

# **RANCANG BANGUN SISTEM PEMBIBITAN KELAPA SAWIT BERBASIS MIKROKONTROLER**

**Firman<sup>1\*</sup>, Asrul<sup>2</sup>, Ashadi Amir<sup>3</sup>**

*<sup>1\*, 2, 3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*

*\*Email : [f7308591@gmail.com](mailto:f7308591@gmail.com)*

## **Abstrak:**

Masalah yang dihadapi oleh petani atau pekerja dalam melakukan penyiraman dan pemupukan rutin pada pembibitan kelapa sawit, diantaranya Luasnya area Pembibitan, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama jika bibit kelapa sawit disiram secara manual. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler dengan sistem sensor pH dan kelembaban tanah. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berdasarkan *Research and Development*. Hasil rancang bangun memperlihatkan bahwa pertumbuhan dari kedua bibit kelapa sawit berbeda, pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan perlakuan secara otomatis memiliki tinggi pohon 33 cm, besar batang 1 cm, dan helai daun 7 helai. Sedangkan bibit kelapa sawit yang diberikan perlakuan secara manual memiliki tinggi pohon 30 cm, besar batang 1 cm, dan helai daun 4 helai.

**Kata Kunci:** ; Kelapa sawit; Sistem pembibitan; Mikrokontroler; sensor

## **PENDAHULUAN**

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Sebagai penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, industri kelapa sawit telah menyediakan lapangan pekerjaan sebesar 16 juta tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung. (Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2021). Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis Jacq.*) adalah salah satu jenis tanaman dari famili *Arecaceae* yang menghasilkan minyak nabati yang dapat dimakan (*edible oil*). Saat ini, kelapa sawit sangat diminati untuk dikelola dan ditanam. Daya tarik penanaman kelapa sawit masih merupakan andalan sumber minyak nabati dan bahan agroindustri (Rosa dan Zaman, 2017)

Bibit kelapa sawit dapat tumbuh pada kelembaban optimum ideal sekitar 80-90%, Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah Podzolik, Latosol, Hidromorfik Kelabu, Alluvial atau Regosol, tanah gambut saprik, dataran pantai dan muara sungai. Tingkat keasaman (pH) yang optimum untuk sawit adalah 5-6. (Kiswanto dkk, 2008). Pembibitan tanaman kelapa sawit merupakan kegiatan menumbuhkan dan merawat kecambah hingga menjadi bibit yang siap untuk ditransplanting ke lapangan. Tujuan dari pembibitan tanaman kelapa sawit adalah untuk memastikan secara seksama bahwa bibit yang ditanam di lapangan adalah bibit yang sesuai dengan standar dan prosedur manajemen kebun. Selain itu diharapkan dapat menghasilkan bibit berkualitas tinggi yang harus tersedia pada saat penyiapan lahan tanam yang telah selesai.

Pembibitan dua tahap terdiri atas pembibitan pendahuluan (pre-nursery) dalam polybag kecil hingga bibit berumur 3 – 4 bulan baru dilanjutkan dalam pembibitan utama (main nursery) menggunakan polybag besar hingga bibit siap tanam. Sedangkan pembibitan satu tahap, kecambah langsung ditanam dalam kantong plastik besar hingga umur siap dipind ke lapang (Ma'ruf, 2018)

Mikrokontroler sebuah komputer kecil (*special purpose computers*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. (Suhaeb *et al.*, 2017). Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. (Zainal, Sanjaya dan Rahman, 2022). Mikrokontroler merupakan sebuah chip kecil yang menggabungkan unit pemrosesan, memori, dan antarmuka yang diperlukan untuk mengendalikan perangkat elektronik. Mereka memiliki kemampuan yang sangat serbaguna dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari otomotif hingga perangkat medis. Sistem mikrokontroler dapat dikonfigurasi dan diprogram untuk melakukan tugas tertentu, seperti mengontrol suhu, menggerakkan motor, atau memonitor dan mengirimkan data sensor (Ihsan *et al.*, 2023)

