

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR PH TANAH BERBASIS  
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO UNTUK MENGETAHUI TINGKAT PH  
PADA TANAMAN KELAPA SAWIT**

**Joko Mariyadi<sup>1\*</sup>, Arif Ika Uktoro<sup>2</sup>, Suparman<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta  
Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281, Indonesia

\*E-mail penulis : [jackmarkk27@gmail.com](mailto:jackmarkk27@gmail.com)

**ABSTRACT**

Dalam bidang industri pertanian dibutuhkan teknologi alat ukur pH tanah untuk mengetahui sifat yang terkandung dalam tanah. Kebanyakan para petani tidak memperhatikan kualitas tanah terutama pH tanah, maka dari itu pentingnya alat ukur pH tanah untuk menentukan kualitas tanah. Tujuan dari penelitian ini untuk 1). Membuat alat ukur pH tanah berbasis arduino uno. 2). Melakukan kalibrasi alat ukur pH tanah buatan dan alat ukur pH tanah referensi. 3). Menganalisis data aplikasi alat ukur pH tanah yang baik untuk tanaman kelapa sawit dan keakurasian alat ukur pH buatan pada tanah tanaman kelapa sawit. Metode penelitian ini adalah merakit alat untuk mengukur pH tanah berbasis mikrokontroler Arduino uno, desain menggunakan dop *BOX project* sebagai cover alat otomatisasi yang dilengkapi dengan alat pengukur berupa resistor, alat pengukur kadar pH berupa sensor pH meter, dan mikrokontroler arduino uno. Alat otomatisasi ini dapat secara otomatis mengukur pH dan membaca kadar pH tanah pada tanaman kelapa sawit, kemudian dapat menampilkan data pengukuran pada LCD. Hasil dan pembahasan dari penelitian ini yaitu telah berhasil dilakukan kalibrasi alat ukur pH rancangan dengan alat ukur pH *reference*, untuk hasil pH rata – rata alat ukur rancangan yaitu 6,54 sedangkan pH *reference* 6,33, hasil nilai pH pada masing masing alat yaitu rata – rata 0,26, dengan tingkat akurasi alat ukur pH rancangan yaitu 95,49% dan toleransi error 4,51%.

**Kata kunci:** Merakit alat ukur pH tanah, pH tanah, otomatisasi.

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas wilayah pertanian sekitar 7.463.948 hektar dan sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Secara umum, lahan pertanian diindonesia digunakan untuk sawah, ladang, perkebunan dan lainya. Penggunaan lahan untuk pengembangan suatu komoditas didasarkan pada sifat tumbuh dari tanaman dan karakteristik suatu lahan seperti admosfir, tanah dan air (J. Martin, 2015).

Tanah merupakan media alami yang diperlukan dalam kegiatan bercocok tanam. Tanaman akan tumbuh dan berkembang dengan baik apabila tanahnya subur. Beberapa hal yang mempengaruhi kesuburan tanah diantaranya adalah unsur hara. Banyak sedikitnya kandungan unsur hara pada tanah merupakan indikator tingkat kesuburan tanah yang akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tingkat kesuburan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah derajat keasaman tanah (pH tanah). Unsur hara akan mudah diserap tanaman pada

pH 6-7, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan larut dalam air (Ihsanto, 2014).

Dalam bidang industri pertanian dibutuhkan teknologi alat ukur pH tanah untuk mengetahui sifat yang terkandung dalam tanah. Kebanyakan para petani tidak memperhatikan kualitas tanah terutama pH tanah, maka dari itu pentingnya alat ukur pH tanah untuk menentukan kualitas tanah. Penelitian pH telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya, mengendalikan pH dan kelembaban tanah menggunakan soil moisture sensor dan sensor pH, untuk mengendalikan sistem pH yang terkandung di dalam air kolam ikan lele menggunakan sensor polymer optical fiber (POF) tipe SH-4001-1,3 (Meivaldi, R, 2018).

Beberapa faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa adalah ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, retensi hara, hara tersedia, toksisitas, sodisitas, bahaya, bahaya erosi, bahaya banjir dan genangan, serta kondisi batuan permukaan. Karakteristik dan kualitas lahan yang membatasi pertumbuhan kelapa erat hubungannya dengan sifat-sifat kimia tanah yaitu retensi hara yang diwakili oleh pH ( $H_2O$ ), ketersediaan oksigen di sekitar perakaran yang berkaitan dengan potensi reduksi oksidasi (Eh) dan toksisitas garam terlarut yang diwakili oleh daya hantar listrik atau electrical conductivity (EC).

