

# Sistem Kendali Penyiraman dan Pemupukan pada Pembibitan Kelapa Sawit berbasis Mikrokontroler

Ashadi Amir<sup>1</sup>, Asru<sup>2</sup>, Firman<sup>3</sup>, Alauddin Y<sup>4</sup>, A. Irmayani Pawelloi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare

Correspondent Author : ashadiamir09@gmail.com

**Abstract** — Palm oil is one of the plantation commodities that has a strategic role in Indonesia's economic development. As an effort to maintain the quality of oil palm production, the seedling process needs attention. The availability of water and nutrients in the planting medium is one of the factors that can support the growth of oil palm seedlings. So that the watering and fertilization process has an important role in the seedling process. Watering and fertilization are still done manually, making it less efficient and effective in the seedling process. In this study, a system was designed that can automatically control watering and fertilization in the oil palm seedling process. The designed system consists of a soil pH sensor, a soil moisture sensor and a pump integrated with a microcontroller device. The system consists of two main parts, namely the soil parameter measurement system and the watering and fertilization control system. The initial test was carried out by validating the sensor reading data used. The next test was carried out to test the watering and fertilization control system on oil palm seedlings based on the pH and soil moisture parameters that have been determined. The test results show that the water pump will work to perform watering when the soil moisture value drops to 80% and the system will perform fertilization when the soil pH value read by the sensor is less than 5.

**Keyword** — oil palm seeds, microcontroller, soil moisture sensors, soil pH sensors.

**Abstrak** — Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Sebagai upaya untuk menjaga kualitas produksi kelapa sawit, proses pembibitan perlu mendapatkan perhatian. Ketersediaan air dan unsur hara pada media tanam merupakan salah satu faktor yang dapat menunjang pertumbuhan bibit kelapa sawit. Sehingga proses penyiraman dan pemupukan memiliki peran penting dalam proses pembibitan. Penyiraman dan pemupukan masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan efektif dalam proses pembibitan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang dapat melakukan kendali penyiraman dan pemupukan secara otomatis pada proses pembibitan kelapa sawit. Sistem yang dirancang terdiri dari sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah dan pompa yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu sistem pengukuran parameter tanah dan sistem kendali penyiraman dan pemupukan. Pengujian awal dilakukan dengan melakukan validasi data pembacaan sensor yang digunakan. Pengujian selanjutnya dilakukan untuk menguji sistem kendali penyiraman dan pemupukan pada bibit kelapa sawit berdasarkan parameter pH dan kelembaban tanah yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pompa air akan bekerja untuk melakukan penyiraman saat nilai kelembaban tanah turun menjadi 80% dan sistem akan melakukan pemupukan saat nilai pH tanah yang terbaca oleh sensor kurang dari 5.

**Kata kunci** — bibit kelapa sawit, mikrokontroler, sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah

## I. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit memegang peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Peningkatan kualitas bibit tanaman sangat diperlukan untuk memenuhi permintaan pasar yang terus mengalami peningkatan. Penyiraman dan pemupukan memiliki peranan yang penting dalam proses pembibitan kelapa sawit [1]. Karena ketersediaan air dan unsur hara pada media tanam merupakan salah satu faktor yang dapat menunjang pertumbuhan bibit kelapa sawit [2].

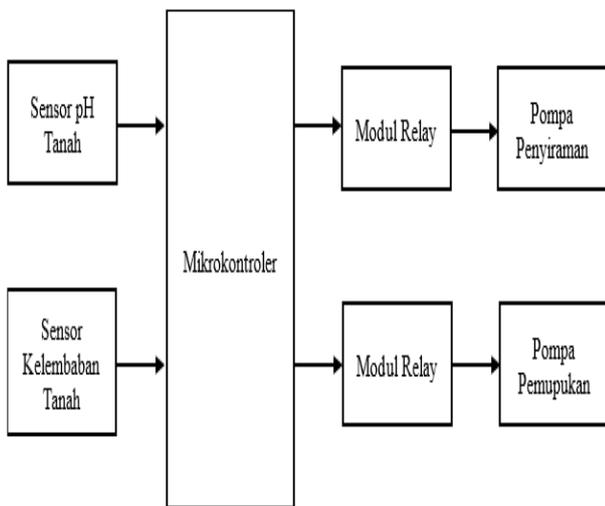
Penyiraman merupakan salah satu hal penting yang dilakukan pada pembibitan kelapa sawit. Kegiatan penyiraman dapat mencukupi kebutuhan air bagi tanaman serta dapat mendukung pertumbuhan tanaman [3]. Air diperlukan oleh tanaman sebagai pelarut unsur hara, media transport, menjaga suhu pada tanaman dan bahan baku fotosintesis [4]. Kebutuhan air bagi tanaman kelapa sawit tergantung dari tahapan pertumbuhannya. Pemupukan dilakukan dengan pemberian nutrisi hara tanaman. Hal ini dapat memperbaiki sifat tanah, baik sifat fisik, kimia dan biologi tanah., Pemberian pupuk organik yang optimal dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga dapat memperbaiki kesuburan tanah [5].