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat di ukur oleh sensor pH tanah memiliki *range* 3,5 hingga 15. Sensor ini bekerja dengan tegangan listrik 5 volt DC dan memiliki jangkauan pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. Sensor ini dapat langsung disambungkan ke pin analog mikrokontroler tanpa memakai modul penguat (Daniel *et al.*, 2022). Sensor pH berbentuk batang elektroda yang akan dihubungkan pada arduino, sensor ini sama dengan sensor pH yang digunakan pH meter tanah yang sudah dijual dipasaran. Rentang pengukuran pada sensor pH ini dari 2,5 sampai 9 skala pH, cara penggunaannya yaitu dengan menancapkan batang sensor ke tanah sampai kedalaman 15cm atau 20cm (Putra, 2020).

*Soil moisture* merupakan sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban di dalam tanah. Sensor kelembaban ini menggunakan YL-69 *soil moisture*, sensor yang sudah dilengkapi dengan potensiometer dan interface RS485, sehingga deteksi kelembaban lebih akurat (Daniel *et al.*, 2022). Sensor *soil moisture* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah. Sensor ini bekerja pada rentang pengukuran 0-100% dengan akurasi sebesar  $\pm 5\%$  Relatif *Humidity* (RH). (Wardah *et al.*, 2019).

Berdasarkan literatur atau referensi diatas maka penelitian ini berfokus pada pembuatan rancang bangun sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development. Sistem perancangan pembibitan kelapa sawit, penyiraman dan pemupukan berdasarkan pH dan kelembaban tanah. Yang dilakukan di lokasi pembibitan kelapa sawit di sulawesi barat mamuju. waktu pelaksanaan penelitian selama 1 bulan pada tahun 2023. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu *hardware* dan *software*.

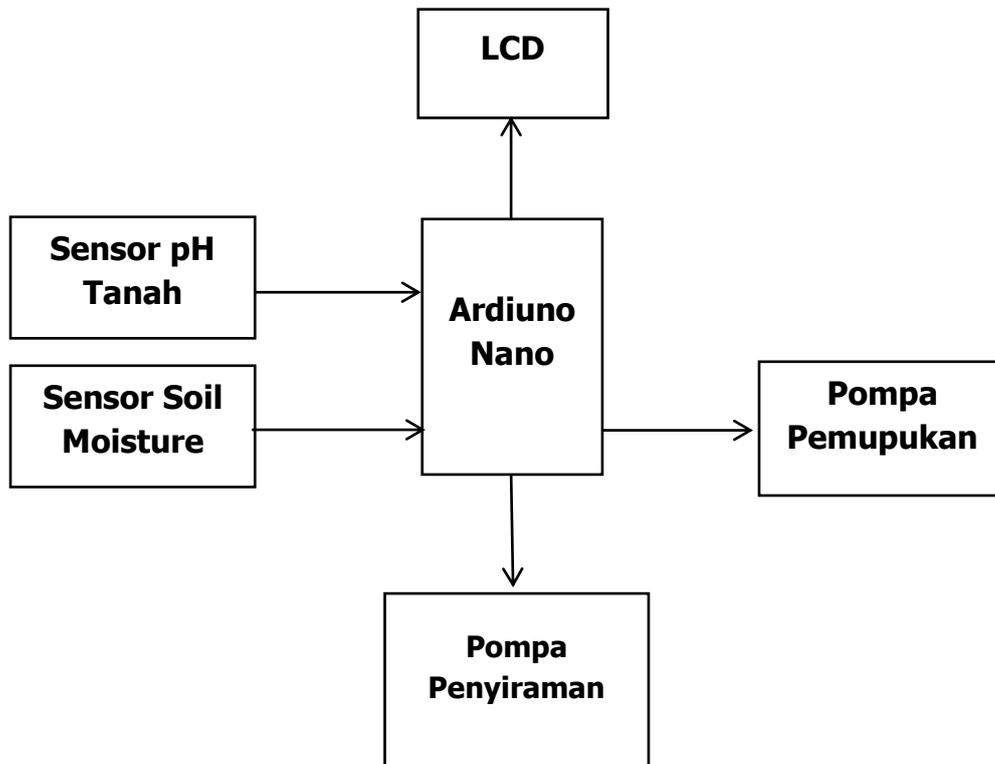
### 1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika, yaitu arduino nano, sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah, pompa air, modul relay dan LCD.