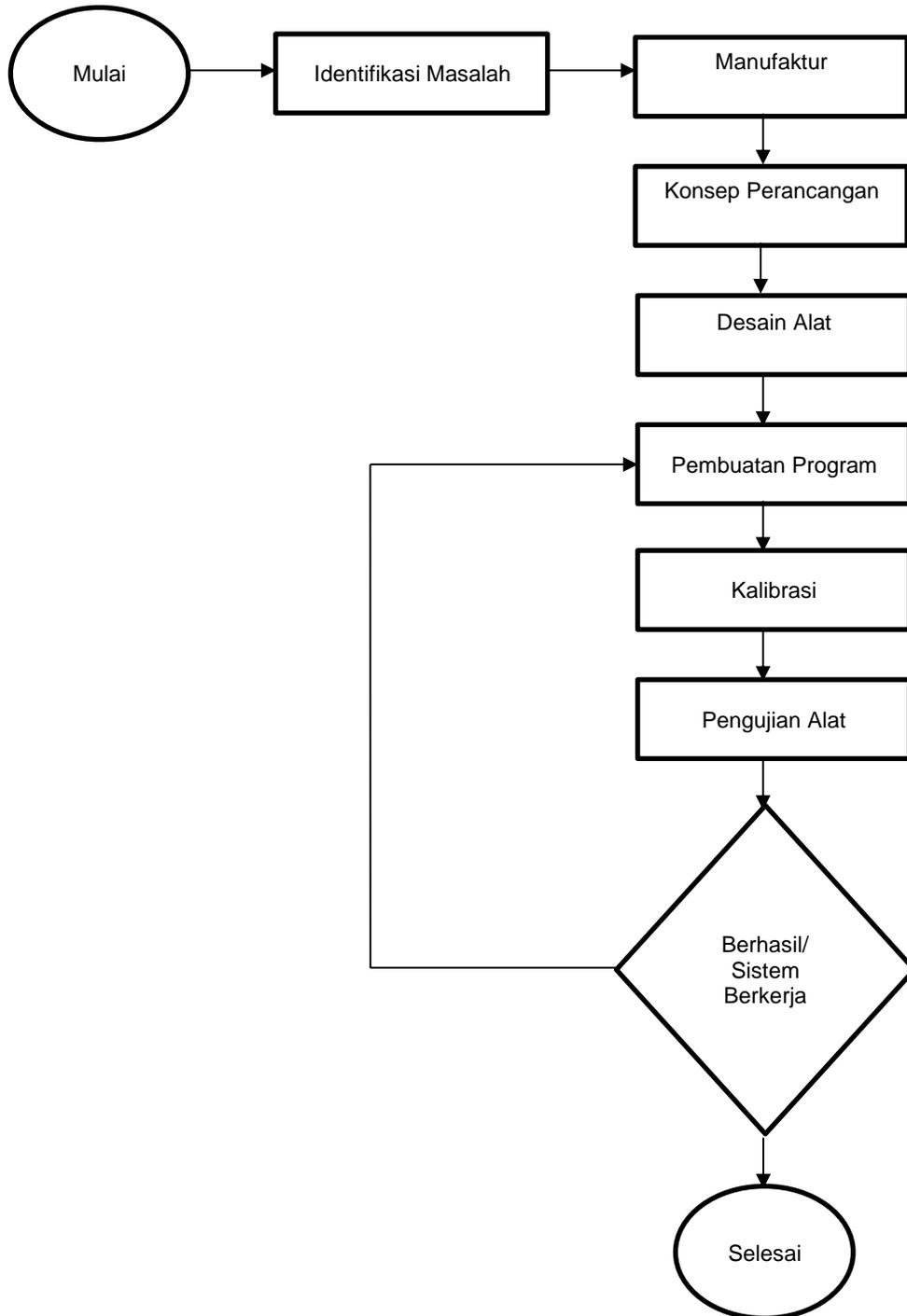
Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa sawit pH yang sesuai berkisar antara 4.8 sampai 7.5 dengan drainase tanah agak terhambat sampai agak cepat dan salinitas < 20 dS/m. Kisaran pH tanah yang cukup luas dari masam sampai basa akan menentukan ketersediaan unsur hara esensial terutama P. Pada tanah dengan pH asam akan terjadi kesetimbangan kimia P dengan Al sedangkan pada pH basa dengan Ca dan Mg dan reaksi ini membentuk senyawa sukar larut sehingga P tidak tersedia untuk diserap tanaman. Hubungan pH dengan produksi kelapa sawit secara tidak langsung melalui peran pH dalam ketersediaan unsur hara esensial terutama P dalam bentuk ortofosfat  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$ . Penurunan 1 unit pH akan meningkatkan nisbah  $H_2PO_4^- / HPO_4^{2-}$  sepuluh kali, sebaliknya peningkatan 1 unit pH akan menurunkan rasio sepuluh kali. Kisaran pH untuk ketersediaan P bagi tanaman antara pH 6 sampai 7 untuk sebagian besar tanah pertanian. Fosfat yang diserap tanaman memiliki fungsi regulasi fotosintesis dan karbohidrat. Oleh sebab itu pH tanah berpengaruh terhadap produksi kelapa sawit. Produksi akan menurun jika pH tanah tidak sesuai untuk pertumbuhan. Hasil penelitian pada tanaman kelapa sawit menunjukkan bahwa berubahnya kedalaman pirit disertai penurunan pH mengakibatkan penurunan produksi sebesar 26 persen. (Sutandi, A., B. Nugroho, B. Sejati, 2018).

