanyak 0.3 kg. Daftar ph tanah disajikan pada tabel 5 berikut [10] :

TABEL 5. SELISIH PH KAPUR YANG HARUS DITAMBAHKAN

No	Selisih pH	Jumlah Kapur (kg/m)	Meter
1	2.0	0.4	1
2	1.9	0.38	1
3	1.8	0.36	1
4	1.7	0.34	1
5	1.6	0.32	1
6	1.5	0.3	1
7	1.4	0.28	1
8	1.3	0.26	1
9	1.2	0.24	1
10	1.1	0.22	1
11	1.0	0.2	1
12	0.9	0.18	1
13	0.8	0.16	1
14	0.7	0.14	1
15	0.6	0.12	1
16	0.5	0.1	1
17	0.4	0.08	1
18	0.3	0.06	1
19	0.2	0.04	1
20	0.1	0.02	1
21	0.0	0	0

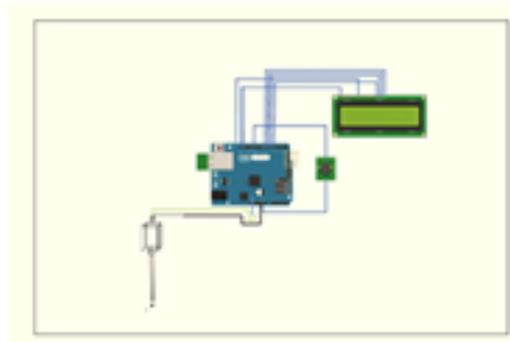
Pada tabel 5 dijelaskan mengenai selisih pH tanah beserta jumlah kapur yang dibutuhkan dalam proses peningkatan pH tanah. Disini peneliti memasukkan ukuran lahan yang digunakan sepanjang 1 meter. Rumus untuk menentukan jumlah kapur ditentukan oleh (1)

$$\Pi r^2 \{ \Pi = \text{phi}(3.14) r = \text{jari} - \text{jari} \} \quad (1)$$

5) B.4.Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, prototipe rancang bangun pengukuran pH tanah ini disesuaikan dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Seperti yang telah disebutkan pada perancangan system prototipe ini dibuat dengan menggunakan sensor pH Probe, Arduino uno, buzzer, LCD 16x2 12C dan

ethernet shield. Implementasi sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart rangkaian sistem

6) B.5. Model Pengujian Sistem

Pengujian adalah suatu proses pelaksanaan suatu program dengan tujuan menemukan suatu kesalahan. Suatu kasus tes yang baik adalah apabila test tersebut mempunyai kemungkinan menemukan sebuah kesalahan yang tidak terungkap. Suatu tes yang sukses adalah bila tes tersebut membongkar suatu kesalahan yang awalnya tidak ditemukan. Salah satu dari jenis pengujian yang ada adalah Black Box Testing. Black Box Testing berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. Tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. Black Box Testing digunakan untuk menemukan fungsi yang tidak benar atau tidak ada, kesalahan antarmuka (interface errors), kesalahan pada struktur data dan akses basis data, kesalahan performansi (performance errors), dan kesalahan inisialisasi dan terminasi [11].

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari penelitian ini adalah merancang sebuah prototipe alat pengukur pH tanah menggunakan sensor pH probe support arduino dan ethernet shield dan sensor tanah yang dapat membaca nilai ADC dan nilai pH tanah sehingga dapat mengetahui berapakah nilai pH suatu tanah yang akan ditanami tanaman.

A. Hasil Prototipe Alat Pengukur pH tanah

Rancangan alat dari penelitian ini adalah prototipe dari pengukuran pH tanah menggunakan sensor pH probe support arduino dan ethernet shield yang berbasis Internet of Things (IoT). Hasil dari rancangan prototipe penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



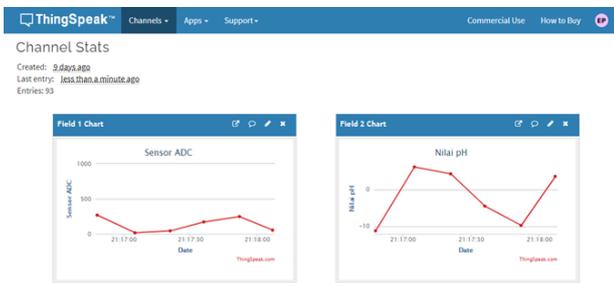
Gambar 6. Prototype alat pengukur ph tanah

Pada Gambar 6 merupakan hasil dari rancangan alat pengukur pH tanah. Rancangan alat pengukur pH tanah menggunakan sensor pH probe support arduino dengan menggunakan ethernet shield, dalam penelitian ini saya menggunakan beberapa komponen-komponen dasar yang dibutuhkan untuk perancangan alat ini komponen-komponen tersebut adalah arduino uno, ethernet shield, sensor pH probe support arduino dan Liquid Crystal Display (LCD) 16x2.