### 2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah aplikasi arduino IDE yang berfungsi untuk memprogram arduino uno dan arduino nano.

## Perancangan Sistem



**Gambar 1.** Blok Diagram

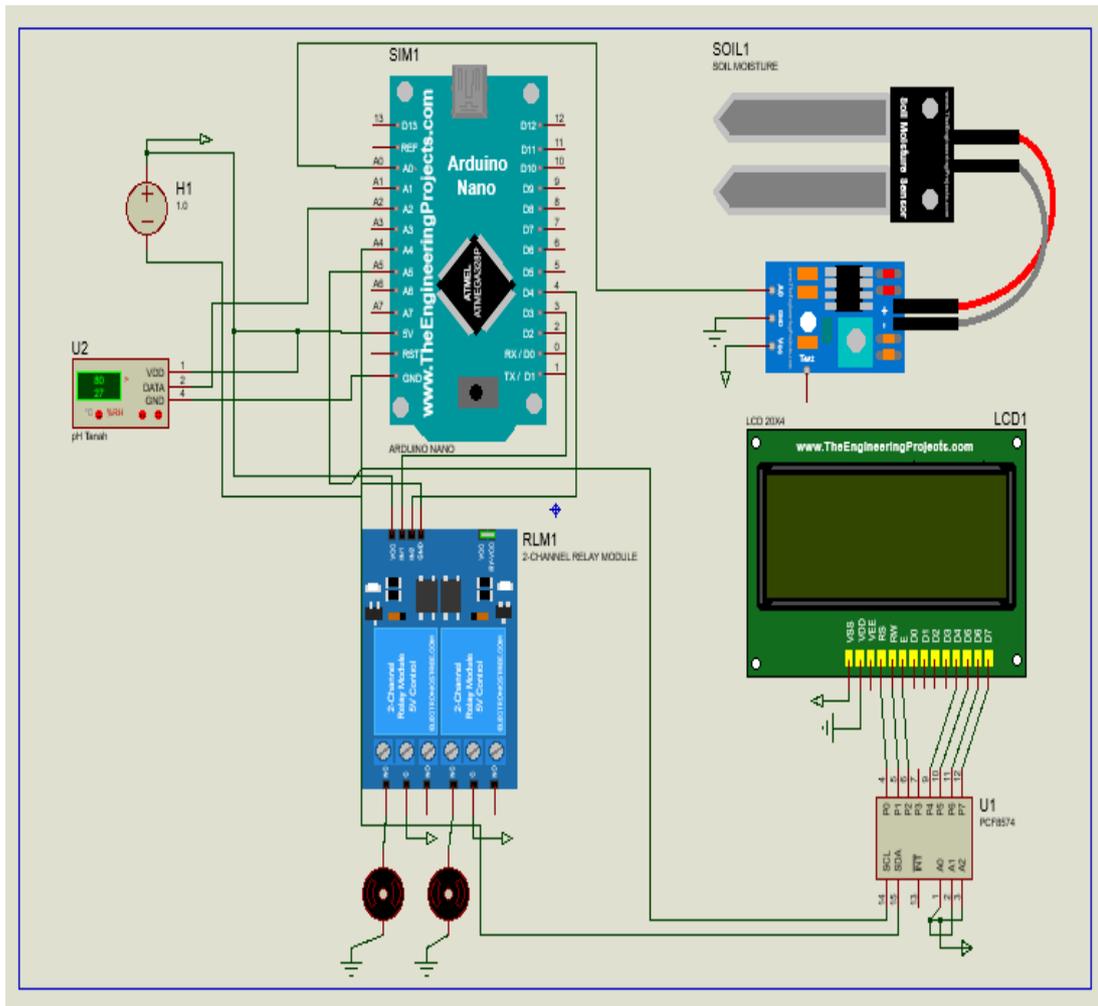
Pada blok diagram di atas menjelaskan Sensor *soil moisture* mengukur kelembaban tanah, Sensor pH mengukur pH tanah yang tepat untuk kelapa sawit dengan nilai pH 5.6. Arduino nano memproses data dari sensor pH dan kelembaban tanah mengirimkan ke pompa, pompa menyemprotkan air dan pupuk langsung ke bibit kelapa sawit, layar LCD digital menampilkan nilai yang didapat dari pH dan kelembaban tanah bibit kelapa sawit.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada proses perancangan hardware, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang digunakan ada beberapa yaitu arduino berfungsi untuk membaca sensor pH dan kelembaban tanah, dan pompa berfungsi untuk menyiram secara otomatis ketika nilai pH dan kelembaban tanah