Oleh karena itu, penggunaan alat pH tanah digital dapat menjadi salah satu solusi untuk meringankan masyarakat umum dalam mengatasi keterbatasan tersebut. Perkembangan sistem sensor dan instrumentasi juga menjadi salah satu faktor pendukung dalam perancangan sistem ini. Salah satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam penelitian ini yaitu range dari sensor yang digunakan agar dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan. Berdasarkan potensi kegunaan pH tanah digital dan beberapa kelemahan pada penelitian yang telah berkembang, maka pada penelitian ini dilakukan desain bangun pH digital berbasis mikrokontroler (Jupri, A. Muid, A. and Muliadi, 2017).

## **METODE PENELITIAN**

Tempat dan waktu penelitian dilaksanakan di kebun kampus instiper, institute pertanian stiper, Yogyakarta. Dengan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan juli seni 17 juli 2023. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cover alat, kabel jumper, adaftor, PCB board mata bor, solder, gerinda, thermometer batang, penggaris besi, modul ADS, resistor, Arduino uno, sensor pH tanah, kebel USB, batrai, timah solder, LCD box project. Dan bahan yang digunakan media tanah, air bersih, buffer pH.

1. Berikut adalah tahapan penelitian:



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

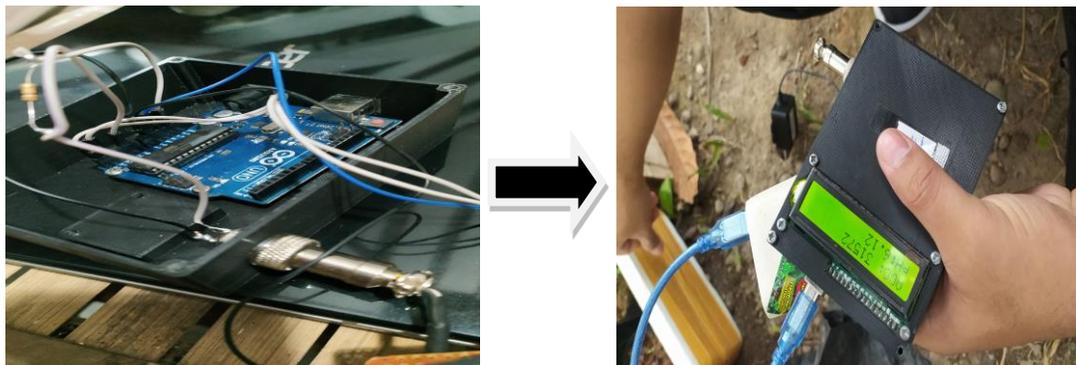
## 2. Konsep Perancangan

Dalam menentukan desain ini, beberapa alternatif desain dapat digunakan. Tabel berikut menjelaskan alternatif desain untuk masing-masing desain fungsional.