Proses penyiraman dan pemupukan yang dilakukan oleh petani belum teratur dan terkontrol dengan baik karena masih dilakukan secara manual. Pemupukan yang dilakukan secara terjadwal kurang efisien dan efektif karena tidak memperhatikan kebutuhan air dan unsur hara pada tanah yang menjadi media tanam bibit kelapa sawit. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya kualitas dari bibit kelapa sawit yang dihasilkan [6].

Implementasi teknologi merupakan salah satu solusi yang dapat dikembangkan pada pembibitan kelapa sawit untuk menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Sistem yang akan dirancang mengintegrasikan sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah dan pompa air dengan perangkat Mikrokontroler. Pompa akan melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor.

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem kendali penyiraman dan pemupukan pada pembibitan kelapa sawit dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terintegrasi dengan perangkat Mikrokontroler. Parameter yang dijadikan acuan dalam proses penyiraman dan pemupukan secara otomatis adalah kelembaban tanah dan pH tanah. Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahapan utama yaitu perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak dan pengujian sistem. Pada perancangan perangkat keras, alat dan komponen yang digunakan terdiri dari sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah, perangkat mikrokontroler, pompa air dan modul relay. Perancangan perangkat lunak untuk perangkat Mikrokontroler dilakukan melalui kode program menggunakan Arduino IDE untuk memberikan instruksi kepada sistem elektronika yang telah dirancang. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Pengujian awal dilakukan dengan melakukan validasi data pembacaan sensor yang digunakan. Pengujian selanjutnya dilakukan untuk menguji sistem kendali penyiraman dan pemupukan pada bibit kelapa sawit berdasarkan parameter pH dan kelembaban tanah yang telah ditentukan



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Kendali Penyiraman dan Pemupukan

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan merupakan perancangan sistem kendali penyiraman dan pemupukan pada pembibitan kelapa sawit berbasis mikrokontroler. Prototipe yang telah dirancang akan menjadi acuan dalam pengembangan sistem cerdas pada perkebunan kelapa sawit. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu sistem pengukuran parameter tanah dan

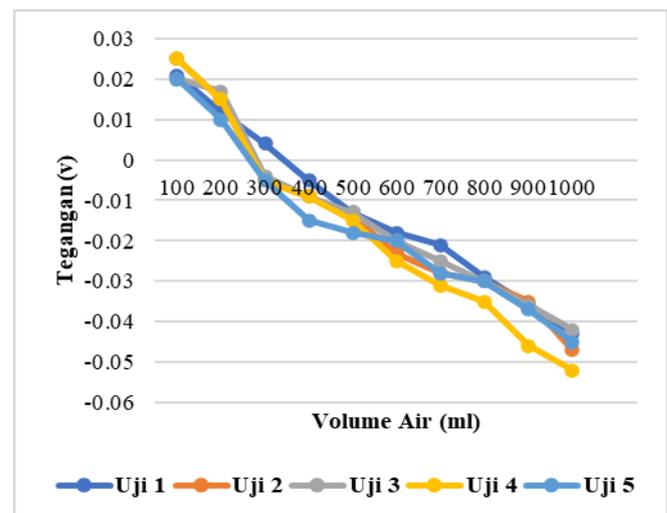
sistem kendali penyiraman dan pemupukan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari dua tahapan yaitu validasi pembacaan sensor kelembaban tanah dan pH tanah dan pengujian sistem kendali pemupukan dan penyiraman.

### A. PENGUJIAN SENSOR

Pada perancangan sistem kendali penyiraman dan pemupukan pada pembibitan kelapa sawit terdapat dua jenis sensor yang digunakan yaitu sensor pH tanah dan sensor kelembaban tanah. Tahapan awal pengujian dilakukan melalui pengujian sensor kelembaban tanah dengan memberikan perlakuan penyiraman pada tanah dengan berbagai variasi volume air. Pengujian setiap volume dilakukan sebanyak 5 kali untuk mengamati tingkat akurasi dari hasil pengukuran tegangan output yang dihasilkan oleh sensor. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1  
HASIL PENGUJIAN OUTPUT TEGANGAN SENSOR  
KELEMBABAN TANAH

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



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Output Tegangan Sensor Kelembaban Tanah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai output tegangan yang dihasilkan pada volume penyiraman yang sama memiliki selisih yang sangat rendah. Semakin banyak volume air yang digunakan dalam penyiraman maka nilai tegangan output yang dihasilkan oleh sensor semakin rendah dan memiliki pola yang sama pada 5 pengujian yang telah dilakukan.