kurang dari nilai yang sudah ditentukan, kemudian nilai yang didapat dari pH dan kelembapan tanah akan diperlihatkan melalui LCD 20x4.



**Gambar 2.** Rangkaian Keseluruhan

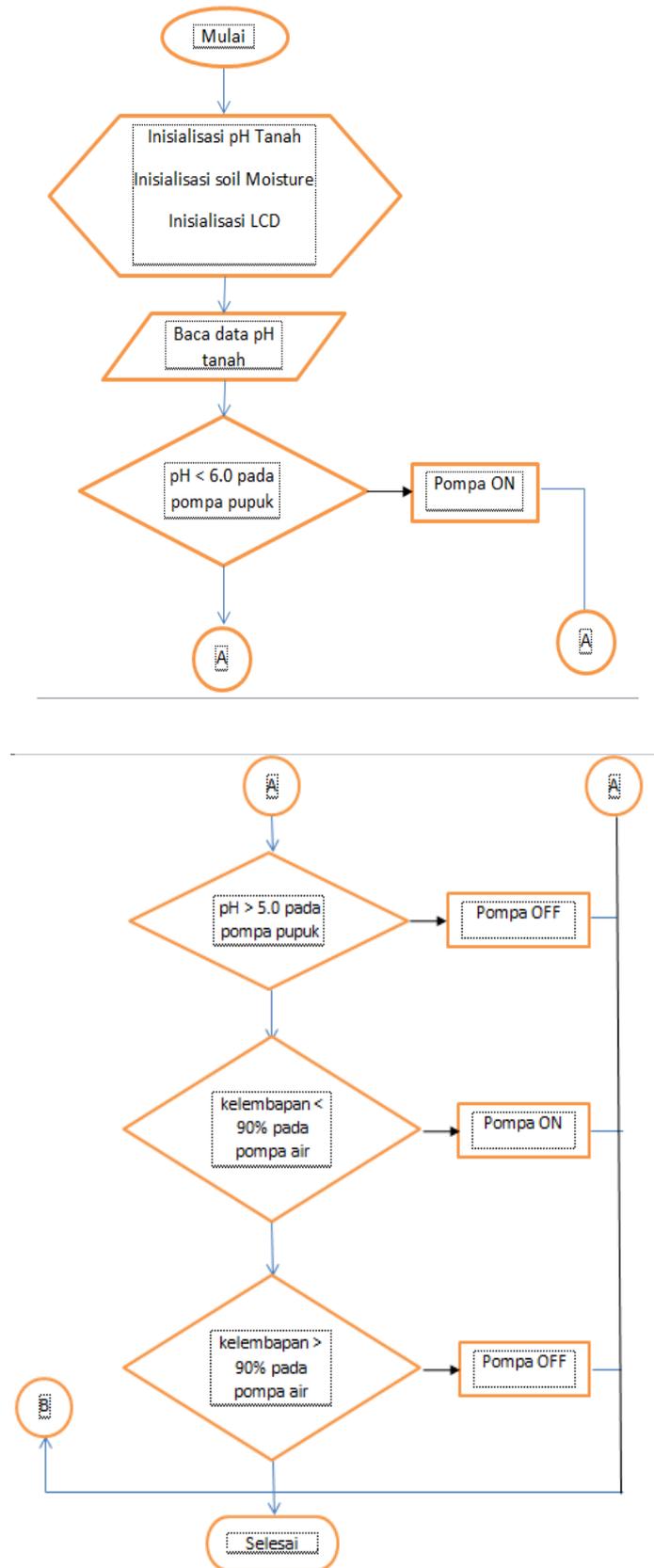
Prinsip kerja pada rangkaian diatas dimana terdapat 2 buah sensor berbeda yang tertancap pada polibek bibit kelapa sawit yaitu sensor pH dan kelembapan tanah. Dimana dari sensor pH tanah berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman tanah, ketika keasaman tanah bibit kelapa sawit kurang dari angka yang sudah ditentukan maka water pump akan memompa cairan pupuk untuk menyiram tanaman bibit kelapa sawit. Maka relay akan berfungsi untuk ON dan delay *water pump* agar penyiraman yang diberikan terjeda. Begitupun juga dengan sensor soil moisture berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan bibit kelapa sawit, ketika nilai kelembapan bibit kelapa sawit kurang dari angka yang sudah ditentukan maka *water pupm* akan menyala lalu memompa air unuk menyiram tanaman bibit kelapa sawit. Ketika nilai bibit kelapa sawit sudah mencapai dari nilai yang sudah ditentukan baik itu pH maupun kelembapan tanah, maka water pupm akan OFF dengan sendirinya.