Tabel 1 Alternatif desain untuk rancangan fungsional

Rancangan fungsional	Alternatif desain	Kelebihan	Kekurangan
Pengukur pH	Sensor Ph meter tanah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Range tinggi bisa digunakan pada mikrokontroler</li> <li>2. Dapat digunakan dalam jangka Panjang</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harus mendapatkan perangkat lain untuk membaca pH</li> </ol>
	pH referensi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kalibrasi mudah</li> <li>2. Tidak perlu penambahan pernakalngkat lain untuk kalibrasi</li> <li>3. Harga terjangkau.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jangka pakai terjangkau</li> <li>2. Daya tahan alat rentan rusak</li> </ol>
Cover alat	<i>Box project</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haraga murah</li> <li>2. Bobot ringan</li> <li>3. Gampang dibentuk</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak tahan panas</li> </ol>
Kontroler	Arduino uno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hemat listrik</li> <li>2. Kalibrasi mudah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mudah</li> </ol>
Volt	Resistor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harga terjangkau</li> <li>2. Meudahkanm aliran arus listrik</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kawat pada resistor gampang rusak</li> </ol>

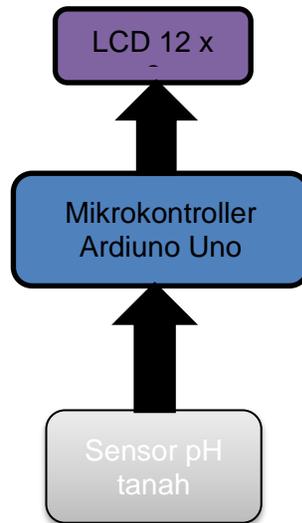
Dari alternatif diatas maka dipilih desain dengan menggunakan dop *BOX project* sebagai cover alat otomatisasi yang dilengkapi dengan alat pengukur berupa resistor, alat pengukur kadar pH berupa sensor pH meter, dan mikrokontroler arduino uno. Alat otomatisasi ini dapat secara otomatis mengukur pH dan membaca kadar pH tanah kelapa sawit, dan dapat menampilkan data pengukuran pada LCD. Dari konsep yang sudah direncanakan hasil dari perakitan alat ukur pH tanahberbasis Arduino uno dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Desain alat otomatisasi alat ukur pH tanah

### 3. Rancangan program

Secara skematik rancangan perangkat keras, terdiri atas sensor pH, penguat tegangan, mikrokontroler dan rangkaian *output*. Untuk memperoleh hasil konversi data, data keluaran dari sensor pH tanah dikuatkan oleh penguat tegangan untuk dibaca oleh ADC eksternal 8 bit. ADC kemudian mengkonversi signal analog dari sensor pH tanah menjadi signal digital sehingga data dapat diolah oleh mikrokontroler. Data yang telah diolah mikrokontroler kemudian ditampilkan pada LCD 2x16 seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram blok koneksi deteksi pH tanah.

### 4. Kalibrasi

Kalibrasi alat yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

#### A. Siapkan Alat dan Bahan

Hal yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan kalibrasi adalah menyiapkan alat dan bahan yaitu alat ukur pH tanah buatan, alat ukur pH tanah referensi, meteran, kamera, alat tulis, sarung tangan, baterai. Dan bahan yang digunakan yaitu, media tanah, air bersih, *baffer*.

#### B. Klibrasi Alat

Kalibrasi sensor pH meter dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah sebanyak 12 sempel, kemudian mengkalibrasi alat ukur pH tanah dan alat ukur pH reference untuk mencari nilai perbandingan pada kedua alat. Lalu mengkalibrasi pada tanah dataran dan tanah kedalaman 20cm. Kemudian mencatat nilai angka yang dihasilkan dari masing masing alat ukur pH.

### 5. Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang dilakukan dalam proses penelitian, yaitu:

- a. Menentukan tanah dan tempat untuk pengujian alat ukur pH.
- b. Menyiapkan alat ukur pH sebagai alat untuk meneliti kualitas pH pada tanah.
- c. Mengecek alat ukur pH terlebih dahulu sebelum melakukan kalibrasi alat.
- d. Menghidupkan alat ukur pH dan biarkan terlebih dahulu selama 5 detik sebelum melakukan kalibrasi alat agar tegangan ADS normal.
- e. Melakukan kalibrasi alat ukur pH berbasis arduino uno dengan membandingkan alat ukur pH referensi.

- f. Mencatat data yang dihasilkan dari alat ukur pH tanah buatan dan alat ukur pH tanah referensi.
  - g. Menganalisis data dari masing – masing alat ukur pH tanah.
6. Pengukuran dan Pengambilan Data
- Untuk mengukur pH tanah langsung diujicobakan di berbagai tempat dan tanah tanaman kelapa sawit sebagai tempat pengujian. Untuk pengambilan data dilakukan berdasarkan pembacaan dari LCD yang ditampilkan pada saat pengukuran.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