Pengujian sensor kelembaban tanah dilanjutkan dengan melakukan konversi nilai tegangan menjadi nilai soil moisture dalam bentuk persentase. Sensor kelembaban tanah merupakan alat yang terbuat dari material logam. Dalam melakukan proses pengukuran kelembaban tanah, probe sensor dimasukkan ke dalam tanah. Bila kadar air (kelembaban) tanah berubah maka akan terjadi perubahan nilai kapasitansi. Perubahan nilai kapasitansi (impedansi) ini akan mengubah besarnya frekuensi gelombang keluaran generator sinyal yang selanjutnya akan diproses untuk mengetahui persentase kelembaban di dalam tanah [7]. Pengujian ini dilakukan dengan penyiraman pada tanah dengan berbagai variasi volume air yang berbeda. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2  
HASIL PENGUJIAN SENSOR KELEMBABAN TANAH

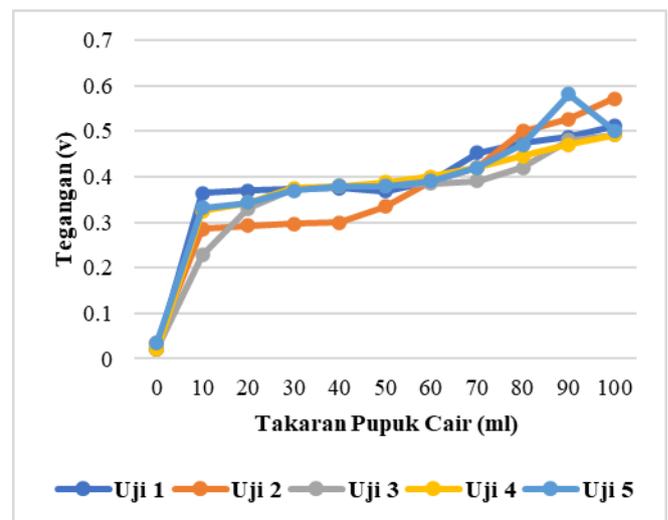
Volume Air (ml)	Nilai Soil Moisture (%)
20	39
30	57
50	78
70	92
80	97
90	100
100	100

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar volume air yang digunakan pada proses penyiraman tanaman maka nilai persentase kelembaban tanah (soil moisture) akan semakin meningkat. Volume air yang dibutuhkan dalam penyiraman setiap bibit kelapa sawit untuk mencapai nilai kelembaban tanah maksimal adalah 90 ml.

Tahapan kedua pengujian dilakukan dengan menguji sensor pH tanah. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan pemberian pupuk cair pada tanaman. Pengujian dilakukan dengan pemupukan dengan takaran pupuk cair yang terus meningkat secara linier. Pengujian setiap takaran dilakukan sebanyak 5 kali untuk mengamati tingkat akurasi dari hasil pengukuran tegangan output yang dihasilkan oleh sensor. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3  
HASIL PENGUJIAN OUTPUT TEGANGAN SENSOR pH TANAH

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



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Output Tegangan Sensor pH Tanah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar takaran pupuk cair yang diberikan dalam proses pemupukan maka nilai output tegangan yang dihasilkan pada sensor pH tanah semakin tinggi. Hasil pengujian menunjukkan pola yang sama pada 5 pengujian yang telah dilakukan.

Pengujian sensor pH tanah dengan melakukan konversi nilai tegangan menjadi nilai pH. Pengujian ini dilakukan dengan pemupukan pada tanah dengan berbagai variasi takaran pupuk cair yang berbeda. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4  
HASIL PENGUJIAN SENSOR pH TANAH

Takaran Pupuk Cair (ml)	Nilai pH Tanah
20	4,2
30	5,4
50	6,1
70	6,6
80	6,8
90	7
100	7,6

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar takaran pupuk cair yang digunakan pada proses pemupukan tanaman maka nilai pH tanah akan semakin meningkat. Takaran pupuk cair yang dibutuhkan dalam pemupukan setiap bibit kelapa sawit untuk menghasilkan pH tanah sebesar 7 adalah 90 ml.