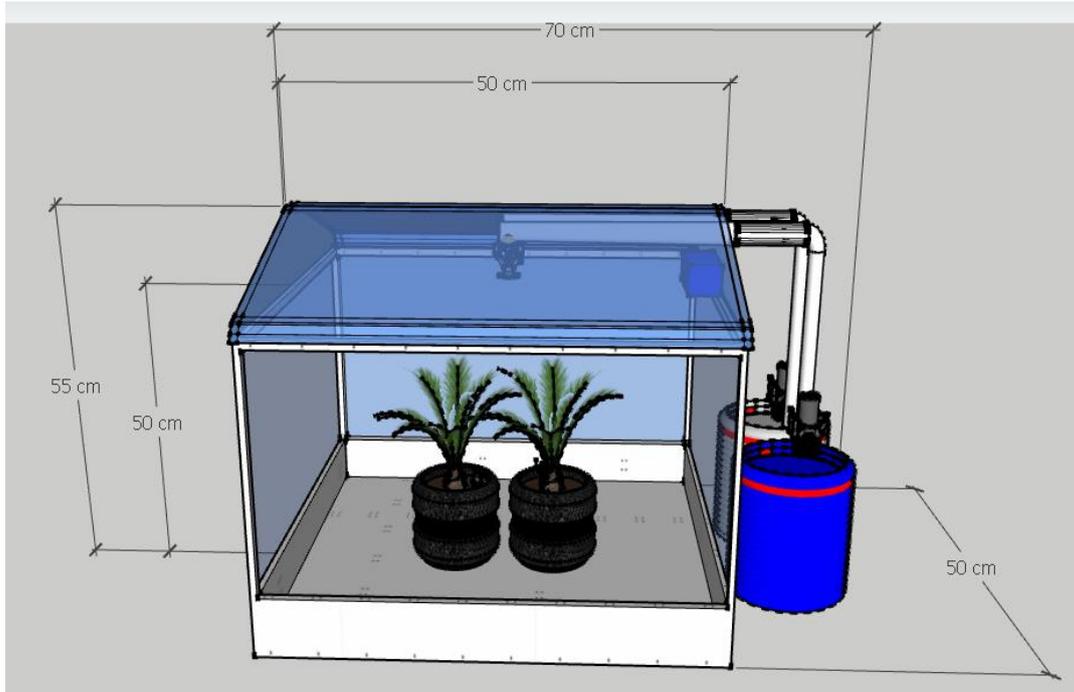
**Gambar 2.** Hasil Perakitan Keseluruhan Alat

### **3.2 Perancangan perangkat lunak (*Software*)**

Alat ini menggunakan *Arduino nano* yang mengontrol, bagian perangkat lunak ini adalah bagian-bagian pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler yaitu berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.



Gambar 3. Flowchart Program Sistem Rangkaian



**Gambar 4.** Tiga Dimensi Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler

#### **4. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui berfungsi tidaknya alat. Adapun prosedur pengujian sensor pH, sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) pengujian kalibrasi sensor Ph dan pengujian keseluruhan penelitian.