B. Hasil Tampilan Pengukur Ph Tanah Dengan Web Server Pada Komputer Dan Laptop

Hasil dari rancangan tampilan kontroler dan web browser pada laptop atau komputer berfungsi sebagai tampilan yang bisa dilihat atau dimonitoring oleh si pengguna apabila si pengguna ingin melihat berapa nilai pH tanah yang telah diukur.

Pada Gambar 7 merupakan contoh tampilan nilai pH tanah yang telah diukur dengan alat yang telah dirancang dalam bentuk diagram. Dalam tampilan web server (thingspeak) ini terdapat dua informasi penilaian yaitu penilaian ADC dan penilaian pH tanah. Dalam web server (thingspeak) juga menampilkan waktu pengukuran pH tanah yang dapat memberikan informasi nilai pH tanah sesuai dengan waktu ketika pengukuran pH tanah.



Gambar 7. Tampilan pengukur ph tanah dengan web server pada komputer dan laptop

C. Ujicoba

1) H.1. Pengujian Perangkat Lunak Arduino IDE Menggunakan Metode Black-box Testing

Proses pengujian pada perangkat lunak Arduino IDE dengan menggunakan metode Black-Box testing ini bertujuan untuk melihat hasil dari program output dari komponen arduino yang akan digunakan dalam penelitian ini dengan salah satu software yang dinamakan Arduino IDE. Hasil uji coba ethernet shield pada software arduino IDE ini dapat dilihat pada Gambar 8.

Pada Gambar 8 menjelaskan contoh output dari arduino ethernet shield dan sensor pH tanah support arduino. Ketika modul ethernet shield telah terhubung ke web server (thingspeak) maka akan menampilkan sebuah informasi yang bertuliskan connecting dan pembacaan sensor pH tanah support arduino akan terbaca nilai pH tanah dan nilai ADC, dari hasil pembacaan tersebut dikirimkan ke web server (thingspeak).

```

COM3
21:13:26.077 -> connecting...
21:13:26.216 -> Sensor ADC: 170
21:13:26.216 -> Nilai pH: -4.40
21:13:26.216 -> Send to Thingspeak.
21:13:27.897 -> Sensor ADC: 0
21:13:27.897 -> Nilai pH: 7.39
21:13:27.897 -> Send to Thingspeak.
21:13:30.012 -> Sensor ADC: 144
21:13:30.012 -> Nilai pH: -2.59
21:13:30.059 -> Send to Thingspeak.
21:13:31.659 -> Sensor ADC: 10
21:13:31.705 -> Nilai pH: 6.69
21:13:31.705 -> Send to Thingspeak.
21:13:33.348 -> Sensor ADC: 162
21:13:33.394 -> Nilai pH: -3.84
21:13:33.394 -> Send to Thingspeak.
21:13:35.506 -> Sensor ADC: 501
21:13:35.506 -> Nilai pH: -27.33
21:13:35.506 -> Send to Thingspeak.
21:13:37.616 -> Sensor ADC: 47
21:13:37.616 -> Nilai pH: 4.13
21:13:37.616 -> Send to Thingspeak.
21:13:39.029 -> Sensor ADC: 304
    
```

Gambar 8. ujicoba modul ethernet shield dan sensor ph tanah support arduino

2) H.2. Pengujian Rancangan Secara Keseluruhan

Pada tahap pengujian secara keseluruhan ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang kita rancang dapat bekerja dengan semaksimal mungkin sesuai dengan perancangan pada tahap sebelumnya. Uji coba rancangan keseluruhan komponen-komponen alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

1. Modul mikrokontroler arduino uno berfungsi sebagai penggerak keseluruhan komponen-komponen yang digunakan untuk penelitian ini dan berfungsi sebagai pusat input atau output nilai yang dibutuhkan.
2. Modul ethernet shield yang berfungsi sebagai alat yang mengkoneksikan jaringan internet dengan menggunakan menggunakan kabel LAN supaya komponen-komponen yang dirancang dapat terhubung ke web server (thingspeak) secara real time.
3. Sensor pH tanah support arduino berfungsi sebagai alat pengukur nilai pH tanah yang mana akan menghasilkan nilai pH tanah yang telah diukur pada saat itu.
4. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 berfungsi untuk melihat hasil nilai dari pengukuran pH tanah yang telah diukur dengan menggunakan alat yang telah dirancang.
5. Buzzer berfungsi sebagai alat yang memberikan informasi dalam bentuk serine yang dimana Buzzer akan bekerja ketika tanah yang diukur mempunyai sifat dengan kandungan basa atau diatas 7.00.