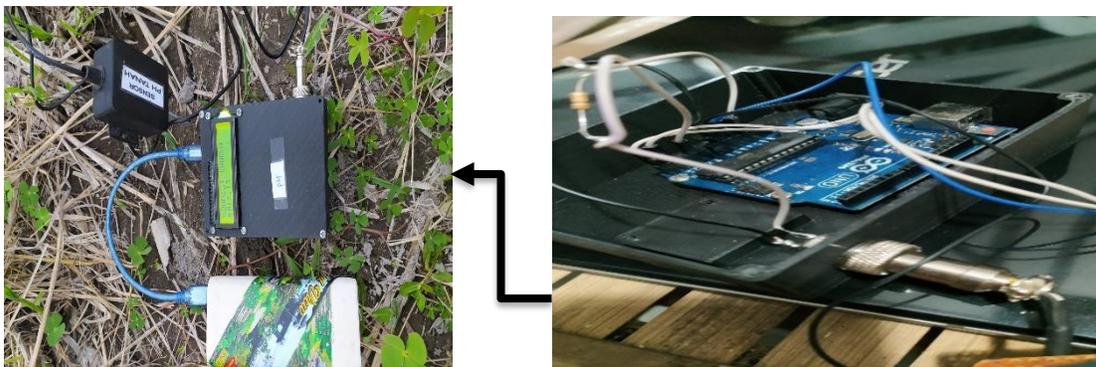
1. Deskripsi Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan kelapa sawit yang ada dikampus instiper Yogyakarta, dengan jenis tanah yang keras meliputi seluruh area lahan perkebunan kelapa sawit Instiper.

2. Hasil Perakitan Alat

A. Panel alat dan hasil perakitan alat

Perakitan alat dilakukan secara bertahap dimulai dari bagian yang paling utama dan bagian pendukung, sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh dan bisa digunakan, berikut penjelasannya.



Tampak Luar

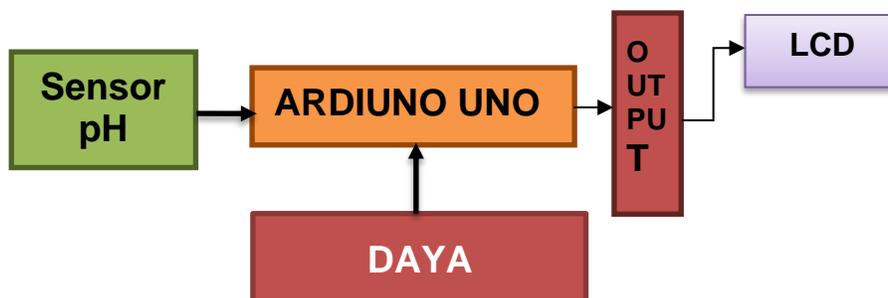
Tampak Dalam

Gambar 1 Hasil rangkaian alat ukur pH tanah

Box cover dirancang sedemikian rupa untuk menempatkan prangkat keras dengan menyesuaikan posisi agar tidak terjadinya goyang atau error saat dikalibrasi, dan juga penempatan letak LCD sehingga dapat mempermudah saat membaca hasil keluaran dari sensor pH tanah.

B. Perancangan Perangkat (*software*) dan (*Hardware*)

Dari penelitian yang telah dilakukan hasil dari penyusunan perangkat yang telah ditentukan seperti diagram dibawah ini. Untuk mudah memahaminya, sistem alat ukur yang dibuat ditunjukkan dalam sebuah digram balok seperti pada gambar 4.2.



## Gambar 2 Diagram alir otomatisasi deteksi pH tanah

*Software* yang dibuat bertujuan untuk mengolah sinyal dari sistem sensor. Pada pengolahan sinyal analog, output sistem sensor pertama dikonversikan terlebih dahulu menjadi data digital. Sinyal analog yang telah dikonversikan menjadi data digital merupakan representasi dari nilai tegangan pada pengukuran pH tanah. Nilai ini selanjutnya akan dikonversikan sebagai nilai pH yang akan ditampilkan pada LCD.

Perancangan dan pembuatan *software* ini menggunakan mikrokontroler ARDUINO UNO yang digunakan untuk pemrograman data nilai pH meter tanah yang kemudian akan ditampilkan pada LCD menjadi angka, *power bank* sebagai daya untuk menghidupkan perangkat-perangkat dan menjalankan *software* yang nantinya akan menghasilkan data atau angka dari bacaan sensor pH. Adapun penambahan pada alat ini yaitu resistor yang berfungsi sebagai pengatur tegangan arus listrik yang dihasilkan. Digunakannya resistor ini bertujuan untuk menstabilkan arus yang dihasilkan yang nantinya membuat nilai dari sensor pH tanah menjadi baik saat ditampilkan di layar LCD.