##### **4.1 Pengujian Sensor pH Tanah**

Sensor pH tanah merupakan sensor yang mengukur tingkat keasaman dan alkali tanah yang hasilnya diperlihatkan pada tabel 1 di bawah. Sensor tanah ini mengukur pH dari 3,5 hingga 8. Sensor dapat dihubungkan langsung ke pin analog Arduino atau pin analog mikrokontroler lainnya tanpa memerlukan modul amplifier tambahan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dengan takaran cairan pupuk pH tanah sebanyak 0 – 100 ml, dengan dilakukan pengukuran tegangan sebanyak 5 kali. Dimana dari 1 takaran pupuk cair dengan 5 kali percobaan pengukuran tegangan yang dilakukan. Dari ke 5 percobaan pengukuran tersebut nilai yang didapat berbeda antara ke 5 percobaan tersebut dan begitupula dengan 10 kali pengujian yang dilakukan dalam metode yang sama.

**Tabel 1.** Hasil pengujian sensor pH Tanah

Takaran	Tegangan				
	1	2	3	4	5
0 ml	0,020	0,035	0,021	0,020	0,035
10 ml	0,364	0,285	0,228	0,325	0,331
20 ml	0,370	0,293	0,330	0,343	0,343
30 ml	0,372	0,296	0,372	0,375	0,370
40 ml	0,375	0,300	0,380	0,380	0,379
50 ml	0,368	0,335	0,381	0,388	0,380
60 ml	0,390	0,390	0,385	0,400	0,390
70 ml	0,452	0,420	0,390	0,420	0,420
80 ml	0,474	0,500	0,420	0,445	0,470
90 ml	0,488	0,527	0,480	0,470	0,582
100 ml	0,511	0,572	0,492	0,492	0,502

#### 4.2 Pengujian sensor kelembaban tanah (*soil moisture*)

Sensor *soil moisture* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah yang hasilnya diperlihatkan pada tabel di bawah. Sensor ini sangat sederhana, ideal untuk memantau tingkat air pada tanaman baik di pekarangan maupun di pot tanaman. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dengan takaran volume air yang berbeda, untuk kelembaban sebanyak 0 – 1000 ml, dengan dilakukan pengukuran tegangan sebanyak 5 kali. Dimana dari 1 takaran volume air dengan 5 kali percobaan pengukuran tegangan yang dilakukan, dari ke 5 percobaan pengukuran tersebut nilai yang berbeda antara ke 5 percobaan tersebut dan begitupula dengan 10 kali pengujian yang dilakukan dalam metode yang sama.

**Tabel 2.** Hasil pengujian sensor kelembaban tanah (soil)

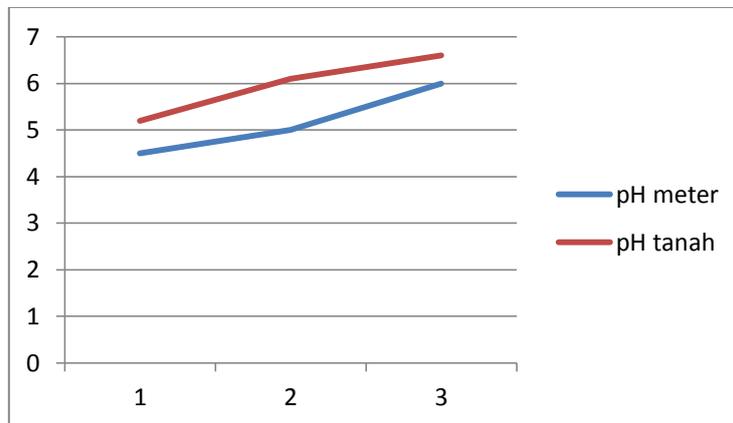
Volume Air	Tegangan				
	1	2	3	4	5
0 ml	0	0	0	0	0
100 ml	0,021	0,025	0,020	0,025	0,020
200 ml	0,012	0,015	0,017	0,015	0,010
300 ml	0,004	-0,005	-0,004	-0,005	-0,005
400 ml	-0,005	-0,009	-0,009	-0,009	-0,015
500 ml	-0,013	-0,014	-0,013	-0,015	-0,018
600 ml	-0,018	-0,023	-0,020	-0,025	-0,020
700 ml	-0,021	-0,028	-0,025	-0,031	-0,028
800 ml	-0,029	-0,030	-0,030	-0,035	-0,030
900 ml	-0,036	-0,035	-0,036	-0,046	-0,037
1000 ml	-0,043	-0,047	-0,042	-0,052	-0,045