#### B. PENGUJIAN SISTEM PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN



Gambar 5. Prototipe Sistem Penyiraman dan Pemupukan pada Pembibitan Kelapa Sawit

Pengujian prototipe yang telah dirancang dilakukan dengan menguji proses penyiraman dan pemupukan secara otomatis pada pembibitan kelapa sawit berdasarkan hasil pembacaan sensor kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. Proses penyiraman secara otomatis pada proses pembibitan dilakukan ketika sensor kelembaban tanah membaca nilai soil moisture minimum yang telah

diintegrasikan melalui kode program ke Mikrokontroler. Modul relay akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman pada bibit tanaman, proses penyiraman selesai ketika nilai kelembaban tanah telah mencapai 100%. Proses pemupukan secara otomatis dilakukan pembacaan sensor pH tanah berada pada nilai minimum yang telah ditentukan. Modul relay akan mengaktifkan pompa untuk melakukan pemupukan pada bibit tanaman, proses pemupukan selesai ketika nilai pH tanah telah mencapai 7. Pengujian sistem penyiraman dan pemupukan pada pembibitan kelapa sawit dilakukan selama 2 pekan dengan mengamati nilai kelembaban tanah, pH tanah dan kondisi pompa penyiraman dan pemupukan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6

TABEL 5  
HASIL PENGUJIAN PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN PEKAN 1

Hari	pH Tanah	Soil Moisture	Penyiraman	Pemupukan
Senin	6.6	100%	-	-
Selasa	6.4	100%	-	-
Rabu	6.3	90%	-	-
Kamis	5.2	90%	-	-
Jumat	5	80%	√	√
Sabtu	7	100%	-	-
Minggu	6.3	100%	-	-

TABEL 6  
HASIL PENGUJIAN PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN PEKAN 2

Hari	pH Tanah	Soil Moisture	Penyiraman	Pemupukan
Senin	6	90%	-	-
Selasa	5.3	90%	-	-
Rabu	5	80%	√	√
Kamis	7	100%	-	-
Jumat	6.6	100%	-	-
Sabtu	6,5	100%	-	-
Minggu	6	90%	-	-

Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses penyiraman dilakukan sekali dalam tiap pekan. Proses penyiraman pada pekan pertama dilakukan pada Hari Jum'at saat nilai Soil Moisture terbaca 80% sedangkan proses pemupukan juga

#### IV. KESIMPULAN

Sistem penyiraman dan pemupukan pada pembibitan tanaman kelapa sawit yang telah dirancang terdiri dari

sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah dan pompa yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler. Sensor yang digunakan dalam pengembangan prototipe telah melalui proses kalibrasi dan validasi di Laboratorium. Hasil pengujian sensor kelembaban tanah menunjukkan bahwa semakin besar volume air yang diberikan maka nilai tegangan output akan mengalami penurunan dan nilai soil moisture semakin meningkat. Pada pengujian sensor pH tanah, nilai tegangan output dan pH tanah memiliki pola yang sama yaitu semakin meningkat ketika takaran pupuk cair yang diberikan pada tanaman semakin besar. Pengujian kinerja sistem kendali penyiraman dan pemupukan menunjukkan bahwa pompa air akan bekerja untuk melakukan penyiraman saat nilai kelembaban tanah turun menjadi 80% dan sistem akan melakukan pemupukan saat nilai pH tanah yang terbaca oleh sensor kurang dari 5.

#### DAFTAR ACUAN

- [1] L. R. Darusman, "Pemanfaatan Fitur Bot Telegram Sebagai Pengendali Pada Sistem Penyiraman dan Pemupukan Bibit Kelapa Sawit," *Jurnal Ampere.*, vol. 8, no. 2, pp. 178-185, 2023.
- [2] Prasetyo, B. W. Simanihuruk, dan Z. M. Geofanny, "Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tahap Main Nursery [ada Berbagai Campuran Media Tanam]," *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir*, vol. 1, no. 1, pp. 214-221, 2022.
- [3] A. M. Afandi, H. Zulkifli, H. A. Z. A. Nur Zuhaili, Z. Z. Norliyana, H. Hisham, A. M. Saharul, M. N. Dzulhelmi dan T. A. Vu Thanh, "Oil Palm Water Requirement and the Need for Irrigation in Dry Malaysian Areas," *Jurnal of Oil Palm Research.*, vol. 35, no. 3, pp. 391-405, 2023.
- [4] P. B. Hastuti, S. M. Rohmiyati, dan A. Kahfi, "The Effective Volume of Water in Several Types of Soil for the Growth of *Mucuna Bracteata*," *Agrivet*, vol. 24, no. 2, pp. 1-8, 2021.
- [5] F. Sianturi dan R. Ekawati, *Pertumbuhan Dan Biomassa Bibit Kelapa Sawit Pada Volume Penyiraman Dan Pemberian Urin Kambing*, Yogyakarta: Kepel Press, 2023.
- [6] M. P. Santosa, A. Hasan dan N. Selvia, *Rancang Bangun Model Alat Penyiram Otomatis Bibit Kelapa Sawit Berbasis Arduino Uno Dan Soil Moisture Sensor*, Sidoarjo: Uwais Inspirasi Indonesia, 2022.
- [7] S. B. Mursalin, H. Sunardi dan Z. Zulkifli, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 11, no. 1. 2020