Prinsip kerja dari alat yang dibuat yaitu: Dari alat sensor pH tanah saat ditancapkan akan menghasilkan nilai atau data yang kemudian akan dikonversikan menjadi angka melalui mikrokontroler Arduino uno kemudian dikirim ke layar LCD yang sudah menjadi angka atau hasil nilai dari pH tanah.

### 3. Kalibrasi dan Analisis Data

#### A. Kalibrasi alat rancangan dan alat ukur pH *reference*

Kalibrasi ini dilakukan beberapa percobaan dengan jenis tanah yang berbeda beda, ketika alat sudah hidup, saat pengukuran akan dimulai alat biarkan terlebih dahulu selama 30 detik supaya arus dalam posisi normal agar menghindari terjadinya error pada alat, agar akurasi dari alat baik saat digunakan.



Gambar 3 Kalibrasi perbandingan alat pH tanah dan pH *reference*

Tabel 1 Tabel hasil kalibrasi perbandingan alat ukur pH

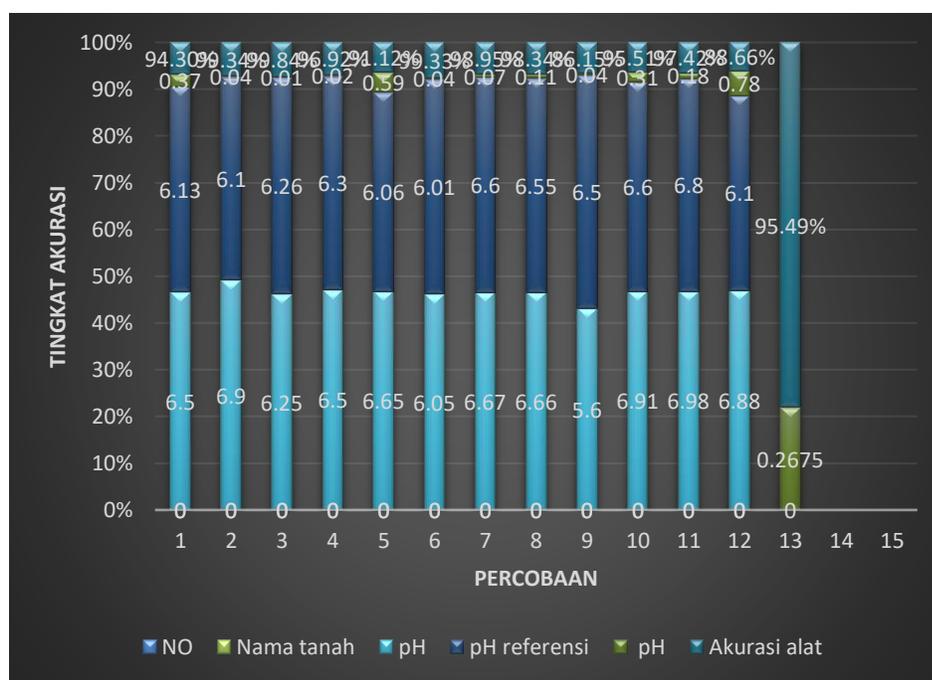
NO	Nama Tanah	pH	pH <i>Reference</i>	$\Delta$ pH	Akurasi Alat
1.	Tanah Sawa	6,50	6,13	0,37	94,30 %
2.	Tanah Desa U	6,90	6,10	0,04	99,34%
3.	Tanah Desa S	6,25	6,26	0,01	99,84%
4.	Tanah Desa T	6,50	6,30	0,02	96,92%
5.	Tanah Desa B	6,65	6,06	0,59	91,12%
6.	Tanah Aquades	6,05	6,01	0,04	99,33%
7.	Tanah Campur Kopi	6,67	6,60	0,07	98,95%
8.	Tanah Daerah Tambak Boyo	6,66	6,55	0,11	98,34%
9.	Tanah Campur Baffer Ph	5,60	6,50	0,04	86,15%
10.	Tanah Campur Air Mineral	6,91	6,60	0,31	95,51%
11.	Tanah Desa Campur Tanah Sawa	6,98	6,80	0,18	97,42%
12.	Tanah Campur Air Teh	6,88	6,10	0,78	88,66%
Penyimpangan		6,54	6,33	0,26	95,49%
Toleransi error				4,51%	

**Rumus akurasi: nilai acuan / nilai eksperimen \* 100%**

**Rumus penyimpangan: nilai pH buatan – nilai pH reference**

**Rumus toleransi error: 100% - nilai rata rata akurasi**

Dari hasil kalibrasi alat pH tanah jika digambarkan pada grafik bisa dilihat pada grafik 4.3. Dari grafik tersebut dapat diperoleh keakurasian rata – rata 95,49%, dan untuk hasil nilai toleransi error sebesar 4,51%.