### 4.3 Pengujian Kalibrasi Sensor Ph Tanah

Alat ukur yang digunakan sebagai acuan ketika kalibrasi sensor pH tanah adalah pH meter digital. Pengujian dilakukan dengan menggunakan wadah pot ukuran luas 18cm dan tinggi 15cm dengan didalamnya terdapat tanah yang berasal dari lokasi peneliti untuk diuji seberapa tingkat keasaman tanah tersebut. Hasil dari pengujian kalibrasi pH diperlihatkan pada tabel 3 dan gambar 5 di bawah.

**Tabel 3.** Kalibrasi pH Tanah

pH meter	pH tanah	error
4,5	5,2	0,35
5	6,1	0,55
6	6,6	0,3
<b>Rata-rata</b>		<b>0,4</b>



**Gambar 5.** Diagram kalibrasi pH tanah



**Gambar 6.** Pengukuran Kalibrasi pH Tanah

Saat pengujian kalibrasi sensor pH tanah, bandingkan nilai sensor pH tanah dan pH meter. Nilai error rata-ratanya adalah 0,4. Nilai acuan skala pH adalah 4,5, 5 dan 6. Pengukur pH menunjukkan angka 4,5 dan probe pH menunjukkan angka 5,2. Pengukur pH menunjukkan angka 5 dan probe pH menunjukkan angka 6,1. Pengukur pH menunjukkan angka 6 dan probe pH menunjukkan angka 6.6.

#### 4.4 Hasil Pengujian

Pengujian ini menggunakan dua sampel bibit kelapa sawit yang diperlihatkan pada gambar 7 dan 8. Di mana satu bibit perlakuan secara otomatis dan yang satu perlakuan secara manual, dimana bibit perlakuan secara manual digunakan sebagai pembandingan pertumbuhan bibit kelapa sawit perlakuan secara otomatis.



**Gambar 7.** Bibit Perlakuan Manual



**Gambar 8.** Bibit Perlakuan Otomatis

**Tabel 4.** Hasil pengujian perangkat

Hari	pH tanah	kelembaban tanah
Senin	6.6	100%
Selasa	6.4	100%
Rabu	6.3	90%
Kamis	6.2	90%
Jumat	5	80%
Sabtu	7	100%
Minggu	6.3	100%

Pada tabel 4 diatas diperlihatkan hasil dari pengujian perangkat yang telah dilakukan pengambilan data di minggu pertama selama tujuh hari. Pada hari senin nilai pH 6.6. dan kelembaban tanah menunjukkan nilai sebesar 100%. Pada hari selasa nilai pH 6.4 dan kelembaban tanah menunjukkan nilai sebesar 100%. Hari rabu sensor pH 6.3 dan kelembaban bernilai 90%. Hari kamis nilai pH 5.2 dan kelembaban bernilai 90%. Hari jumat nilai pH 5 dan kelembaban tanah bernilai 80%. Dimana ketika mencapai nilai ini maka alat akan menyemprotkan pupuk dan air secara otomatis. Hari sabtu nilai pH 7 dan kelembaban 100%. Pada hari minggu nilai pH 6.3 dan nilai kelembaban 100%.