3) H.3. Uji Coba Sensor pH Tanah Support Arduino Dan pH Meter

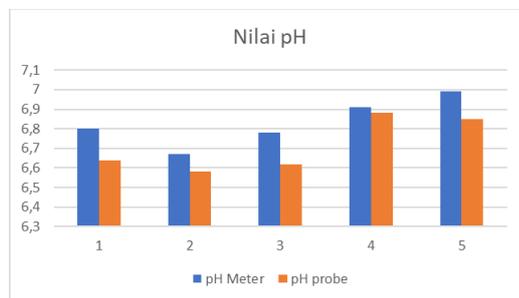
Pada pengujian sensor pH tanah ini dilakukan dengan menggunakan tanah yang digunakan untuk menanam tumbuhan kacang (kedelai) yang mempunyai nilai kandungan pH 6.00 sampai dengan 7.00. karena pada pH 6.00 sampai dengan 7.00 tanaman kacang (kedelai) bisa dapat tumbuh dengan baik. Nilai pH tanah yang didapatkan melalui sensor pH tanah probe support arduino ini dapat dibandingkan dengan alat yang sudah ada. Hasil dari uji coba sensor pH tanah dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. UJI COBA SENSOR PH PROBE DAN PH METER

pH Meter	pH probe
6.80	6.64
6.67	6.58
6.78	6.62
6.91	6.88
6.99	6.85

Pada Tabel 6 merupakan pengujian sensor pH meter yang sudah ada dengan sensor pH Probe yang telah dirancang, dalam pengujian tersebut terdapat perbedaan selisih nilai yang tidak terlalu jauh hanya saja di belakang koma, namun menurut ahli bidang tanah perbedaan nilai dibelakang koma tidak menjadi masalah dan nilai tersebut masih dianggap relevan. Adapun cara perhitungannya Πr^2 { Π = phi(3.14) r= jari-jari} jika output dari pH meter 6.80 ($7.00 - 6.80 = 0.2$) dan output dari sensor pH probe 6.64 ($7.00 - 6.64 = 0.3$).

Pada gambar 10 dibawah menunjukkan bahwa diagram yang berwarna biru merupakan output dari nilai pH meter dan yang berwarna kuning merupakan output dari pH probe. Dan untuk keduanya tidak terlalu banyak selisinya. Yaitu selisih paling besar yaitu 0,16.



Gambar 9. Diagram uji coba sensor ph tanah probe dan ph meter

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian perancangan Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol pH Tanah Menggunakan Sensor pH Probe, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Berdasarkan hasil uji coba dari keseluruhan alat yang telah dirancang dan yang sudah ada dengan selisih output nilai yang tidak terlalu jauh. Paling besar selisihnya 0,16. Maka alat yang telah dirancang dapat memberikan informasi nilai pH tanah dengan baik.

Pengguna dapat melakukan pemantauan terhadap alat yang telah diintegrasikan kedalam sistem berbasis website dengan tata cara penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Marina, H. K. Iman, F. Febi, A. E. Muhammad, and I. Muhammad, "Studi Perbandingan Platform Internet of Things (IoT) untuk Smart Home Kontrol Lampu Menggunakan NodeMCU dengan Aplikasi Web Thingspeak dan Blynk," *J. Fidel.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–78, 2020.

- [2] A. Jupri, A. Muid, and - Muliadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 76–81, 2017, doi: 10.26418/jp.v3i2.21210.
- [3] N. A. Amelia and N. Firmawati, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur dan pH Tanah untuk Tanaman Bawang Merah dengan Notifikasi Ketinggian Air Ketapang melalui SMS," vol. 02, pp. 60–64, 2019.
- [4] I. D. Ardiansyah and A. Setiyadi, "MEDIA TERNAK BUDIDAYA CACING TANAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia."
- [5] H. Guntoro, Y. Somantri, and E. Haritman, "Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Electrans*, vol. 12, no. 1, pp. 39–48, 2013.
- [6] N. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Monitor Dan Kendali Ruang Laboratorium Berbasis Arduino Ethernet Shield."
- [7] D. Satria, S. Yana, R. Munadi, and S. Syahreza, "Sistem Peringatan Dini Banjir Secara Real-Time Berbasis Web Menggunakan Arduino dan Ethernet," *J. JTik (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2017, doi: 10.35870/jtik.v1i1.27.
- [8] B. Panjaitan and R. R. Mulyadi, "Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S Vol.16 No 2 September 2020," vol. 16, no. 2, 2020.
- [9] Nubani, "cara menghitung kebutuhan kapur pertanian," 2017. .
- [10] A. Waryana, "Rumus Menentukan Dosis Kapur Dolomit Pada Lahan Pertanian," 2017. <https://kabartani.com/rumus-menentukan-dosis-kapur-dolomite-pada-lahan-pertanian.html>.
- [11] M. S. Mustaqbal, R. F. Firdaus, and H. Rahmadi, "PENGUJIAN APLIKASI MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING BOUNDARY VALUE ANALYSIS (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN)," vol. I, no. 3, pp. 31–36, 2015.