Gambar 4 Diagram Hasil Kalibrasi perbandingan dan Analisis Data

B. Kalibrasi alat ukur pH tanah pada tanaman kelapa sawit.

- Kalibrasi alat ukur pH tanah dengan kedalaman 20cm dan permukaan tanah dengan beberapa percobaan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 5 Kalibrasi Alat Ukur pH Tanah buatan

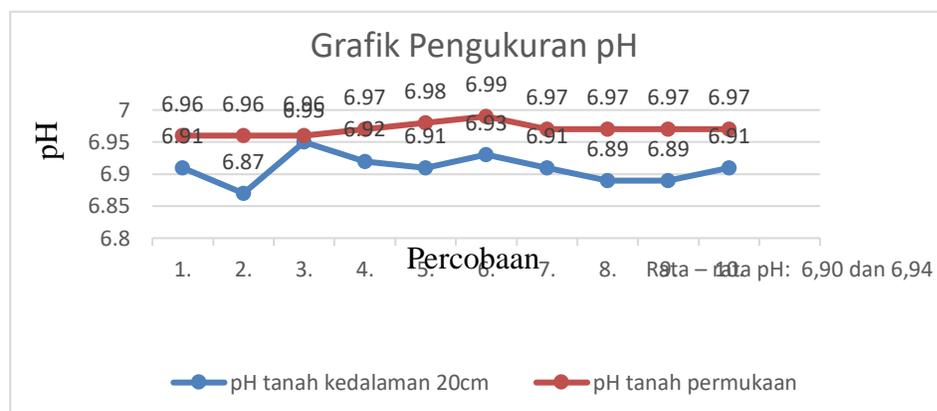
- Hasil kalibrasi alat dengan percobaan sebanyak 10 kali pada kedalaman 20 cm dan Dataran Tanah Pada Tanaman Kelapa Sawit dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Hasil Kalibrasi Pada Tanah Tanaman Kelapa Sawit

NO	tanah kedalaman 20cm	tanah permukaan
1.	6,91	6,96
2.	6,87	6,96
3.	6,95	6,96
4.	6,92	6,97
5.	6,91	6,98

6.	6,93	6,99
7.	6,91	6,97
8.	6,89	6,97
9.	6,89	6,97
10.	6,91	6,97
<b>Rata – rata pH:</b>		<b>6,90 dan 6,94</b>

Hasil kalibrasi sensor pH tanah jika digambarkan pada grafik dapat dilihat pada grafik 6. Dari grafik tersebut dapat diperoleh hasil rata - rata untuk pH tanah dataran 6,90 dan pH pada kedalaman 20 cm yaitu 6,94, angka pH yang didapat pada tanah yang ada di kebun kampus instiper mempunyai tingkat asam lemah, angka pH sudah memenuhi standar pH tanah tanaman kelapa sawit yaitu 4,5 – 7,5 dari penelitian yang sudah dilakukan jenis tanah ini mempunyai sifat yang keras yang mempengaruhi perkembangan akar tanaman kelapa sawit dan kurangnya pasokan air untuk area sekitaran tanaman kelapa sawit yang tidak bisa diserap oleh akar yang menyebabkan tanaman kelapa sawit tidak berbuah dan tidak tumbuh dengan baik.