**Tabel 5.** Hasil pengujian perangkat

Hari	pH Tanah	Soil Moisture
Senin	6.3	90%
Selasa	6.1	90%
Rabu	5	80%
Kamis	7	100%
Jumat	6.6	100%
Sabtu	6,5	100%
Minggu	6	90%

Pada tabel 5 diatas diperlihatkan hasil dari pengujian perangkat yang telah dilakukan pengambilan data di minggu kedua selama tujuh hari. Pada hari senin nilai pH 6.3 dan kelembaban tanah menunjukkan nilai 90%. Pada hari selasa nilai pH 6.1 dan kelembaban tanah menunjukkan nilai 90%. Hari rabu sensor pH 5 dan kelembaban tanah bernilai 80% dimana ketika mencapai nilai ini maka alat akan menyemprot pupuk dan air secara otomatis. Hari kamis nilai pH 7 dan kelembaban tanah bernilai 100%. Hari jumat dimana nilai pH 6.6 dan kelembaban tanah bernilai 100%. Hari sabtu nilai pH 6.5 dan kelembaban tanah 100%. Dan pada hari minggu nilai pH 6 dan nilai kelembaban tanah 90%.

## **5. KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ketika pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler mendeteksi pH dan kelembaban tanah bibit kelapa sawit lebih rendah dari pH dan kelembaban tanah yang sudah ditentukan, maka secara otomatis alat akan menyala dan menyemprotkan cairan pupuk maupun air ke bibit kelapa sawit. Dalam penelitian terdapat dua sampel bibit kelapa sawit yang akan diberi perlakuan berbeda, dimana satu sampel bibit kelapa sawit dikontrol secara otomatis dan sampel lainnya dikontrol secara manual. Hasil percobaan sistem pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler. Pertumbuhan kedua varietas kelapa sawit tersebut berbeda. Bibit kelapa sawit yang dikontrol secara otomatis memiliki tinggi 33 cm, diameter batang 1 cm, dan 7 helai daun. Kelapa sawit dikontrol secara manual memiliki tinggi 30 cm, diameter batang 1 cm, dan 4 helai daun.

## DAFTAR PUSTAKA

Daniel, R. *et al.* (2022) "Rancangan Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatis pada Tanaman Tomat dan Cabai," *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(4), hal. 161–170.

Firman. (2024). Rancang Bangun Sistem Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroler. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Parepare.

Ihsan, I. *et al.* (2023) "Perancangan Infrastruktur Dan Implementasi Web Server Untuk Website Sekolah Sebagai Media Informasi Dan Komunikasi Di Smp Pjhi Balikpapan," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(1), hal. 66–72. doi: 10.32487/jtt.v11i1.1598.

Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia (2021) "Industri Kelapa Sawit Indonesia: Menjaga Keseimbangan Aspek Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan - Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia," *Ekon.Go.Id.*

Kiswanto, Purwanta, J. H. dan Wijayanto, B. (2008) "Teknologi Budidaya Kelapa Sawit. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.," *Bogor*, hal. 140.

Ma'ruf, A. (2018) "Pengelolaan Kelapa Sawit 2: Pembibitan dan Penanaman," *Program Studi Agroteknologi Universitas Asahan*, (June), hal. 1–93. Tersedia pada: file:///C:/Users/user/Downloads/PengelolaanKelapaSawit2.pdf.

Putra, C. A. (2020) "RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR pH DAN SUHU TANAH BERBASIS ARDUINO," *Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*, 44, hal. 44.

Rosa, R. N. dan Zaman, S. (2017) "Pengelolaan Pembibitan Tanaman Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq.) Di Kebun Bangun Bandar, Sumatera Utara," *Buletin Agrohorti*, 5(3), hal. 325–333. doi: 10.29244/agrob.v5i3.16470.

Suhaeb, S. *et al.* (2017) "Mikrokontroler dan Interface," *Buku Ajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNM*, hal. 2–3.

Wardah, R. Z. *et al.* (2019) "Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman Kembali Secara Telemonitoring," *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, hal. 488–493. Tersedia pada: <https://jartel.polinema.ac.id/index.php/jartel/article/view/155%0Ahttps://jartel.polinema.ac.id/index.php/jartel/article/download/155/55>.

Zainal, M., Sanjaya, H. dan Rahman, A. (2022) "Alat Pengambil Sampah pada Aliran Air Sungai dengan Sistem Informasi Keadaan Volume Sampah Melalui SMS," *Jurnal Mosfet*, 2(1), hal. 11–14. doi: 10.31850/jmosfet.v2i1.1532.