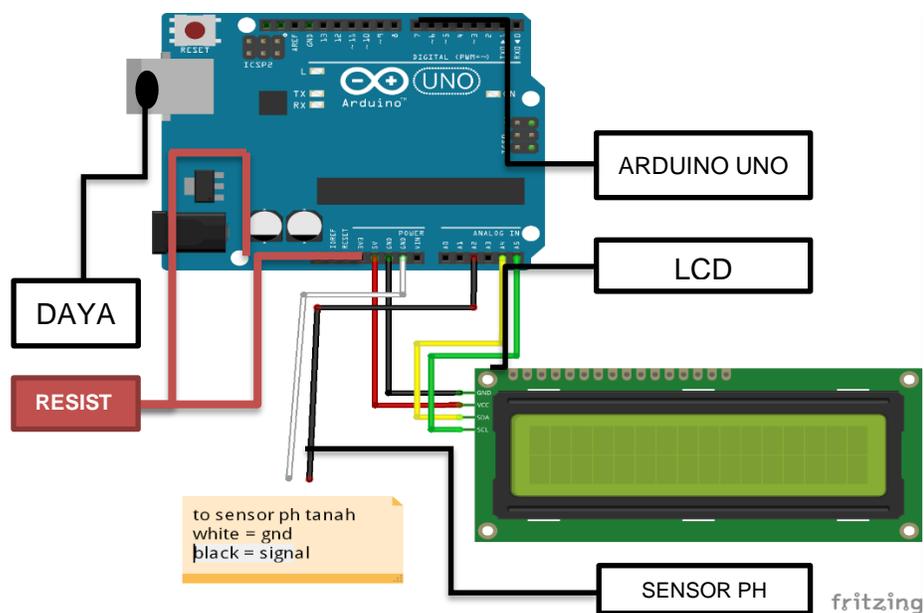


Gambar 6 Grafik hasil pengukuran pH tanah pada tanaman kelapa sawit

#### 4 Rangkaian Alat perangkat Keras Dan Perangkat Lunak

Setelah melakukan uji fungsional seluruh komponen alat yang digunakan, selanjutnya melakukan perakitan secara keseluruhan semua komponen sehingga menjadi satu kesatuan yang diharapkan mampu berfungsi sesuai yang diharapkan. Proses perakitan juga harus sesuai dengan coding pemrograman yang sudah di buat, agar pin yang digunakan sesuai dengan fungsinya dan tidak boleh ada satu kesalahan dalam penempatan pin yang digunakan. Adapun rangkain lengkap alat yang diperlihatkan pada gambar 4.7.

Hasil rangkaian alat ukur pH meter modul pH tanah berbasis arduino uno seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 7 Rangkaian alat ukur pH tanah.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil untuk merancang alat ukur pH tanah berbasis mikrokontroler Arduino uno untuk mengetahui nilai pH tanah pada tanaman kelapa sawit.
2. Telah berhasil dilakukan kalibrasi alat ukur pH rancangan dengan alat ukur pH *reference*, untuk hasil pH rata – rata alat ukur rancangan yaitu 6,54 sedangkan pH *reference* 6,33, hasil nilai pH pada masing masing alat yaitu rata – rata 0,26, dengan tingkat akurasi alat ukur pH rancangan yaitu 95,49%.
3. Hasil aplikasi alat ukur pH tanah pada tanaman kelapa sawit diperoleh hasil pH rata-rata untuk tanah permukaan, yaitu 6,94 sedangkan untuk hasil pH rata – rata tanah dengan kedalaman 20cm, yaitu 6,90, untuk toleransi error alat yaitu 4,51.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arfandi, A., & Supit, Y. (2019). Prototipe Sistem Otomatisasi Pada Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, 4(1), 91-99.
- Ihsanto, E., Rancang Bangun Sistem Pengukuran PH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Teknik Elektro*, 5, 2014, pp. 139-146.
- J. Martin, Kendali pH dan Kelembaban Tanah Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler, *Jurnal E-proceeding of Engineering*, 2, 2015, pp. 2236-2245.
- Jupri, A., Muid, A. and Muliadi, - (2017) 'Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P', *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 3(2), pp. 76–81.
- M. Eka dan R. Khasrisman, Perancangan Alat Peringatan Dini Bahaya Banjir dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3, *Citec Journal*, Vol. 1, No. 3, 2014, pp. 171-182.
- Meivaldi, R. (2018) 'Sistem Pengecekan pH Tanah Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe

Berbasis Android Dengan Algoritma Binary Search', Skripsi Program Studi S1 Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Nurlianisa, F. R. (2018). Kit Aquascape Berbasis Internet of Things Melalui Aplikasi Blynk dengan Arduino Uno Untuk Pemeliharaan *Lilaeopsis Brasiliensis*.

Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, E. Suryani. 2017. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Bogor.

Sadi, Sumardi. 2019. *Internet of Things (IoT) Pada Prototipe* Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 dan SIM800L. *Jurnal Teknik*, 7 (2).

Sutandi, A., B. Nugroho, B. Sejati. 2018. Hubungan Kedalaman Pirit dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). *J. Tanah Lingk.*, 13 (1) : 21- 24

W. A. Romi, L. W. Sri, Mardiono, Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Alat Baby Incubator Berbasis Internet Of Things, *Jurnal Teknologi*, Vol. 6, No. 1, 2018, pp. 52-70.

Yansen, J., Naga, D. S., & Susila, T. (2017). Sistem Keamanan Barang Berharga dengan Monitoring melalui Jaringan Seluler. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 15(1), 52-72.





